

Kristina Eraker Ødegård

Organisering av utstyr på europall

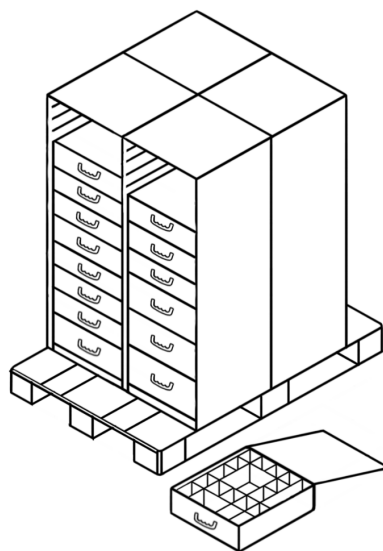
En overordnet kartlegging av et oppbevaringssystem

Bacheloroppgave i Teknologidesign og ledelse

Veileder: Kjell Are Refsvik

Medveileder: Tor Erik Nicolaisen

August 2021



Kristina Eraker Ødegård

Organisering av utstyr på europall

En overordnet kartlegging av et oppbevaringssystem

Bacheloroppgave i Teknologidesign og ledelse
Veileder: Kjell Are Refsvik
Medveileder: Tor Erik Nicolaisen
August 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Oppgavens tittel: Organisering av utstyr på europall - En overordnet kartlegging av et oppbevaringssystem	Dato: 15.08.2021		
	Antall sider: 71		
	Masteroppgave:		Bacheloroppgave: X
Navn: Kristina Eraker Ødegård			
Veileder: Kjell Are Refsvik			

Sammendrag:

Oppgaven har tatt for seg konseptutvikling og parametrisk design av et oppbevaringssystem for IVB- og ID-lab ved NTNU Gjøvik. Bakgrunnen for valg av tema er at det eksisterende oppbevaringssystemet ved IVB-laben er svært utilgjengelig for de aller fleste, med et utilstrekkelig system som er vanskelig å opprettholde i en ryddig forstand. Oppgaven har kommet frem til et tidlig konsept av oppbevaringssystemet, der parametrisk design er inkludert så langt det lar seg gjøre. For å gjøre det lettere for de som skal ta veien videre for dette prosjektet er alle ideer beskrevet grundig og alle løsninger er enkle å justere, samtidig som prosjektet holder åpent for mange nye endringer og implementering av ulike teknologi.

Konseptet er utviklet ved hjelp av innspill fra oppdragsgiver, brukerintervju og undersøkelser, sammen med mye designmetodikk og produktutviklingsteori.

Stikkord:

Parametrisk design
Oppbevaring
Universell utforming

Abstract

This thesis has managed concept development and parametric design of a storage system for the IVB- and ID-lab at NTNU Gjøvik. The reason for choosing the theme is because the existing storage system at the IVB-lab is very inaccessible to most people, with an inadequate system that is difficult to maintain in an orderly sense. The task has resulted in an early concept of the storage system, where parametric design is included as far as possible. To make it easier for those who will continue this project in the future, all the ideas are described thoroughly, and all solutions are easy to adjust, at the same time the project is open to many new changes and implementation of different technology.

The concept has been developed with the help of opinions from client, user interviews and surveys, together with a lot of design methodology and product development theory.

Forord

Kjære leser! Denne bacheloroppgaven er utarbeidet av meg, Kristina Eraker Ødegård, og er en avsluttende del av det treårige studiet Teknologidesign og ledelse ved Institutt for vareproduksjon og byggteknikk ved NTNU Gjøvik, våren 2021. Gjennom studiet har jeg lært mye om produktutvikling, men også fått god innsikt i prosessene rundt produksjon og industri. Nyskapning, brukersentrert design, universell utforming og bærekraft har vært viktige nøkkelord gjennom studiet. Tross en periode i vår preget av sykdom og utsettelse av innlevering har oppgaven gitt meg gode erfaringer for veien videre.

Jeg ønsker først og fremst å takke oppdragsgiver Tor Erik Nicolaisen fra IVB-instituttet ved NTNU Gjøvik for gode innspill og idéer gjennom perioden. Nicolaisen har vært en viktig kilde gjennom prosjektet for å utelukke feilsteg og avgrense oppgaven. Videre vil jeg rette en stor takk til veileder Kjell Are Refsvik for utmerket oppfølging gjennom hele prosjektet og veldig relevant innføring i viktig kunnskap rundt design.

Til slutt vil jeg takke alle aktører som har hjulpet til med brukererfaring og brukerintervju, blant annet Helleik Rise, Andreas Bothner, Anna Jarstad, Dorteia Kant og Selma Jacupovic. Jeg vil også takke Institutt for vareproduksjon og byggteknikk for disponering av 3D-printere og annet utstyr for å lage prototyper gjennom sommeren.

God lesning!

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon	10
1.1	<i>Oppdragsgiver og sponsor</i>	10
1.2	<i>Bakgrunn</i>	10
1.2.1	<i>Målgruppe</i>	12
1.3	<i>Problemstilling</i>	12
1.4	<i>Mål</i>	12
1.4.1	<i>Effekt mål</i>	12
1.4.2	<i>Resultat mål</i>	12
1.5	<i>Kravspesifikasjon</i>	13
1.6	<i>Avgrensning av prosjekt</i>	14
2	Teori	15
2.1	<i>Eksisterende løsninger for oppbevaring</i>	15
2.1.1	<i>Europaller</i>	15
2.1.2	<i>Pallekarmer</i>	16
2.1.3	<i>Pallereol</i>	17
2.2	<i>Brukere</i>	17
2.2.1	<i>Primærbruker, sekundærbruker og tertiærbruker</i>	17
2.3	<i>Standarder</i>	18
2.4	<i>Parametrisk design</i>	18
2.4.1	<i>Rhino</i>	19
2.4.2	<i>Grasshopper®</i>	20
2.5	<i>Industri 5.0</i>	20
2.6	<i>Materialer</i>	22
2.7	<i>Fargeteori</i>	23
2.8	<i>Universell utforming</i>	25
2.8.1	<i>De 7 prinsippene for universell utforming</i>	26
2.9	<i>Spesielle omstendigheter</i>	27
3	Innsamlingsmetoder	28
3.1	<i>Kvalitativ forskningsmetode – Brukerintervju</i>	28
3.2	<i>Markedsanalyse</i>	28
4	Bearbeidingsmetoder	30
4.1	<i>Produktutvikling</i>	30
4.1.1	<i>Brainstorming – tankekart</i>	30
4.1.2	<i>Storyboard</i>	31

4.1.3	Prototyping	32
4.1.4	Designmetodikk	32
4.1.5	SWOT-analyse	34
4.1.6	Brukertesting	35
5	Resultat	36
5.1	<i>Innsamlingsmetoder</i>	36
5.1.1	Markedsanalyse	36
5.1.2	Brukerintervju	36
5.2	<i>Bearbeidingsmetoder/Produktutvikling</i>	37
5.2.1	Tankekart/brainstorming	37
5.2.2	Storyboard	38
5.2.3	Idémyldring og konseptutvikling	39
5.2.4	Illustrasjon av størrelsesriktig perspektiv	53
5.3	<i>Parametrisk design</i>	53
5.3.1	Koffert	53
5.3.2	Reol	54
5.3.3	Innsatsbokser	55
5.4	<i>Tilvirkningsmetoder</i>	56
5.5	<i>SWOT</i>	57
6	Diskusjon og refleksjon	57
6.1	<i>Designvalg</i>	57
6.2	<i>Universell utforming</i>	58
6.3	<i>Produksjon og materialvalg</i>	60
6.4	<i>Økonomi</i>	61
6.5	<i>Miljø og bærekraft</i>	62
6.6	<i>Kravspesifikasjon</i>	62
6.7	<i>Videre arbeid</i>	62
7	Konklusjon	64
	Bibliografi	65
	Vedleggsliste	71

Figurliste

Figur 1 - Konseptidé fra oppdragsgiver, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	11
Figur 2 - Illustrasjon av prosjektomfang i blomst, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	14
Figur 3 - Pallereol ved IVB-lab, Foto: Kristina Eraker Ødegård.....	15
Figur 4 - Europall, Kilde: Wikipedia.org.....	16
Figur 5 - Tre hovedfaser i nyskappingsarbeidet, Kilde: (Lerdahl, 2017).....	34
Figur 6 - SWOT-matrise, Kilde: SNL.no.....	35
Figur 7 - Tankekart oppbevaring i IVB/ID-lab, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	37
Figur 8 - Brukersituasjon, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	38
Figur 9 - Reol på europall, Kilde: eget materiell.....	40
Figur 10 - Koffert plassert i reol, Kilde: eget materiell.....	41
Figur 11 - Svalehale-metode, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	42
Figur 12 - Wood Joints, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	42
Figur 13 - Lukket boks med fingerskjøt - Kilde: makercase.com.....	43
Figur 14 - Åpen boks med fingerskjøt - Kilde: makercase.com.....	43
Figur 15 - Bunnplate i spor, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	43
Figur 16 - Utskjæring lokk, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	44
Figur 17 - Formvariasjon nedre hjørnebeskytter, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	46
Figur 18 - Hjørnebeskytter universal, Kilde: eget materiell.....	46
Figur 19 - Hjørnebeskyttere, Kilde: eget materiell.....	47
Figur 20 - 3D-print av hjørnebeskyttere nede, Foto: Kristina Eraker Ødegård.....	47
Figur 21 - 3D-print av hjørnebeskyttere oppe, Foto: Kristina Eraker Ødegård.....	47
Figur 22 - Formvariasjon håndtak, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	48
Figur 23 - Håndtak 1.1, Kilde: eget materiell.....	49
Figur 24 - 3D-print Håndtak 1.1, Foto: eget materiell.....	49
Figur 25 - Håndtak 2.1, Kilde: eget materiell.....	50
Figur 26 - 3D-print av Håndtak 2.1, Foto: eget materiell.....	50
Figur 27 - Håndtak 3.1, Kilde: eget materiell.....	50
Figur 28 - 3D-print av Håndtak 3.1, Foto: eget materiell.....	50
Figur 29 - Håndtak 1.2, Kilde: eget materiell.....	51
Figur 30 - Håndtak 4.0, Kilde: eget materiell.....	51
Figur 31 - Innfestning håndtak, Kilde: eget materiell.....	51
Figur 32 - 3D-print av Håndtak 4.0 og innfestning, Foto: eget materiell.....	51

Figur 33 - Størrelsesriktig perspektiv, Kilde: eget materiell	53
Figur 34 - Størrelsesriktig perspektiv, Kilde: eget materiell	53
Figur 35 - Organisering av kofferter, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård.....	54

Tabell-liste

Tabell 1 - Ordforklaringer	9
Tabell 2 - Kravspesifikasjon	13
Tabell 3 - Fargesymbolikk	24
Tabell 4 - 7 prinsipper for universell utforming.....	26
Tabell 5 - Parametrisk design innsatsbokser	56
Tabell - SWOT	57

Ordforklaringer

Tabell 1 - Ordforklaringer

Ord	Forklaring
Parametrisk design	Prosjekteringsmåte der geometrien i konstruksjonsdeler blir definert gjennom formler.
Europall	Standardisert løftepall.
Dovetail/Svalehale	Gammel sammenføyningsmetode for treverk som baseres på en trekantet fingerskjøt.
Fingerskjøt	Sammenføyningsmetode der man skjærer ut «fingrer» i enden av emnet på treverket, slik at man kan «flette» to emner sammen.
Solidworks	3D-modellerings verktøy på data som kan gi størrelsesriktige og utseenderiktige modeller.
Filament	Materialet som brukes for å produsere en 3D-print, ofte en type plast i lange remse som er festet inn på en rull.
NCS	The Natural Color System
Bed	Platen som 3D-print produseres på
Grid	Kvadratisk rutenett

1 Introduksjon

1.1 Oppdragsgiver og sponsor

Oppdragsgiver for dette prosjektet er NTNU Gjøvik, der laboratorieleder ved IVB, Tor Erik Nicolaisen er ansvarlig for prosjektet. Det ferdige produktet skal være en serie ulike oppbevaringsenheter som skal produseres og bli tatt i bruk i IVB- og ID-laboratoriene ved NTNU Gjøvik. Nødvendig verktøy og utstyr for utvikling av prototyper vil være tilgjengelig ved IVB-lab/ID-lab. Undersøkelser av eksisterende løsninger og nødvendige komponenter, som europall til prosjektet vil være tilgjengelig ved IVB-lab. Kompetanse rundt utvikling av det parametriske designet vil veiledes av Tor Erik Nicolaisen.

IVB-lab/ID-lab vil dekke inntil 10 000,- NOK av de økonomiske utgiftene. Dette vil omfatte blant annet filament til 3D-printing og trefinér-plater. Hovedsakelig vil dette gå til prototyping og den ferdige modellen. Prosjektet vil ta utgangspunkt i de allerede eksisterende løsningene på Campus og utforme et bedre og mer brukervennlig system som kan produseres i de to labene.

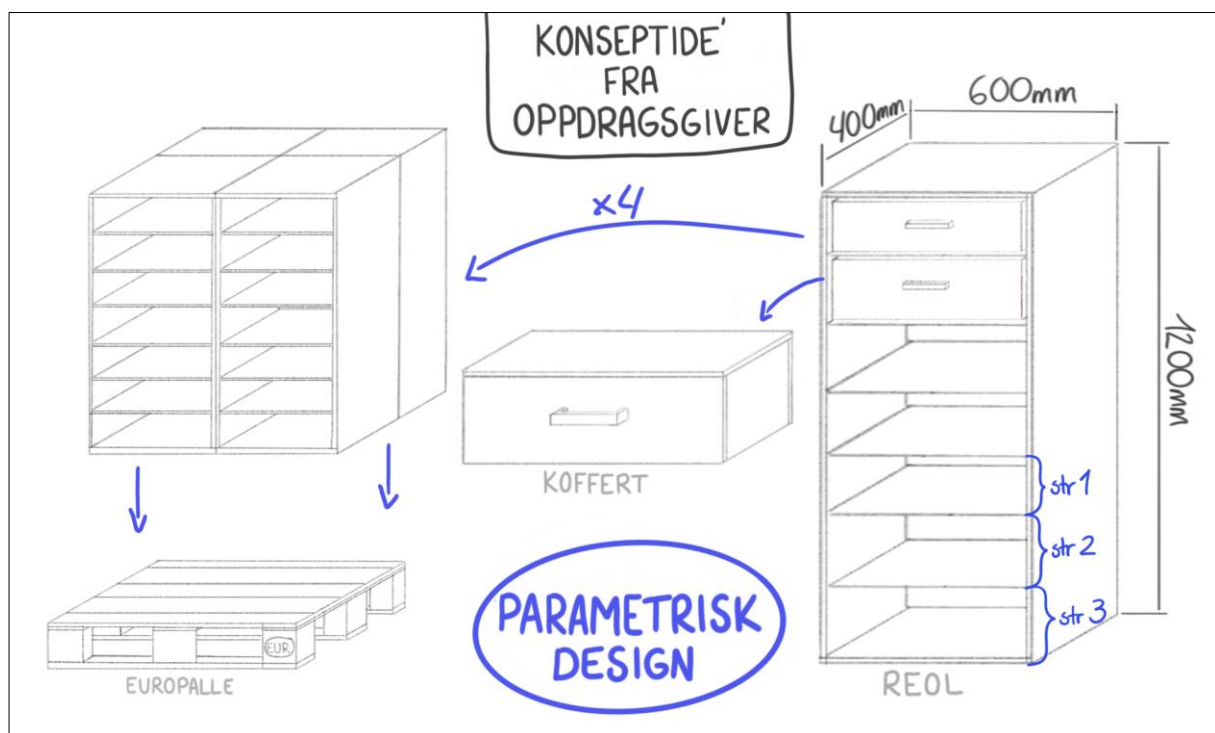
1.2 Bakgrunn

Transport av varer representerer nesten en tredjedel av det totale klimagassutslippet i Norge og nesten en fjerdedel av klimagassutslippet i Europa (Engedal & Bothner, 2019) (European Commission, u.å.). Masseproduserte varer utgjør en stor del av dette godset og derav utslippet. Det er rimelig å anta at ved et paradigmeskifte vil miljøvennlige og lokalt tilpassede produkter ta over for den tradisjonelle masseproduksjonen. Her vil lokalt produserte produkter, fra råvarer som utnyttes optimalt, produsert med enkle, adaptive produksjonsprosesser.

Parametrisk design er en prosess som er basert på algoritmisk tenkning som muliggjør uttrykk for parametere og regler som sammen definerer, koder og klargjør forholdet mellom designintensjon og designrespons (Sears & Jacko, 2007). Med andre ord er dette en metode som tillater at et produkt kan endres ut ifra et grunndesign slik at det oppstår et nytt og unikt produkt, som er tilpasset spesielle brukerkrav og eller andre krav som gjelder.

Idéen til prosjektet ble presentert fordi det har oppstått et behov for et samlet system for oppbevaring av smådeler og utstyr i IVB-lab/ID-lab ved NTNU Gjøvik. Dette kan være alt fra skruer og elektronikk til mindre håndverktøy og håndholdte instrumenter. Det finnes allerede mange ulike løsninger for oppbevaring i labene fra før av, men mye fungerer ikke sammen og kommer fra ulike leverandører med ulike design. Dette gjør at det ser rotete ut og er vanskelig å finne frem i. Et system som er lett å flytte på, parametrisk designet, samt enkelt og raskt finne frem i har lenge vært ønskelig.

Gjennom samtale med oppdragsgiver har det blitt utviklet en konseptidé, som er utgangspunktet for prosjektet. Dette er enkle skisser for å fastslå behov og avgrensninger til designet. Det vil likevel bli avdekket ytterligere behov gjennom prosjektet fra brukergruppen og produktet vil bli tilpasset deretter. Ideen er å lage reoler som inneholder koffertene der man kan oppbevare verktøy og diverse. Samtidig skal alle reolene plasseres på en europall, slik at de enkelt kan flyttes rundt etter behov. Det er ønskelig at koffertene kommer i ulike høyder slik at man kan oppbevare både store og små ting i koffertene. Til slutt skal det designes innsatsbokser i koffertene, som er parametrisk utviklet.



Figur 1 - Konseptidé fra oppdragsgiver, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

1.2.1 Målgruppe

Målgruppen for dette prosjektet vil først og fremst være ansatte og studenter ved NTNU Gjøvik som har en tilhørighet eller benytter seg av IVB-lab/ID-lab. Likevel vil målgruppen være alle mennesker som har behov for et oppbevaringssystem som er parametrisk variabelt.

1.3 Problemstilling

Hva må til for å utvikle et oppbevaringssystem som er tilpasset europaller, kombinert med et fleksibelt og justerbart design?

1.4 Mål

1.4.1 Effektmål

Effektmålet for dette prosjektet er å starte designprosessen av et oppbevaringssystem som tar utgangspunkt i parametrisk design, og som kan produseres «in house». Løsningen skal muliggjør at kunden kan tilpasse de parametriske målene ut ifra egne behov og forutsetninger. Videre utvikling og forskning på for eksempel ergonomi, registerings- og organiseringssystemer skal være tilrettelagt for.

1.4.2 Resultatmål

Resultatmålet for dette prosjektet er å utvikle og designe et bedre og mer brukervennlig oppbevaringssystem for IVB-lab/ID-lab, som gjør det enkelt å finne frem og sortere utstyr, for alle. Et konsept av oppbevaringssystem basert på parametrisk design og produktutvikling skal fremlegges.

1.5 Kravspesifikasjon

Kravspesifikasjonen er utviklet i samarbeid med oppdragsgiver Tor Erik Nicolaisen og tar utgangspunkt i de utfordringer som ble belyst i dagens løsning. Den har som hensikt å avgrense og konkretisere prosjektets målsetting, behov og ønsket resultat.

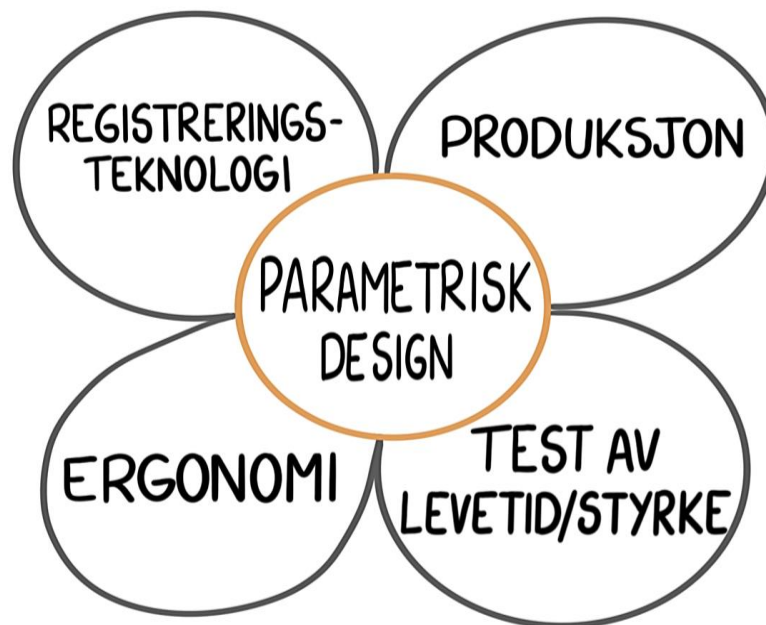
Tabell 2 - Kravspesifikasjon

Egenskap	Nødvendig	Ønskelig
Funksjon:		
Låsefunksjon	X	
Håndtak	X	
Grid så boksene ikke flytter på seg		X
Reoler passer europall (800x1200mm)	X	
Reoler passer «halv-pall» (800x600mm)	X	
Informerende lomme til lapp på utsiden		X
Plass til registreringsteknologi		X
Tilpasse målene til eksisterende oppbevaringsløsninger	X	
Mulig å settes på høgkant		X
Design, ergonomi og brukervennlighet:		
Enkel å montere	X	
Godt håndtak å holde i	X	
Enkel å rengjøre		X
Farge som indikerer innhold	X	
Symbol som indikerer innhold	X	
Parametrisk design	X	
Universelt utformet		X
Materiale:		
Gjenvinnbart		X
Billig	X	
Lav vekt	X	
Slitesterkt	X	
Produksjon:		
Kan produseres «in house»	X	

Rimelig produksjonskostnad	X	
Kort produksjonstid	X	
Ingen behandling av overflater		X
Berekraftig	X	

1.6 Avgrensning av prosjekt

For at prosjektet ikke skal bli for omfattende og generell ut ifra den gitte tidsrammen, har det blitt satt opp avgrensninger. I utgangspunktet er omfanget av selve prosjektet ganske stort, og man kan ta for seg mange ulike fagfelt som ergonomi, produksjon, registreringssystem og testing av levetid/styrke på produktet (figur 2). Denne oppgaven vil i all hovedsak ta for seg kjernen i prosjektet; parametrisk design, kombinert med en del designutvikling. Dette skaper et grunnlag for utviklingen av selve kofferten og reolen samtidig som utviklingen vil ta hensyn til det parametriske designet.



Figur 2 - Illustrasjon av prosjektomfang i blomst, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

2 Teori

2.1 Eksisterende løsninger for oppbevaring

Dagens oppbevaringsløsning består av en stor pallereol, som er fylt med mange europaller som har påbygde pallekarmmer i ulike høyder. Alle europallene er merket med lapper med tall og navn for å informere om hvilket utstyr de inneholder. Det er ingen form for skillevegger oppe i pallekarmene, slik at små deler vil fort bli blandet. Ulike plastbokser blir brukt som oppbevaring for de minste delene som for eksempel skruer. Pallereolen er fylt med mange europaller som står tett i tett på hyller oppover.



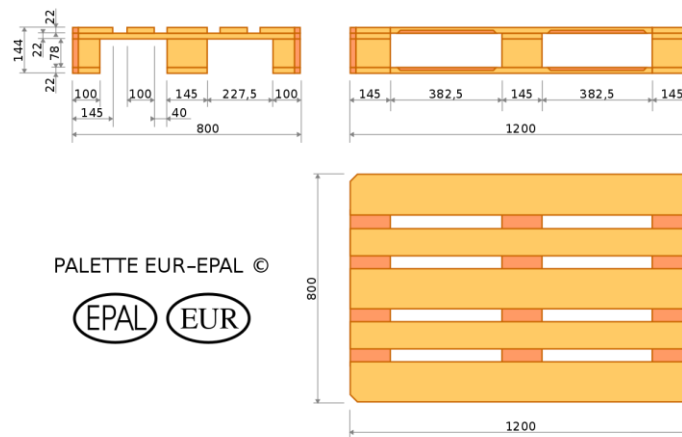
Figur 3 - Pallereol ved IVB-lab, Foto: Kristina Eraker Ødegård

2.1.1 Europaller

En europall er en standardisert lastepall som vanligvis brukes som underlag ved transport. Sent på 1940-tallet, ble det oppdaget SJ/Svenske jernbane et behov for en standardisert pall som kunne bli brukt til transport. Dermed kontaktet de Gyllsjö Treindustri, bedriften til brødrene Ivar og Tore Svensson, og sammen utviklet de pallen som ble kalt SJ pallen, som i dag blir kalt europall (AB Gyllsjö Träindustri, u.å). Europallen er tradisjonelt laget av tømmer og treverk (Epal, 2016). Europallen må som oftest varmebehandles etter ISPM nr. 15

standarden, som angir krav til behandling av trevirket for å drepe trelevende skogsskadegjørende, samt krav til merking av tre-emballasjen (Mattilsynet, 2020).

Ut ifra standarden NS-EN 13698-1:2003 er en vanlig europall 800 mm lang og 1200 mm bred (Standard Norge, 2003), men det utvikles stadig nye og forbedrede paller, som for eksempel *EPAL 2 Pallet*, *EPAL 3 Pallet*, *EPAL 6 Half pallet* og *EPAL CP1 Pallet* (EPAL, 2021). En standard europall kan lastes med maks 1500 kg når det er i bruk (EPAL, 2021). Lasten på en helpass skal heller ikke overstige 1200 mm (Stand, u.å.). I senere tid har det blitt produsert paller i plastikk, men disse har ikke blitt en like stor suksess, da det har vist seg at de verken har bedre egenskaper eller er mer miljøvennlige enn europaller i tre (Kočí, 2019). På det grunnlaget vil prosjektet ta utgangspunkt i en europall i treverk.



Figur 4 - Europall, Kilde: Wikipedia.org

2.1.2 Pallekarmer

Pallekarmer brukes for å sikre godset som oppbevares på pallen. Standard høyde på pallekarmer er 200 mm. En kan montere både karmer, fiberlukk og bunner på europallen (Røyras Treindustri AS, 2021). Det kan monteres flere pallekarmer oppå hverandre slik at pallen kan romme et større volum av innhold. Vanligvis er det normalt med en begrensning på maks 6 (1200 mm) pallekarmer i høyden.

2.1.3 Pallereol

Det finnes mange ulike variasjoner av pallereoler som gjør at en kan skreddersy lagerløsningen ut ifra behov. En standard pallereol er en frittstående reol utformet for å oppbevare europaller. Pallereoler er produsert av stål og har mange ulike utformingsmuligheter som gjør at man kan tilpasse både høyden og bredden til reolene. Systemet kan overstige 30 meter, med optimalisert mengde stål (Constructor Norge AS, u.å). En pallereol er vanligvis 1100 mm dyp, der maksbelastning per europall er 500 kg (AJ Produkter, 2020).

2.2 Brukere

2.2.1 Primærbruker, sekundærbruker og tertiærbruker

For å få et brukersentrert design er det viktig å finne ut hvem brukerne er og hvem som skal prioriteres i prosjektet. Primærbrukeren de som interagerer med systemet regelmessig (Li & Leonardsen, 2015). Primærbrukeren for dette produktet vil være studenter og ansatte som har en tilhørighet til IVB-lab/ID-lab. Hovedfokuset vil ligge på disse brukerne da dette er mennesker som kommer til å utnytte og erfare fordelene av løsningen hver dag. Det er også disse brukerne som vil være hovedfokuset ved undersøkelser når en skal avdekke problemområdene rundt dagens system.

Sekundærbrukerne interagerer med systemet av og til, eller gjennom noen andre (Li & Leonardsen, 2015). Sekundærbrukeren for dette produktet vil være studenter eller ansatte som tilhører andre institutt ved universitetet, som eventuelt skal låne utstyr eller ønsker å ta i bruk det samme systemet. Dette kan også være andre kunder fra eksterne virksomheter som ønsker å kjøpe og ta i bruk systemet.

Tertiærbrukere er brukere som blir berørt eller blir påvirket av systemet (Li & Leonardsen, 2015). Dette kan i teorien egentlig være hele verdens befolkning da dette systemet har som mål å senke både kostnader, samtidig som det skal være bærekraftig, noe som gagnar alle mennesker. Her kan også konkurrenter med allerede lignende systemer være aktuelle, da disse blir påvirket av produktet.

2.3 Standarder

For at europallene og produktet som utvikles skal passe overens, vil det bli tatt utgangspunkt i målene til eurokasser av plast. Dette er stablebare plastkasser med flat bunn som er modultilpasset for europaller (Rajapack NO, 2021). De kommer i åtte ulike størrelser, men oppgaven vil bare benytte kassene som passer $\frac{1}{4}$ av en europall, derav 400mm*600mm. Ved å benytte disse målene vil en reol fylt med koffertene passe på $\frac{1}{4}$ av europallen, og dermed kan man ha totalt fire reoler på en standard europall. Dette betyr også at to reoler vil passe på en halvball som har målene 800mm*600mm, med noe klaring.

2.4 Parametrisk design

I 1939 konstaterte den italienske arkitekten Luigi Moretti opp definisjonen på begrepet «Parametrisk arkitektur». Gjennom sin forskning på «*forholdet mellom dimensjonene avhengig av forskjellige parametere*» utviklet Moretti blant annet forskning på hvordan man kunne utforme en tribune som optimaliserer synsvinkelen fra alle sider av en idretts-stadion. Moretti's designparametere var basert på synsvinkler og økonomiske gjennomførbarhet og den endelige formen ble utformet ved å beregne pseudo-isokurver (Tedeschi, 2014).

Moretti sa blant annet:

*«The parameters and their interrelationships become [...] the code of the new architectural language, the «structure» in the original sense of the world [...]. The setting of parameters and their relation must be supported by their techniques and tools offered by the most current sciences, in particular by logics, mathematics [...] and **computers**. Computers give the possibility to express parameters and their relations through a set of (self-correcting) routines».*

(Tedeschi, 2014)

Dermed er det ingen enkel sak å definere parametrisk design. Ifølge Andrew Sears, professor og dekan ved *College of Information Science and Technology* ved *Pennsylvania State University* er parametrisk design:

“A process based on algorithmic thinking that enables the expression of parametrics and rules that together, define, enlist and clarify the relationship between design intent and design responses” (Sears & Jacko, 2007).

Mens det chilenske teamet i Chido Studio påstår at parametrisk design er:

“An abstraction of an idea or concept related to geometric and mathematical processes which permit us to manipulate with greater liberty the precision of our designs to arrive at the most optimal result” (Camiro & de la Parra, 2011).

Nøkkelordet «parametrisk» henger sammen med parametriske ligninger i matematikk. Parametrisk design handler dermed om å skape et design ved hjelp av parametriske ligninger. Det hele kan enkelt fremstilles på et regneark, der man velger hvilke mattefunksjon som skal utføres, fyller inn forskjellige nummer og resultatet blir utformet basert på disse variablene (Studio Robazzo, u.å.).

2.4.1 Rhino

Et av de mest populære 3D-modelleringsprogramvaren for produsenter er Rhinoceros 3D, også kjent som Rhino. Basert på NURBS- (Non-Uniform Rational Basis Splines) geometri, benyttes denne overflatemodelleringsprogramvaren ofte i arkitektur, prototyper, prosjektering, smykker og industriell, grafisk, maritime- og bildesign (V., 2020). Rhino kan lage, redigere, analysere, dokumentere, gjengi, animere og oversette NURBS-kurver, overflater og faste stoffer, underavdelingsgeometri (SubD), punktskyer og polygon-mesh (Robert McNeel & Associates, 2021).

Programvaren ble laget av Robert McNeel & Associates, et Barcelona-basert selskap som er dedikert til salg, opplæring, markedsføring og støtte for programvare i Europa, Midtøsten og Afrika. Rhinoceros 3D var opprinnelig et supplement til AutoCAD-programvaren utviklet av det multinasjonale selskapet Autodesk. Grunnen til at denne programvaren har blitt en suksess er det faktum at det ikke er noen grense for kompleksiteten eller størrelsen på tegningene. Siste oppdatering er Rhino 7 der man kan lage organiske former med SubD-verktøyet. Med Rhino 7 kan man lage organiske former med SubD-verktøyet, man også kjøre Rhino og Grasshopper som et Revit®-tillegg med Rhino.Inside.Revit. En kan bruke det robuste QuadRemesh-algoritmen til å lage et vakkert quad mesh fra NURBS geometri eller mesher (Robert McNeel & Associates, 2021).

2.4.2 Grasshopper®

Grasshopper® ble laget i 2007 for Rhino 4.0 og er et grafisk algoritme-system som følger med Rhinoceros® (Tedeschi, 2014). I motsetning til RhinoScript, Rhino.Python eller andre programmeringsspråk, krever Grasshopper ingen kunnskap om programmering eller koding, men lar fortsatt utviklere og designere utvikle formgenereringsalgoritmer uten å skrive kode (Robert McNeel & Associates, 2021). Grasshopper er ikke et program som fungerer alene og brukes bare som et tillegg i Rhinoceros.

Grasshopperprogrammet består av et vindu som alltid jobber parallelt med Rhinoceros 3D-modelleringprogrammet. Inne i programmet kan brukeren bygge visuelle algoritmer ved å koble grafiske komponenter, kalt *components*. Komponenter er faktisk nodene til et parametrisk diagram som definerer og styrer 3D-geometrien som vises i Rhinoceros-vinduet. Komponenter representerer primitiver, geometriske operasjoner, logiske funksjoner osv (Tedeschi, 2014).

2.5 Industri 5.0

Frem til nå har *Industri 4.0* vært den ledende utviklingen innenfor industriell produksjon. Konseptet baseres hovedsakelig på at internett smelter sammen med produksjonen og produkter. Maskiner prosesserer dermed ikke lenger bare produktet, for produktet kommuniserer selv med maskinene og gir dem instruksjoner. Et eksempel på dette er *The internet of things* hvor mobilen kan kommunisere med kjøleskapet eller sentralvarmen (Muth, 2015).

Det neste steget i den industrielle revolusjonen er *Industri 5.0* som handler om å prioritere profitt ovenfor produserte varer og tjenester. Målet er at roboter skal hjelpe mennesker å jobbe bedre og raskere ved å utnytte avansert teknologi som *Internet of things (IoT)* og *Big data* (Nexus Integra, u.å.). Fokuset endres dermed fra aksjeverdien til interessentverdien som forsterker industriens rolle og bidrag til samfunnet. Her setter man arbeidstakernes velvære i sentrum av produksjonsprosessen og bruker ny teknologi for å gi velstand ovenfor arbeidsplasser og vekst, samtidig som man respekterer planetens produksjonsgrenser (European Commission, u.å.).

Hovedprinsippet i *Industri 5.0* er at maskiner ikke skal erstatte mennesket, men støtte det (Nexus Integra, u.å). Overgangen skal åpne opp for at mennesker jobber sammen med roboter og smarte maskiner for å optimalisere produktiviteten og effektiviteten. Den økende bruken av roboter vil gjøre det mulig å utføre repeterende og effektiviserende oppgaver på samlebånd, samtidig som en forstår verdien av menneskelig problemløsning. Dette vil gi et mer personlig og menneskelig preg til det tidligere begrepet *Industri 4.0* (Jardine, et al., 2020).

I tillegg til det personlig og menneskelige preget som oppstår, skjer det en økning i etterspørselen av tilpassede produkter, der kunden ønsker et mer individualisert produkt, tilpasset for hvert enkelt behov. Dette har ført til at selskaper vurderer masseproduksjon av tilpassede produkter (Nexus Integra, u.å). Kunnskapen og mulighetene vi har i dag rundt roboter og maskiner som utfører gjentatte oppgaver gjør denne masseproduksjonen enkel å omstille.

Et aspekt som ingen av de tidligere industrielle endringene har prioritert er miljøvern. I *Industri 5.0* endres denne holdningen og bærekraftig politikk blir aktuelt. Dette handler først og fremst om å produsere produkter lokalt, oppnå minimal mengde avfall og resirkulere eventuelt uunngåelig avfall. Gjennom god planlegging og håndtering av de ulike prosessene vil dette gjøre produksjonen både mer effektiv, samtidig som den blir bærekraftig. Dermed kan man muliggjør produksjon av produkter lokalt, ved hjelp av et par maskiner og roboter.

Et godt eksempel på en slik type produksjon er selskapet Opendesk. Dette er et online firma som selv designer enkle kontormøbler, der kunden enkelt kan bestille produkter og få de produsert hos en lokal produsent. I stedet for masseproduksjon og frakt over hele verden, bygger de en distribuert og etisk forsyningskjede gjennom et globalt produsentnettverk.

“Opendesk is changing the way furniture is produced and moved, cutting out time-consuming and expensive shipping, showrooms and storage.” (Opendesk, u.å).

2.6 Materialer

Når en skal velge materialer er det viktig å ta hensyn til mange ulike faktorer. Bærekraft og tilvirkningsmetoder spiller en stor rolle i dagens samfunn og er essensielt å ta hensyn til for at fremtidige brukere skal ønske å benytte seg av ditt produkt. For å produsere de ulike delene til prosjektet er kan man i all hovedsak benytte seg av to materialer; plastikk og treverk. Likevel avhenger dette mye av hvordan tilvirkningsmetoder man benytter. Materialet må også være ganske slitesterkt, med tanke på omgivelsene produktet skal leve og benyttes i.

I utgangspunktet var et av ønskene til oppdragsgiver å produsere produktet lokalt. Dermed er det mulighet for å benytte en laserkutter og 3D-printere som er tilgjengelig på ID- og IVB-laben ved NTNU Gjøvik. Laserkutteren kan brukes til å skjære ut de ulike emnene til både koffert og reol i ulike typer treplater og 3D-printerne kan brukes til å lage håndtak og tekniske deler til konseptet. Hvilke materialer man velger å benytte til de ulike produksjonsmetodene kommer mye an på de ulike kravspesifikasjonene for prosjektet. Alternativene som er tilgjengelig for treplater på campus er kryssfinér, MDF. De mest aktuelle typene plast for 3D-printerne på campus er PLA, ABS og PETG. Det finnes selvfølgelig andre alternativ, men i dette prosjektet vil disse typene av både treplater og plast vurderes.

Kryssfinér er laget av tømmer og er ofte brukt i konstruksjoner. Den er laget av tre eller flere tynne lag med trefinér som limes sammen for å danne et tykt, flatt ark. Denne typen treplate er både økonomisk og kan produseres i presise dimensjoner som er relativt motstandsdyktig mot forskyvning og sprekker. Noen av fordelene med kryssfinér er svært lav bøyelighet, det er motstandsdyktig mot fuktighet, kan motstå overbelastning opptil to ganger den angitte belastningen, i tillegg kan det behandles med konserveringsmidler som gjør det motstandsdyktig mot korrosjon når det utsettes for kjemikalier (Designing Buildings Wiki, 2021).

MDF (Medium Density Fiberboard) er et sammensatt panelprodukt som vanligvis består av cellulosefibre kombinert med en syntetisk harpiks som blir bundet under varme og trykk. For å forbedre egenskapene til platen kan man bruke tilsetningsstoffer under produksjonen, som for eksempel kan øke fuktmotstanden til panelet (HSE, u.å.). Stabilitet og styrke er sentrale egenskaper hos MDF-plater. Dette fordi man kan tilpasse hver enkelt plate ut ifra hva kunden

ønsker. Siden MDF er en type uferdig kompositt-panel laget av gjenvunnet trefiber, for eksempel flis og spon, er dette et produkt som er både billig og miljøvennlig (Composite Panel Association, u.å.).

PLA står for Polyactic Acid og er en utbredt bioplast som brukes hyppig i 3D-printing. PLA er et av de enkleste materialer å printe og er spesielt passende for nybegynnere. Denne plasttypen er svært rimelig og er ofte brukt for å printe detaljerte modeller, figurer og raske prototyper som ikke krever høy mekanisk-, kjemisk- eller temperaturbestandighet. Fordelen med denne typen plast er at den er biologisk nedbrytbar (Prusa Research a.s., 2021). Dermed er det ikke krise om man printer en del feil, eller lignende. Overflaten kan pusses med sandpapir, men trenger vannkjøling (Prusa Research a.s., 2021). Materialet er imidlertid ikke vannbestandig og vil deformeres hvis det blir eksponert for vann.

ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) er et teknisk materiale som er egnet for printing av mekanisk belastende deler, takket være dens høye seighet og temperaturbestandighet. Overflaten kan gattes med aceton. Den største ulempen med dette materialet er betydelig krymping og giftig røyk. ABS-deler som brukes utendørs blir gulaktige og sprøere over tid. Den beste plassen å benytte ABS er for å printe billige tekniske deler som krever høy varme og mekanisk motstand (Prusa Research a.s., 2021).

PETG (Polyethylene Terephthalate modified with Glycol) er både enkelt og billig og er dermed egnet for nybegynnere. Dette materialet blir ofte brukt i teknisk sammenheng og på grunn av høy seighet og god temperaturbestandighet. PETG brukes ofte til utskrift av forskjellige mekaniske deler som, holdere, klemmer og vanntette deler. Likevel er dette materialet ikke egnet for å printe detaljerte deler og det er ofte vanskelig å fjerne støttestruktur og selve printen fra beddet (Prusa Research a.s., 2021).

2.7 Fargeteori

Selv om mange ikke tenker over det, spiller farger en stor rolle i hverdagen vår. Farger kan gi brukeren informasjon om noe er farlig eller trygt. Gjennom farger kan man også gi informasjon om hva en boks inneholder, prisen eller funksjonen til et produkt. Hvilke assosiasjoner brukeren har til farger er ganske subjektivt og dette kommer helt an på hvilket

samfunn og kultur man har vokst opp i. Likevel har vi alle noen felles assosiasjoner som så å si hele verden er basert på.

Hvis man studerer fargesymbolikk i gamle tider, ble farger ofte assosiert med folkegrupper. I India var de fire hovedkastene delt inn i farger: Prester og de som tilhørte den høyeste kasten, var hvite, soldater var røde, kjøpmenn var gule og tjenerne var svarte. Vi blir introdusert til fargesymbolikk helt fra barndommen, og mange assosiasjoner dukker dermed opp helt ubevisst. Vi hører om, leser om og ser farger rundt oss hele tiden (Valberg, 2009). Feng shui er en gammel kinesisk lære om forening av himmelens og jordas krefter som hjelper en med å finne og etablere bedre bo- og begravellesplass. Feng shui omhandler regler for hvordan man skal kombinere plass, farger, gjenstander og andre ting i hjemmet for å forbedre sin egen livskvalitet. Feng shui er spesielt kurant når det kommer til fargesymbolikk:

Tabell 3 - Fargesymbolikk

Farge	Betydning
Grønn	Nytt liv, begynnelse, vekst og vitalitet
Purpur	Velbehag og kongelighet
Rød	Styrke beskyttelse og energi
Rosa	Kjærlighet, hjerte og moderskap
Hvit	Renhet og rettferdighet, men også død
Grå	Nøytralitet, fravær av farge, skjulte ting
Sort	Styrke, autoritet, respekt og absorpsjon av energi
Blå	Himmel, kongelighet, liv og håp
Gul	Friskhet, jord og forbindelse

(Valberg, 2009)

For å skape en felles oppfatning og rammer rundt hvordan man beskriver farger kan man for eksempel gå ut ifra «The Natural Color System» (NCS). NCS er vedtatt av Standard Norge, og er en kulørttonekrets, også kalt fargesirkelen. Den baseres på at fargene kan skilles etter likheter og forskjeller, som består av 1950 fargekoder (Teigen, 1998). Grunnleggeren av systemet tyske Ewald Herings (1834-1918) hevdet at det rent visuelt fantes fire enkle kulørte fargekvaliteter: rødt, blått, gult og grønt, i tillegg til sort og hvitt. Disse utvalgte fargene satte han opp som opponentene fargepar: rødt-grønt, gult-blått og sort-hvitt. På denne måten satte

han opp en kulørtonesirkel med de motstående fargene mot hverandre. Mellom disse dannes kulører ut ifra hvor mange prosent det er av hver farge (Valberg, 2009).

For å beskrive en farges kvalitet bruker man tre perseptive egenskaper – kulørtone, kulørthet og lysehetsgrad (Berns, 2000). Kulørtone gjør det mulig å skille mellom de forskjellige kulører som rødt, oransje og gult. Kulørheten beskriver graden av en farge fra grått (ingen kulørthet) til en ren farge som for eksempel rødt (maksimal kulørthet). Lyshetsgraden til en farge forteller om en overfalte reflektere en stor eller liten del av det innfallende lyset. En mørk farge har mye sorthet, og i noen systemer erstattes lyshetsgrad med sorthetsgrad (Valberg, 2009). Likevel kan man oppfatte farger ulikt, for eksempel hvis man er fargeblind. Dermed må man velge farger som har høy nok kontrast slik at man ser personer med fargeblindhet kan skille to farger. Dette vil bli gått dypere inn på i kapittelet *6.2 Universell utforming*.

Når man skal sette farge på et produkt må man ta hensyn til en rekke forhold. Ulike kombinasjoner av ulike farger resulterer i ulike fargeharmonier og fargekontraster. Hvordan man ønsker at produktet skal oppfattes kommer an på formålet til produktet. Skal produktet skape oppmerksomhet må man bruke sterke fargekontraster, helst med en lys-mørk-kontrast. Dette blir brukt i for eksempel veiskilt. Om man ønsker å skape harmoni rundt et produkt må man oppnå fargeharmoni. Dette handler om å sette sammen farger som de fleste vil finne tiltalende, altså forholdet mellom etisk avstemte farger (Valberg, 2009).

2.8 Universell utforming

Når man skal utvikle et produkt er det viktig å ta hensyn til alle typer brukere. Produktet må være enkelt å bruke, samtidig som det må være tilgjengelig for alle. Plassering av produktet har mye å si her, og kan påvirke brukermønsteret betraktelig. I brukerintervjuene rundt dagens reol ble den beskrevet som: «lite tilgjengelig», «vanskelig å bruke» og «avgrenset til bare et knippe personer på laben». Dette er veldig uheldig da det er ønskelig at alt verktøyet på laben er tilgjengelig for alle. For å forbedre dette må man underveis i utviklingen av det nye konseptet ta med seg viktige kriterier rundt universell utforming.

Universell utforming handler om å gjøre samfunnet tilgjengelig for alle mennesker. I følge diskriminerings- og tilgjengelighetsloven fra 2009 definerer paragraf 9 en norsk juridisk versjon av universell utforming:

«Med universell utforming menes utforming eller tilrettelegging av hovedløsningen i de fysiske forholdene, herunder informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT), slik at virksomhetens alminnelige funksjon kan benyttes av flest mulig.»

På 1980-tallet formulerte den amerikanske arkitekten Ron Mace syv prinsipper for universell utforming. Prinsippene utviklet han ved *Centre for universal design* ved North Carolina State University. Hensikten med disse prinsippene var å legge for å bruke universell utforming i en tverrfaglig praksis. Prinsippene har en mer ideologisk enn praktisk innretning, det for eksempel er vanskelig å forestille seg at en konkret utforming skal kunne være like egnet for å brukes av alle uavhengig av forutsetninger (Lid, 2013).

2.8.1 De 7 prinsippene for universell utforming

Tabell 4 - 7 prinsipper for universell utforming

1. Like muligheter for bruk	Utformingen skal være brukbar, og tilgjengelig for personer med ulike ferdigheter (Lid, 2013).
2. Fleksibel i bruk	Utformingen skal tjene et vidt spekter av individuelle preferanser og ferdigheter (Lid, 2013).
3. Enkel og intuitiv i bruk	Utformingen skal være lett å forstå uten hensyn til brukerens erfaring, kunnskap, språkferdigheter eller konsentrasjonsnivå (Lid, 2013).
4. Forståelig informasjon	Utformingen skal kommunisere nødvendig informasjon til brukeren på en effektiv måte, uavhengig av forhold knyttet til omgivelsene eller brukerens sensoriske ferdigheter (Lid, 2013).

5. Toleranse for feil	Utformingen skal minimalisere farer og skader som kan gi ugunstige konsekvenser eller minimalisere utilsiktede handlinger (Lid, 2013).
6. Lav fysisk anstrengelse	Utformingen skal kunne brukes effektivt og bekvemt med et minimum av besvær (Lid, 2013).
7. Størrelse og plass for tilgang	Hensiktsmessig størrelse og plass skal muliggjøre tilgang, rekkevidde, betjening og bruk, uavhengig av brukerens kroppsstørrelse og mobilitet (Lid, 2013).

2.9 Spesielle omstendigheter

I starten av 2021 ble jeg smittet av en svært sjelden bakterie med navnet *fusobacterium necrophorum* også kalt Lemierres syndrom. Jeg var inn og ut av legevakten de neste tre månedene og gikk på fire ulike antibiotikakurer for å bli frisk. Dette preget starten av bacheloroppgaven betraktelig. Jeg jobbet så mye jeg kunne når jeg var frisk, men fikk gjentatte tilbakefall av sykdommen, dette er godt illustrert i loggen min. Etter den fjerde antibiotikakuren var jeg endelig frisk igjen. Dermed fortsatt jeg å jobbe med bacheloroppgaven 3.mai. Rundt dette tidspunktet fikk jeg også utsatt bacheloroppgaven til 15. august etter fremlegg av legeerklæring.

Eneste utfordringen jeg stod fremfor nå, var at jeg måtte jobbe med en bacheloroppgave gjennom sommeren, der både veileder og oppdragsgiver hadde ferie store deler av perioden. Både veileder og oppdragsgiver har heldigvis vært tilgjengelige under hele sommerferien. Det var heller ingen på skolen som kunne bidra med viktig brukererfaring av prosjektet mitt. Det har dermed vært en stor utfordring for dette prosjektet å få informasjon og meninger fra brukergruppen. Derfor har jeg vært nødt til å være kreativ når det kommer til brukertesting. Gjennom hyppig prototyping og modellering av de ulike delene, har jeg skapt erfaring. Jeg vil utføre så mange brukerintervju av eksterne personer som mulig, samtidig som prototyping vil være en viktig kilde gjennom oppgaven for å oppdage utfordringer og forbedringer ved designet.

3 Innsamlingsmetoder

3.1 Kvalitativ forskningsmetode – Brukerintervju

For å forstå brukerkontekst og behov ble det foretatt ulike metoder for å interagere med og forstå brukerne. Hva er deres behov, hva ønsker de seg, og hva drømmer de om? Tidligere i rapporten ble det beskrevet hva oppdragsgiver ønsket seg i enkle trekk. Men det er gjerne flere ulike brukere av et produkt. Noen kan for eksempel vedlikeholde et produkt, mens andre tar det i bruk daglig. Vi danner oss lett feilaktige oppfatninger av brukerne, eller overser viktige behov. Derfor ble det foretatt et brukerintervju for å gi bedre innsikt i brukernes behov, hva de liker og savner med dagens løsning (Lerdahl, 2017).

Intervjuet baserer seg på intervjuobjekter som er godt kjent på IVB-laben, der noen av de har benyttet seg av pallereolen tidligere. I dette intervjuet vil fokuset være å forstå seg på brukerne, deres verdier og behov. Det ble foretatt to runder med intervjuer for å både innhente ulike synspunkt rundt den nåværende løsningen, og tips og ønsker rundt det utviklede konseptet. Dette vil gi prosjektet god innsikt i brukerens behov og ønsker.

3.2 Markedsanalyse

For å få en oversikt over hva som allerede finnes på markedet av oppbevaringsløsninger vil det bli foretatt en markedsanalyse. Det vil hovedsakelig fokuseres på oppbevaringsløsninger som ligner i større grad på det systemet oppdragsgiver har forespurt. Mange kjente bedrifter som Clas Ohlson, Tools, ObsBygg og Jula tilbyr enkle systemer for organisering av verktøy og utstyr. Likevel er mange av disse lite tilpasningsdyktige og kommer som regel med enkle moduler for organisering. Denne markedsanalysen vil ta for seg et par av de mest inspirerende og kreative løsningene en kan finne på dagens marked.

IKEA:

Helt siden IKEA ble grunnlagt av Ingvar Kamprad i 1943, har visjonen deres vært den samme: å skape en bedre hverdag for de mange menneskene. Det startet som et postordrefirma i den svenske byen Älmhult. IKEAs forretningsidé er å tilby et stort utvalg

form- og funksjons riktige hjeminnredningsartikler til så lave priser at så mange så mulig har råd til å kjøpe dem (IKEA, 2021). IKEA leverer i dag mange ulike produkt, der man kan kjøpe ulike moduler til for eksempel sofaer og kommoder og bygge de ut slik man vil. Dette gjør at brukeren kan tilpasse og utforme produktet ut ifra deres behov.

Sortimo:

Sortimo er i all hovedsak en bedrift som produserer og leverer bilinnredninger som sørger for struktur og orden i en varebil og gir en oversikt over det medbrakte arbeidsutstyret. Det hele startet ved at Herbert Dischinger, gründer av Sortimo, kom med ideen å lage små innsatsbokser av plast som passet perfekt inn i en metallkoffert, KM 321, i 1973 (Sortimo, u.å.). Siden den gang har bedriften utviklet en rekke ulike typer bilinnredninger og kofferters med tilhørende innsatsbokser. Dette gjør det enkelt for bruker å sortere verktøy og små deler slik at man fort kan finne frem til de når man trenger. De leverer alt fra små bokser med inndeling, til store reoler med skuffer.

Biltema:

Biltema er leverandør av et bredt spekter av produkter av høy funksjonell kvalitet. Bedriftens visjon er å gjøre det enklere økonomisk for mennesker å ha bil, båt og hus, ved å kunne tilby byggevarer, verktøy og fritidsartikler av høy kvalitet til lave priser og dermed en rikere fritid for alle. I dette prosjektet er biltemas systemer for verktøyoppbevaring veldig relevant (Biltema, 2020). I tillegg er fargekodingen i biltemas varehus et interessant punkt. Fargekodingen beskriver hvilken del av varehuset man er i. Her bruker de så å si alle farger i regnbuen og fargene går også igjen i deres katalog og på nettsiden deres.

AJ Produkter:

AJ Produkter er et fullserviceforetak som designer, selger og leverer produkter til kontor, lager og industri, samt skole og barnehage. De har i nesten 40 år levert møbler og produkter til bedrifter, skoler og idrettsanlegg. Helt siden oppstarten i 1975 har de ønsket å levere attraktive produkter av god kvalitet til riktig pris og fornøye kunder. Deres målsetting er å drive deres virksomhet på en miljøtilpasset måte (AJ Produkter, 2020).

Alexandre Chappel:

Alexandre Chappel er en industridesigner og har utviklet mange ulike produkt. Alt fra kontorpult til små inndelingsbokser og sorteringskofferter. På nettsiden til Chappel, alch.shop

kan man kjøpe STL filer til alle de ulike produktene han har designet, og lage de selv. Han har gjennom erfaring laget mange ulike kolleksjoner av produktene sine, der han kommer nye og forbedrede konsept etter hvert. Dette belyser realiteten i at et produkt ikke er skapt av en idé og dermed et dette en utmerket inspirasjonskilde for dette prosjektet.

4 Bearbeidingsmetoder

4.1 Produktutvikling

4.1.1 Brainstorming – tankekart

Brainstorming er fellesbenedelse som brukes om ulike metoder for fri assosiasjon. Dette betyr at man tar for seg et emne eller en problemstilling og tømmer seg for ideer rundt dette uten å være kritisk. Her er målet ofte å «tenke vilt» eller å «tenke utenfor boksen», for at man skal klare å komme opp med nye kreative ideer. Mange av metodene kan benyttes i både grupper og individuelt (Lerdahl, 2007). For dette prosjektet vil metodene som blir benyttet utført av forfatter alene.

Tankekart eller mindmapping er en metode som er utviklet av Tony Buzan. Denne metoden går ut på å tegne opp et assosiasjons-tre hvor man skriver ned ulike assosiasjoner i forgreninger, både individuelt eller i grupper. Dermed kan man få en enkel oversikt over et tema eller felt. Et slikt tankekart skaper også en god oversikt over ulike faktorer som er viktig at man tar hensyn til før man starter utviklingen av prosjektet. Mange bruker kanskje et tankekart når de skal skrive referater fra bøker eller forelesninger, men tankekart kan også brukes til å utvikle nytt materiale eller få frem sammenhenger (Lerdahl, 2007).

Tankekartet starter enkelt på midten av et ark, vanligvis A3, med det aktuelle temaet eller feltet. Deretter lager man utgreninger som man assosierer temaet med, som tanker, informasjon, løse ideer i form av ord, symboler eller små tegninger/ikoner. Når man ser seg fornøyd med disse utgreningene bygger man videre på denne grenen og skriver ned ting man assosierer med den aktuelle grenen. Denne prosessen kan gjerne gjentas flere ganger, eller det kan lages nye tankekart for enkelte deler fra forrige tankekart for å se om det kommer frem

flere nye tanker. Målet med et slikt tankekart er å få ned flest mulige assosiasjoner på arket på kortest mulig tid, fordi den ene assosiasjonen leder ofte til den neste. Gjennom tankekart får man også muligheten til å oppdage tilfeldige koblinger mellom ord og ting som er den viktige del av kreativ tenkning (Lerdahl, 2007).

4.1.2 Storyboard

Storyboard er en ideutviklingsmetode for komplekse oppgaver. I motsetning til brainstorming tar man ideutviklingen et steg videre og tenker på sekvensen av handlinger eller situasjoner rundt en løsning og utvikler ideer ved å endre på den enkelte handling eller rekkefølgen i handlingene. Dette kan skape nye perspektiv eller løsninger ved prosjektet. Denne metoden egner seg spesielt godt til oppgaver der det er snakk om mange handlingssekvenser. Metoden setter søkelyset på brukerperspektivet, hva brukeren gjør eller kunne tenkt seg å gjøre med det løsningsforslaget de blir presentert for (Lerdahl, 2007).

Man starter med å lage enkle skisser av ulike handlinger rundt løsningen, tegningene trenger ikke være avanserte. Scenariene kan gjerne beskrives med ord, for bedre forståelse. Her kan man lage både oversiktsbilder og nærbilder, begge perspektiv kan avdekke ny informasjon og økt forståelse for oppgaven. Videre kan man lage nye skisser for handlingsforløpet fra brukeren møter produktet, til han forlater det. Når alle sekvenser i scenariet er skissert er dette et godt verktøy for diskusjon (Lerdahl, 2007).

Med storyboard kan man utvikle mange ulike brukssituasjoner og få et nytt syn på hvilke behov man må ta hensyn til. Ved å visualisere det gjennom tegning kan man enkelt få en oversikt og forstå hvor det vil oppstå stagneringer eller komplikasjoner. Dette vil ikke bare hjelpe ideutviklingen, men også forståelsen for produksjonsløpet. Her vil ulike styrker og mangler rundt produktet komme frem. Dermed kan man tidlig i prosjektet sette rammer for produktet gjennom for eksempel en kravspesifikasjon, basert på det man oppdaget i storyboardet.

4.1.3 Prototyping

Forskning og design er ofte referert og presentert som to ulike verdener. Om man skal sette det på kanten, blir forskere ofte sett på som personer som rasjonelt tilegner seg kunnskap gjennom en rekke eksperimentelle tester fra hypoteser. På den andre siden blir designere sett på som personer som kreativt setter nye produkter ut i verden med en liten smule generalisering (Stappers, 2013).

Begrepet prototyping har eksistert lenge innenfor produktdesign. Generelt sett blir prototyping beskrevet som ting man lager, som gir oss muligheten til å se hvordan ting muligens vil bli eller ikke bli gjennom en prosess av produksjon og testing. 3D-printing kan være et eksempel på en slik prosess. Prototyper brukes til å oppdage feil eller forbedringer ved designet til et produkt (Stappers, 2013). Dermed kan det brukes som et forskningsinstrument, for å både se nye løsninger og for å validere forventninger til produktet (Stappers, 2013).

Rapid prototyping (RPT) er en egen del av prototyping. Dette er en raskere og mindre nøye prosess der man lager prototyper på veldig kort tid. Disse modellene blir ofte veldig «røffe» men gir utvikler innsikt i størrelsesforhold og ulike varianter på kort tid. Rapid prototyping som et verktøy ivaretar på en bedre måte det subjektive og taktile behovet i designprosessen (Lerdahl, 2007). RPT-modeller kan lages i for eksempel leire/plastilin. Deretter kan man skanne de inn på en PC og glatte ut urenheter i flatene (Lerdahl, 2007). Når man lager prototyper er det mulig å printe modeller i ulike farger og gjøre den solide og sterke, rent konstruksjonsmessig. I praksis kan denne metoden være kostbar å bruke i forhold til å lage modeller for hånd, og virker i dag mest nyttig for de senere faser av idéutviklingen (Lerdahl, 2007).

4.1.4 Designmetodikk

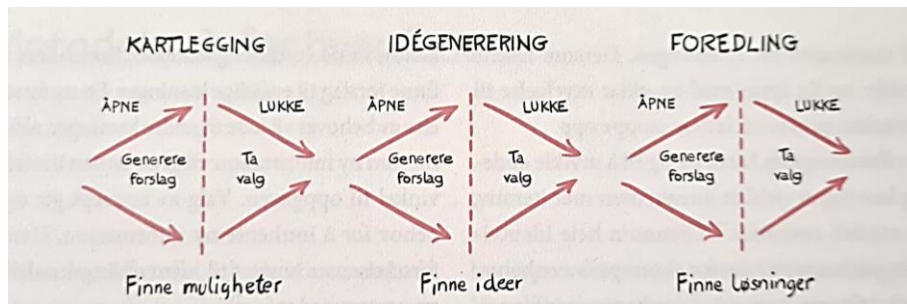
Det finnes mange ulike metoder for å designe og utvikle et produkt. Dette prosjektet vil ta utgangspunkt i *Metodikk med tre hovedfaser*, som er en nyttig metode når det kommer til idéutvikling og produktutvikling. Metoden skaper flyt i arbeidet og åpner opp for gode refleksjonsstadier i utviklingen. Den første fasen, *kartlegging*, handler om å finne muligheter

for prosjektet. I neste fase skal man finne ideer for *idégenerering*. I *foredlingsfasen* skal man finne løsninger (Lerdahl, 2017). Metodikken bygger på mangeårig målrettet testing og utprøving, både i undervisning og i en rekke bedrifter og organisasjoner (Lerdahl, 2007).

I første fase, *kartlegging*, er målet å finne muligheter, potensial og retninger for idégenereringen. Her skal man altså forstå og definerer oppgaven, avdekke brukerbehov og konkurrenter, se hva som allerede finnes, og få frem relevant informasjon (Lerdahl, 2017). Kartleggingen er nødvendig for å gi retning til arbeidet og for å forstå og tydeliggjøre oppgaven. Dette kan gjøres gjennom å utvikle en formveileder. Når man avslutter denne fasen skal man trekke ut de beste innsikter og muligheter til videre idégenerering (Lerdahl, 2017). I dette prosjektet har dette blitt benyttet gjennom oppgaveklargjøring med oppdragsgiver derav konseptide, kartlegging av eksisterende løsninger ved IVB-lab, kravspesifikasjon og markedsanalyse.

I den neste fasen, *idégenerering*, er målet å utvikle ideer, basert på funnene fra kartleggingen. Her kan man benytte ulike brainstormingsmetoder sammen med en rekke «tenk ut av boksen»-metoder (Lerdahl, 2017). Dette kan gjøres gjennom for eksempel tankekart, storyboard eller vregningsmetoder. Dette ble tegnet på et nettbrett ved hjelp av appen Autodesk Sketchbook. Avslutningsvis i denne fasen er det tilsvarende viktig å kunne trekke ut de beste ideene for videre arbeid i foredlingsfasen (Lerdahl, 2017).

I siste fase, *foredling*, er målet å finne gode løsninger. Ulike metoder for å bearbeide, sammenligne, evaluere, velge ut og selge ideer presenteres. Denne fasen handler også om å utvikle en plan for innslag, og hvordan løsningsforslagene skal implementeres (Lerdahl, 2017). Dette vil være den største og viktigste delen av designfasen, og kalles i dette prosjektet idemyldring og konseptutvikling. Her blir Gestalt teori om persepsjon, Tjalves metode og andre formgivings-teorier benyttet. I denne fasen ble ideer visualisert gjennom tegning på nettbrett med appen Autodesk Sketchbook, 3D-modellering på datamaskin ved hjelp av programmet Solidworks og modellering med blant annet plastilina. I denne fasen er det lurt å presentere de beste forslagene for utenforstående, da dette gir kvalitetssikring av arbeidet (Lerdahl, 2017).



Figur 5 - Tre hovedfaser i nyskapsarbeidet, Kilde: (Lerdahl, 2017)

Gestaltteori

Gestaltteori ble utviklet av Max Wertheimer, Kurt Koffka Wolfgang Kohler og Christina von Ehrenfels. Gestalt betyr «konfigurasjon» eller «helhet» og handler om hvordan vi oppfatter ulike mønstre. Gestalt persepsjon er en essensiell del av visuelt design og det finnes mer enn ti ulike lover. Noen av de mest aktuelle for dette prosjektet er *Gjentagelse*, *Likhet*, *Lukkethet* og *Symmetri* (Bradley, 2014).

Tjalves metode

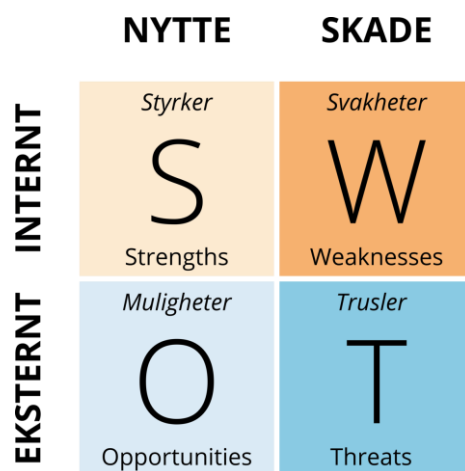
Eskild Tjalve skrev i 1976 boken «systematisk utforming af industriprodukter». Tjalves metode handler om å belyse en problemstilling gjennom tegninger og modeller. Man visualiseres tankegang og løsninger ved hjelp av symboler, skisser, tegninger, bilder og fysiske modeller. Det bygger på systematisk kombinasjon, variasjon eller oppbygging av funksjonselementer som gir forslag til løsninger eller løsningsalternativer. Gjennom etablering av hovedfunksjoner, delfunksjoner og midler, prinsipiell struktur og kvantitativ struktur kommer man frem til en totalform og en elementform (Tjalve, 1976).

4.1.5 SWOT-analyse

SWOT er en forkortelse av ordene *strengths* (styrker), *weaknesses* (svakheter), *opportunities* (muligheter) og *threats* (trusler). En SWOT-analyse kan være et innledende, enkelt verktøy for å analysere en organisasjon, et forretningsområde, et eksisterende produkt eller et nytt løsningsforslag (Lerdahl, 2017). Analysen kan brukes inngående for å avdekke en rekke situasjoner som har eller kan oppstå under designprosessen (Farstad & Jevnaker, 2010). Metoden bidrar til å klargjøre hva som er styrker og svakheter i løsningen, samt hvilke muligheter og hindringer som ligger i løsningen (Lerdahl, 2017). Gjennom en slik refleksjon kan man fort belyse et prosjekts egenskaper, både positive og negative. Analysen kan brukes

som grunnlag for å utvikle nye og bedre løsninger, men metoden egner seg ikke til å løse tanker og ideer som ikke er spesifisert nok (Lerdahl, 2017).

Man starter med å tegne en matrise som vist nedenfor (figur 6), på et stort ark. Deretter skriver man ned punkter som passer inn i hvert av de fire kvadratene. Her kan det være lurt å ta for seg et område av gangen. Deretter kan man gruppere lappene ut ifra tematikk. Når man har dannet seg ulike grupperinger kan man diskutere utfallet med andre parter og endre det deretter. Deretter kan man skrive lapper i felleskap om det er behov for. Til slutt velger man ut de viktigste punktene innenfor hver kvadrant som man må ta tak i.



Figur 6 - SWOT-matrise, Kilde: SNL.no

4.1.6 Brukertestning

For å skape validitet til et prosjekt er det viktig med brukertestning. I utvikling av ideer kan vi fort se oss blinde. Når man kommer frem til en løsning kan man tro at dette er det mest optimale, samtidig som man kan ha oversett kritiske faktorer for at brukerne skal velge løsningen. Gjennom brukertestning får man testet om løsningen holder mål for sluttbrukeren. Brukertestningen kan avdekke mangler ved brukervennlighet, og dette er spesielt kritisk når brukerne er forskjellige fra oss selv, slik som barn, eldre eller lignende (Lerdahl, 2017). For at brukertestningen skal bli sterkes skal den helst utføres på ulike brukere med ulike behov eller egenskaper.

5 Resultat

5.1 Innsamlingsmetoder

5.1.1 Markedsanalyse

Gjennom markedsanalysen ble det belyst noen av de eksisterende leverandørene av ulik oppbevaring for verktøy. Her kom det også frem ulike metoder som blir benyttet for at kjøpsopplevelsen til bruker skal gå så smertefritt som mulig for seg. Mange bedrifter har ulike løsninger for tilpasning av et produkt, noe som er viktig hvis man skal nå ut til mange. Likevel er det noen ting som går igjen i markedsanalysen. Ofte er det oppbevaring i plast, som mange ganger er produsert i utlandet og transportert til Norge. Leverandørene sine systemer kommer i mange ulike størrelser og variasjoner, men ingen baseres på et felles- eller parametrisk design. Dette begrenser kundens mulighet til tilpasning, samtidig som produktene ikke er veldig bærekraftige grunnet transport og produksjon i utlandet. Dette er viktige faktorer som vil bli tatt med videre i prosjektet.

5.1.2 Brukerintervju

5.1.2.1 1. brukerintervju

Første omgang av brukerintervjuer tok sted i uke 21. Disse intervjuene ble utført for å få frem problem og utfordringer ved den nåværende løsningen ved IVB-laben. Dette ble gjort uten å opplyse intervjuobjektene om verken forfatters eller oppdragsgivers tanker rundt pallereolen. Dermed sto intervjuobjektene fritt uten tanker om hvordan løsningen kanskje kom til å bli. I dette intervjuet ble det spurt om generelle oppfatninger rundt pallereolen, slik at man på den måten fikk frem ulike synspunkt og meninger uten at det var alt for opplagt hva prosjektet er ute etter (se vedlegg).

5.1.2.2 2. brukerintervju

Neste brukerintervju ble foretatt i uke 27. Denne gangen ble intervjuobjektene informert om konseptideen til oppdragsgiver og utviklingen av konseptet så langt. Her var fokuset å finne mulige hull som prosjektet hadde oversett og dekke disse. Her var det også mulighet for intervjuobjektene å komme med tips og nye idéer til det allerede designede konseptet. Dette gav prosjektet en ny vinkel og forbedringer ble gjort fortløpende.

5.2 Bearbeidingsmetoder/Produktutvikling

5.2.1 Tankekart/brainstorming

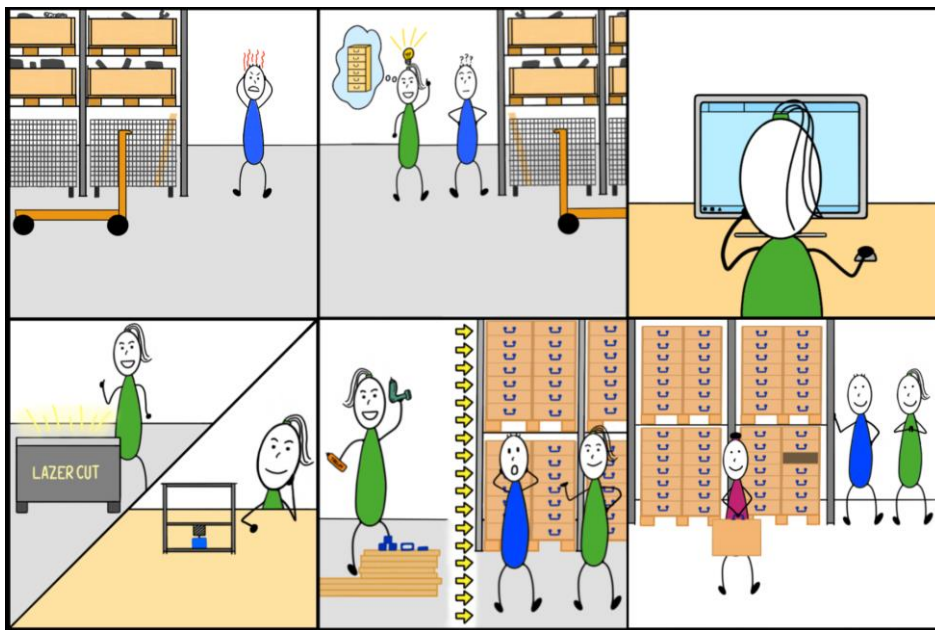
Et tankekart gir en god oversikt over hva som er start-ideen for prosjektet. Her startet det hele med emneordet «Oppbevaring IVB/ID-lab». Ut fra dette ordet ble tegnet forgreninger med verdier eller krav som er lurt å tenke på når produktet skal utvikles. Tankekartet man kan se nedenfor ble først tegnet på et A3-ark for å få prosessen til å gå fort, slik at man ikke er kritisk rundt det man skriver ned. Senere ble dette tankekartet tegnet opp på et nettbrett for ryddigere og penere utseende.



Figur 7 - Tankekart oppbevaring i IVB/ID-lab, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

5.2.2 Storyboard

For å gi bedre innsikt i idéen bak konseptet har det blitt laget en illustrasjon som viser en potensiell brukersituasjon. Illustrasjonen følger bruker fra en startsituasjon med et rotete og dårlig organisert oppbevaringssystem (bilde oppe til venstre), gjennom bestilling og lokal produksjon og montering av reoler og kofferters, til integrering av det nye systemet som erstatter det tidligere (bilde nede til høyre), som gjør at alle studenter kan finne frem til og låne kofferters enkelt og raskt.



Figur 8 - Brukersituasjon, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

Gjennom denne designmetodikken ble det oppdaget at reolene burde stå med åpningene ut mot den korteste siden av europallen. Dette for at alle koffertene skal være tilgjengelig fra begge sider av reolen, men også for at man skal ha mulighet til å sette flere europaller med reoler ved siden av hverandre uten at det hindrer brukeren i å ta ut koffertene fra reolen. Ved levering av dette konseptet er det også nødvendig med en del utstyr, som skruer, trelim og drill.

Etter sist bilde ble laget ble det oppdaget at det er nødvendig med et system der man vet om en koffert er utlånt eller ikke. Slik at hvis man trenger utstyr, kan man enkelt sjekke i en database om kofferten brukeren trenger er tilgjengelig. I tillegg kunne man laget illustrasjoner som forklarte hva som kunne skjedd om man plutselig var tom for skruer i en beholder. Dette er element som er en del av det videre arbeidet til dette prosjektet, da dette prosjektet har

verken tid eller kapasitet til å utforske alt. Likevel er det viktig å ta med seg gjennom prosjektet slik at det skal være enkelt å bygge videre på.

5.2.3 Idémyldring og konseptutvikling

Siden denne konseptideen består av flere ulike komponenter vil det være gunstig å rangere disse ut ifra hva som vil bli vektlagt i designprosessen. Denne avgrensingen vil sørge for at prosjektet har en logisk utvikling der fokuset legges på de komponentene man er avhengig av for å forske på det parametriske designet. Et lite unntak her er innsatsbokser i koffertene. Denne komponenten vil ikke bli vektlagt i designprosessen, men vil heller bli prioritert under kapittelet 5.3 Parametrisk design.

Mer viktige element i designprosessen

- Koffert
- Reol
- Hjørnebeskytter
- Håndtak

Mindre viktige element i designprosessen

- Koffert sammenføyning
- Innfestning reol
- Lås
- Innsatsbokser

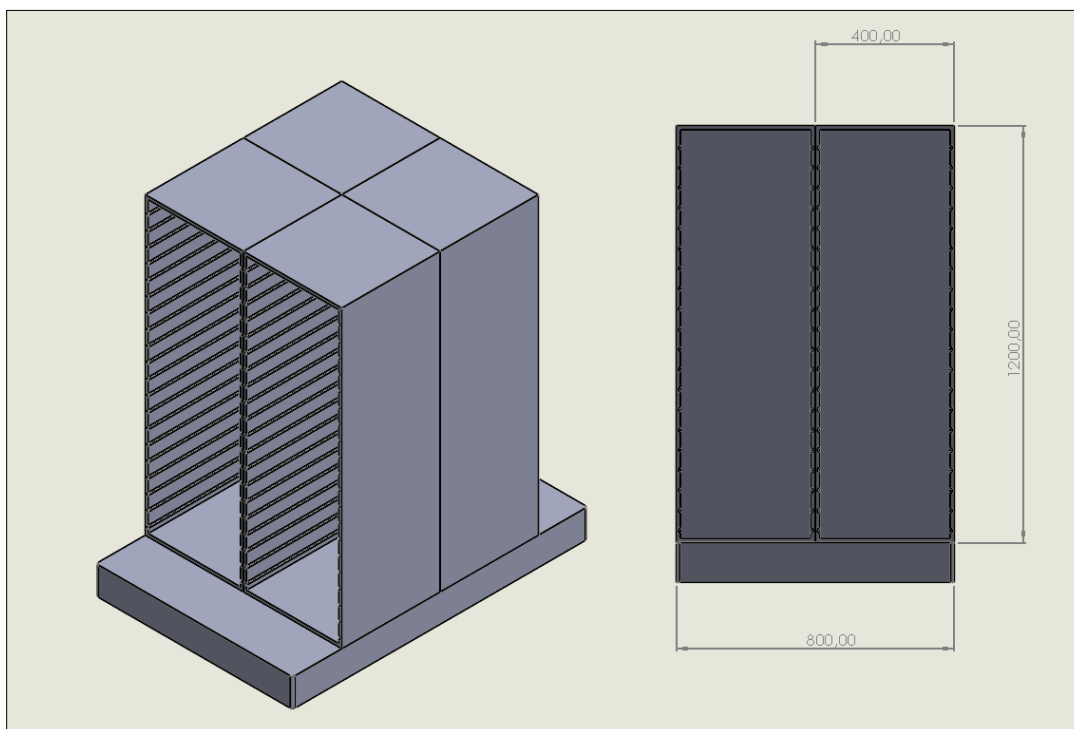
5.2.3.1 Reol

Den største komponenten i prosjektet er reolen. Denne skal oppbevare alle koffertene når de ikke er i bruk. Som det er illustrert i figur 9 er tanken at fire slike reoler skal stå sammen på en standard europall. Dermed kan man enkelt flytte rundt på reolene som er fylt med tungt utstyr, ved hjelp av en truck eller ei jekketralle. I utgangspunktet var det meningen at alle reolene skulle stå med åpningen ut mot langsiden, da dette var mest naturlig med tanke på at

koffertene er lenger i bredden enn i dybden, og dermed ville reolene bli 1200*600*400 mm (h/b/d).

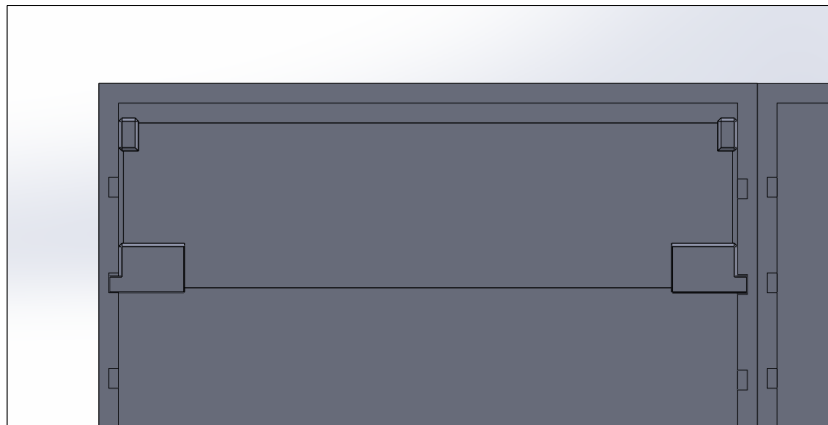
For at man skal få tilgang til koffertene samtidig som europallene med reolene står plassert i pallereolen må man plassere reolene med åpningen ut mot kortsiden av europallen. Da vil målene hovedsakelig bli snudd på hodet, slik at åpningen blir 400 mm bred og reolen kan være 600 mm i dybden. Dermed har man tilgang til koffertene på begge sider av pallereolen. Likevel vil det ikke være gunstig å ha en koffert som er 600 mm dyp. I utgangspunktet vil det være ønskelig at koffertene kanskje er 400*350 mm. En annen faktor er også at pallereolen er 1100 mm dyp. Dette tilsier at 50 mm av europallen stikker ut på hver side av pallereolen. Da vil det være lurt vertfall plassere reolene 50 mm inn på europallen, slik at de ikke rekker utenfor pallereolen. I illustrasjonen nedenfor er veggene i reolen 12 mm tykke. Som nevnt tidligere skal reolen være 1200 mm høy. Dette ble avgjort på det grunnlag av at maksbelastning i høyden på en europall er 1200 mm (Stand, u.å.).

Etter å ha tegnet reolen i passende størrelse til europallen i Solidworks, slik at den ikke er dypere enn den er bred, plassert fire reoler med ryggen mot hverandre oppå en europall, ble det seende slik ut:



Figur 9 - Reol på europall, Kilde: eget materiell

For å plassere koffertene i reolen ble det til å begynne med tenkt at det skulle lages hyller i reolen, som koffertene settes på plass i. I senere tid viser det seg at det er mer praktisk å lage subtraherende spor i innerveggene til reolen, og at man dermed kan lage tilhørende adderende spor i kofferten. Dermed unngår man en ekstra produksjonsprosess og montering av disse hyllene, samtidig som reolene blir parametrisk utviklet. For å lage en enkelt reol kompatibel med koffert i flere ulike størrelser er sporene laget med en avstand tilsvarende halvparten av høyden til *Koffert 1*, derav 50 mm (+/- 3 mm). I likhet med koffertene vil reolene kunne bygges med fingerskjøt. Kofferten i bildet under er 370*320 som eget emne uten hjørnebeskyttere.



Figur 10 - Koffert plassert i reol, Kilde: eget materiell

Når koffertene plasseres i reolene er det viktig at de sitter på plass og ikke kan skli ut ved transportering av europallen alt står på. Derfor kan det være lurt å lage et ekstra mønster i det subtraherende sporet i reolene slik at når man setter en koffert på plass, vil den skli ned i et spor som låser den fast. Dette sporet må utformes slik at det fortsatt er lett å ta kofferten ut av sporet, samtidig som det hindrer kofferten fra å skli ut. Her må også toleranser rundt målene endres slik at ikke koffertene krasjer når de slippes ned i sporene.

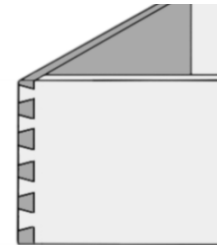
5.2.3.2 Koffert

Hovedfokuset i designprosessen i dette prosjektet vil være kofferten. Denne har mange ulike komponenter, og er den delen av konseptet brukerguppen vil håndtere mest. Dermed er det viktig at denne er så brukervennlig som mulig. I markedsanalysen ble Alexandre Chappel sine koffert og ideer beskrevet. Koffertene og reolene hans vil være en stor inspirasjon gjennom konseptutviklingen. Derfor har prosjektet gått til innkjøp av plantegninger og STL-filer for produksjon av Chappels koffert (Chappel, u.å.). Målene på Chappels koffert, hjørnebeskytter,

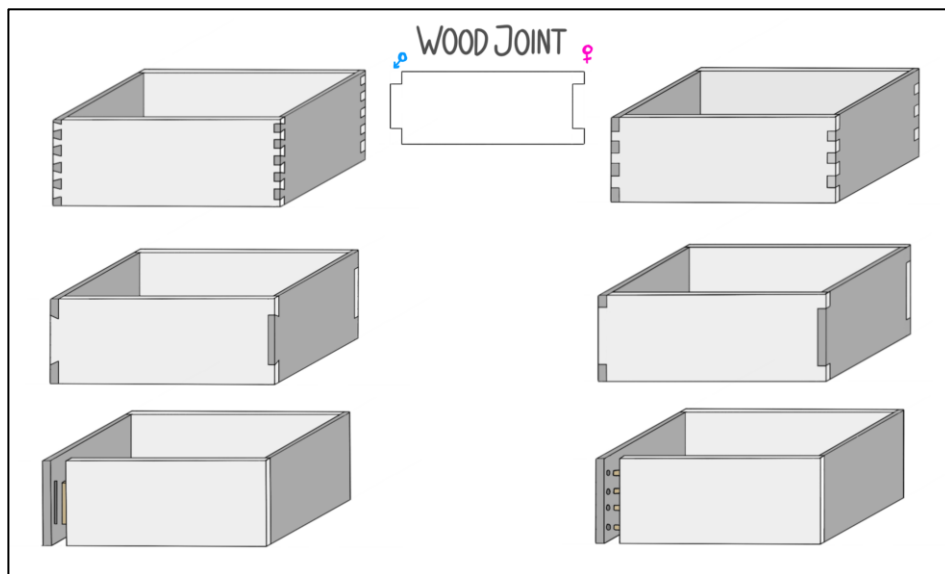
lås og håndtak vil bli brukt som utgangspunkt når alle delene skal designes. Dette vil gjøre designprosessen betraktelig enklere siden man har realistiske størrelser og gå ut ifra. Likevel er det viktig at dette prosjektet utvikler et eget og forhåpentligvis forbedret konsept ved hjelp av det Chappels utmerkede idé.

For å sammenføre hjørnene til kofferten vil en metode kalt «wood joint» være et bra alternativ. Det finnes mange ulike variasjoner rundt utforming av denne metoden, der den mest aktuelle for dette prosjektet og kalles «dovetail» eller svalehale (figur 11 og figur 12 oppe t.v.). Denne metoden strekker seg helt tilbake til det første Egyptiske dynastiet (3000 år f.Kr) (Lucas & Harris, 1989).

Svalehale-metoden ble også hyppig benyttet i romerske møbler og konstruksjon (Pollio, 1999). Ulike sammenføynings-design har blitt skissert for å finne den beste metoden basert på begrensningene laser-kutteren har. Det er også viktig at sammenføyningen på kofferten går opp med størrelsesvariasjonene av boksene som skal lages.



Figur 11 - Svalehale-metode, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

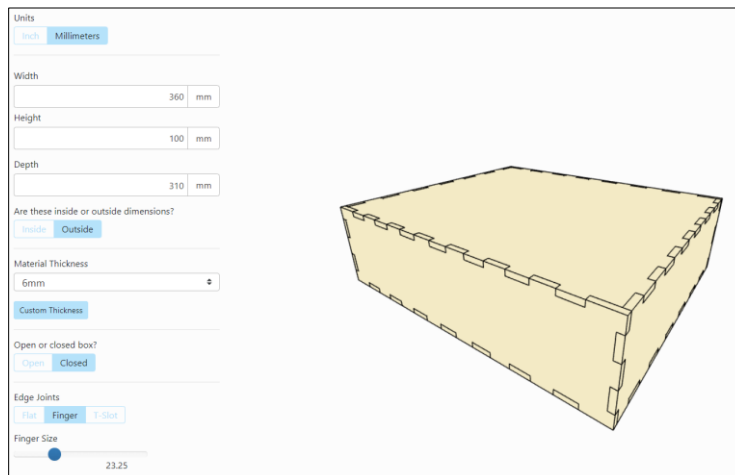


Figur 12 - Wood Joints, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

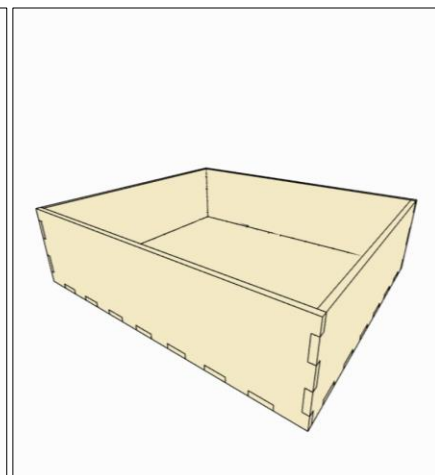
Etter litt undersøking har det blitt konstatert at enkel fingerskjøt (oppe t.h. figur 12) er den mest logiske alternativet for dette prosjektet. Denne metoden er like, om ikke mer kraftig enn en svalehale-skjøt. Fordelen med en svalehale-skjøt er at den er smal i starten og bygger utover, dette lager en låsemekanisme i en retning når du setter hjørnene sammen, men dette kan også skape en svakhet i «fingrene». I tillegg vil utskjæringen av en svalehale-skjøt være mer komplisert siden man må skjære i ulike vinkler, dette må man ikke med en enkel

fingerskjøt. I dette prosjektet skal skjøtene festes med tre-lim, og da vil ikke en slik låsemekanisme som svalehale-skjøten skaper, være nødvendig. Her vil en solid og presis skjøt være det viktigste. Denne metoden er primært sett benyttet på grunn av egenskapene til en laserkutter, så om man ikke kan benytte seg av denne tilvirkningsmetoden fins det også enklere alternativ, som for eksempel at man bare kapper emnene rett av og bruker skruer for å feste de sammen.

Gjennom undersøkningen ble nettsiden *MakerCase.com* oppdaget. Her har man muligheten til å generere bokser med fingerskjøt automatisk. For å gjøre prosessen med finger-skjøtene litt enklere, kan man bruke programmet i produksjon av koffertene. Her legger man enkelt inn de ønskede målene til kassen og deretter kan man eksportere en SVG-fil som konverteres til en AI-fil, som man benytter når man skal skjære til emnet i laserkutteren. Dette betyr dermed at programmet lager parametrisk utregnede fingerskjøter for deg. Man kan også velge om man skal ha en åpen eller lukket boks. Hvis man velger åpen boks, vil det være mulighet for å lage et eget lokk som man fester på i ettertid. Ulempen her er at dette vil kreve en egen prosess, utenfor SVG-filen som blir benyttet.

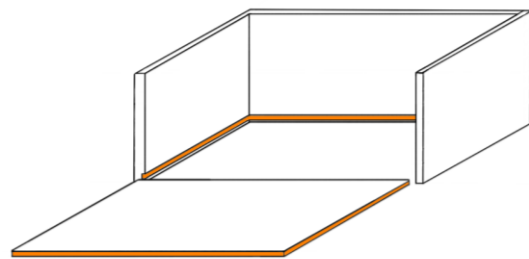


Figur 13 - Lukket boks med fingerskjøt - Kilde: *makercase.com*



Figur 14 - Åpen boks med fingerskjøt - Kilde: *makercase.com*

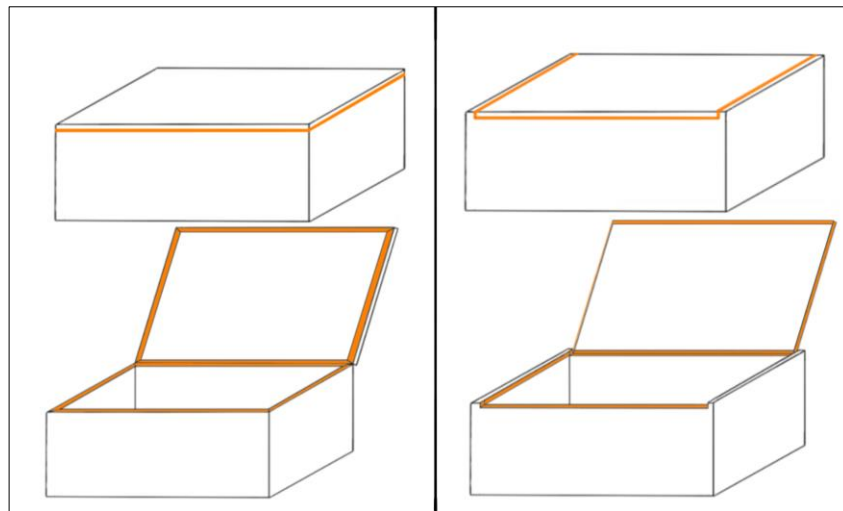
Det fins mange alternativ til hvordan man kan lage lokket til kofferten og et av alternativene kan være å lage to åpne bokser med ulik høyde, der den som er ganske lav høyde brukes som lokk, mens den andre blir selve kassen. Et annet alternativ kan være å lage en lukket boks, lime den sammen, og når alt er tørket kan man skjære av toppen, som blir lokket. Når man limer sammen alt



Figur 15 - Bunnplate i spor, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

på denne måten vil skjøten i hjørnene bli både sterk og veldig rett. Det er nemlig en fordel å ha rette koffertter når boksene skal være parametrisk utviklede. I utgangspunktet var planen å lage alle veggene til kofferten, for så å lage spor nederst på alle veggene der man kunne føre inn en bunnplate. Dette vil ikke være nødvendig i noen av de to alternativene som er nevnt ovenfor.

Om man skal lage lokket ved å skjære lokket ut av en lukket boks må man vurdere om man skal lage lokket ved å skjære rundt hele toppen av boksen (t.v. figur 16), eller skjære lokket, ved å ikke berøre de korte veggene (t.h. figur 16), slik at den blir slik som Chappels koffert. Her vil funksjonsflaten til lokket avgjøre valget, dette er illustrert med oransje farge i bildet under. Om man velger å skjære lokket av rundt hele toppen av boksen, vil funksjonsflaten bli ganske stor og lokket får ingen ramme å passe ned i. Hvis man derimot skjærer av lokket ved å ikke røre de korte veggene, vil lokket passe trangt og pent ned mellom de to veggene når det lukkes. Dette vil også forhindre at lokket blir skjevt med tiden, fordi det alltid vil gå ned mellom sideveggene.



Figur 16 - Utskjæring lokk, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

5.2.3.3 Hjørnebeskyttere

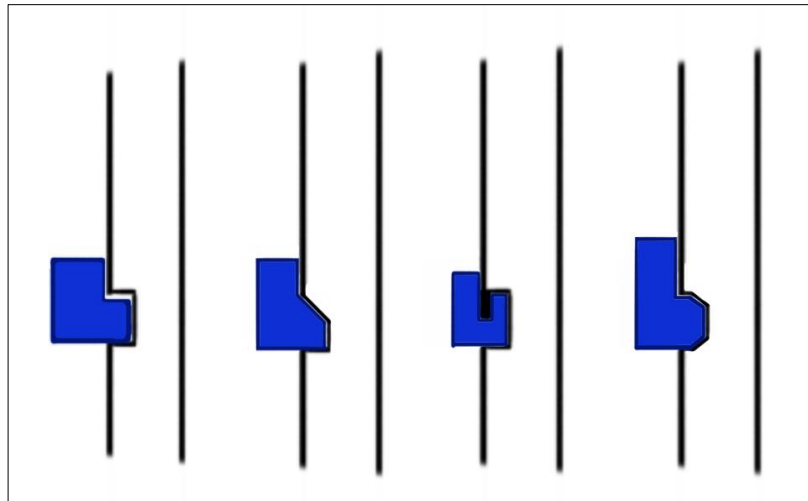
Når det gjelder hjørnebeskytterne, skal disse ha to formål. De skal beskytte hjørnene til kofferten, siden dette er den delen av kofferten som er mest utsatt for slitasje. Samtidig skal de fungere som spor når man skal sette kofferten på plass i reolen. En utfordring her er at lokket på kofferten vil være ganske tynt som vil begrense størrelsen på hjørnebeskytterne som skal festes i de fire øvre hjørnene av kofferten. Derfor kan en mulighet være å bare ha spor på

hjørnebeskytterne som festes i de fire nedre hjørnene av kofferten. Ulempen med dette er at all vekten til koffertene vil hvile på disse fire hjørnene.

Nå man studerer kofferten til Chappel, vil man se at han har laget alle hjørnebeskytterne som en sammenhengende del som går fra øverste hjørne til nederste hjørne. Her må det undersøkes om det er mest fornuftig å ha hjørnebeskyttere som henger sammen oppe og nede, slik som Chappel sine, eller delte for hvert av hjørnene. Chappel har laget tilpassede hjørnebeskyttere for hver av de fire hjørnene. Fordelen med å lage slike hjørner, er at samtidig som de beskytter hjørnene, vil de binde sammen alle skjøtene slik at det blir ekstra stramt. I en perfekt verden ville det vært ønskelig å lage fire like hjørnebeskyttere som passer til alle fire hjørnene, eventuelt fire like hjørnebeskyttere som passer til hjørnene oppe og fire like hjørnebeskyttere som passer til hjørnene nede. Dette for at det skal være enklest mulig å produsere og sette sammen.

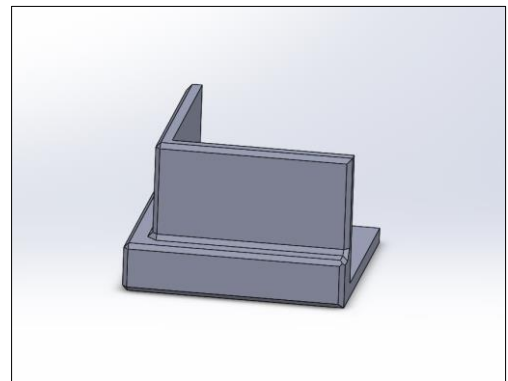
I dette prosjektet har det likevel blitt bestemt å ha delte hjørnebeskyttere for hjørnene oppe og nede. Hovedgrunnen til at hjørnebeskytterne må være delt i to, er med tanke på det parametriske designet, slik at det skal være mulighet for å produsere koffertene i ulike størrelser. Når man gjør det på denne måten, kan man bruke alle åtte hjørnebeskytterne uavhengig av høyden på kofferten. Dette vil også åpne for gjenbruk av hjørnebeskytterne, slik at om man vil kaste en gammel og oppbrukt koffert, eller ønsker å endre den til en annen høyde, kan man enkelt ta av hjørnene og bruke de på en ny koffert. Hjørnebeskytterne som skal plasseres oppe blir designet ut ifra hvordan lokket blir skjært ut, slik at lokket er enkelt å lukke opp og igjen uten å bli berørt av hjørnebeskytteren.

Hjørnebeskytteren i de nedre hjørnene skal som nevnt tidligere fungere som spor når man skal sette kofferten på plass i reolen. På bildet nedenfor kan man se ulike formvariasjoner av funksjonsfeltet til de nedre hjørnebeskytterne. Ved en vurdering av hvilket alternativ som passer best til dette prosjektet må man tenke på begrensningene til verktøyene som blir benyttet i dette prosjektet. For at produksjonstiden til både sporene i reolen og hjørnebeskytterne skal bli kortest mulig, vil være lured å velge utformingen til helt til venstre i illustrasjonen.

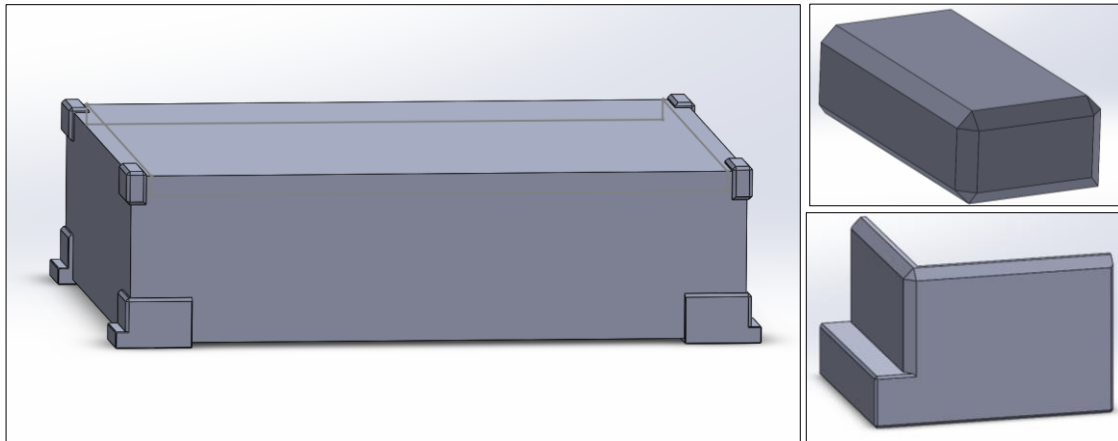


Figur 17 - Formvariasjon nedre hjørnebeskytter, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

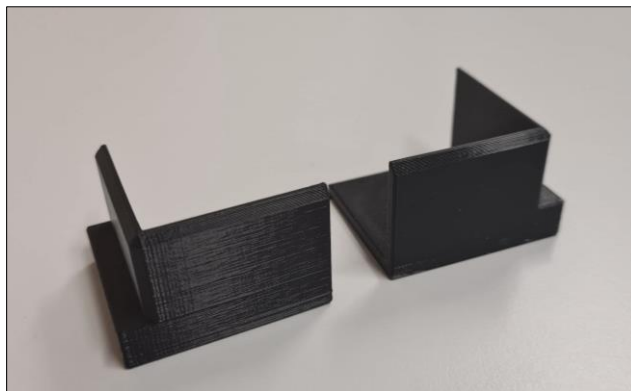
I utgangspunktet var tanken at alle hjørnene nede skulle ha lik utforming, med skinner på begge sider, slik at man kunne bruke alle fire hjørnebeskytterne på hvilket som helst hjørne, som illustrert i figur 18. Dette skulle gjøre det lettere for brukeren å både produsere og montere de på kofferten, da det ikke er mulig å plassere de nedre hjørnehjørnebeskytterne feil. Likevel er det viktig å spare på materiale, slik at man ikke kaster bort unødvendig filament på hjørnebeskytterne. Derfor ble det endret slik at hjørnebeskytterne bare har skinne på den ene siden. Dette vil si at hjørnene som står diagonalt overfor hverandre er like. Altså fremme til høyre og venstre bak er like, og fremme til venstre og høyre bak er like. Dermed blir ikke produksjon- og monteringsprosessen så veldig vanskelig for bruker likevel. Den grå linjen i det største bildet under indikerer hvor lokket vil eventuelt være skjært ut.



Figur 18 - Hjørnebeskytter universal, Kilde: eget materiell



Figur 19 - Hjørnebeskyttere, Kilde: eget materiell



Figur 20 - 3D-print av hjørnebeskyttere nede, Foto: Kristina Eraker Ødegård



Figur 21 - 3D-print av hjørnebeskyttere oppe, Foto: Kristina Eraker Ødegård

5.2.3.4 Håndtak

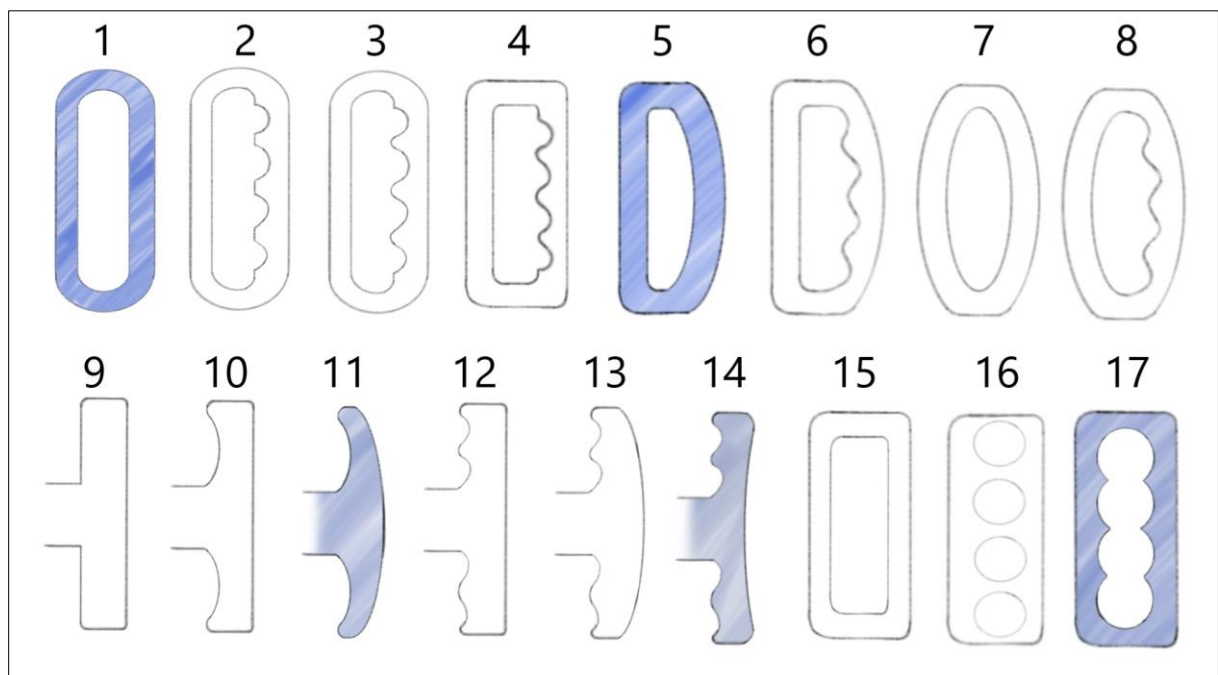
En viktig del av designprosessen er håndtakene som skal tilhøre koffertene. Det er viktig at disse er utformet slik at de er både ergonomiske og solide. Hånden er konstruert som et gripeverktøy som skal kunne brukes med både kraft og presisjon. Håndens ulike grep kan grovt sett deles i to store grupper, kraftgrepene og presisjonsgrepene. Det som karakteriserer som et kraftgrep er når store muskelgrupper i underarmen brukes og gir et kraftfullt grep med dårlig presisjonsegenskaper (Valvik & Øritsland, 1997). Når håndtaket skal utvikles, det det i all hovedsak dette grepet som vil være utgangspunktet.

Ved produksjon av håndtaket kan man velge om man skal benytte seg av en additiv eller subtraktiv tilvirkningsmetode. Den aktuelle additive tilvirkningsmetoden for dette prosjektet

er 3D-printing. Den subtraktive tilvirkningsmetoden som skal benyttes i dette prosjektet er laser-kutting.

Utfordringen med et subtraktivt håndtak vil være at man trenger plass inni kofferten når hånden skal gripe rundt håndtaket. Dermed kan man også skade hånden på skarpe deler som er inni kofferten. Med et subtraktivt håndtak kan også deler som ligger inni kofferten falle ut av hullene. Man kan selvfølgelig lage et rom inni kofferten som sparer plass til hånden, samtidig som den beskytter, men dette vil bli enda en produksjonsprosess. En annen utfordring kan være at det vil være nødvendig å behandle det utskårede håndtaket slik at det er behagelig å holde i.

Utfordringen med et additivt håndtak er at håndtaket vil bygge ut fra kofferten, og kan komme i veien når den står på plass i reolen. Alternativt kan man fjerne noe av dybden til kofferten, eller gjøre selve reolen dypere, slik at håndtaket kommer på innenfor reolen. I tillegg er en additiv tilvirkningsmetode, som 3D-printing noe tidkrevende. Etter det ble konstatert at reolene må stå med utsiden ut mot kortsiden av europallen, vil det være mulig å lage reolene ganske dype. Dermed vil et additivt håndtak være den beste løsningen for dette prosjektet. For å komme frem til et ergonomisk og estetisk pent håndtak har det gjennom idemyldring blitt illustrert ulike formvariasjoner av et additivt håndtak.



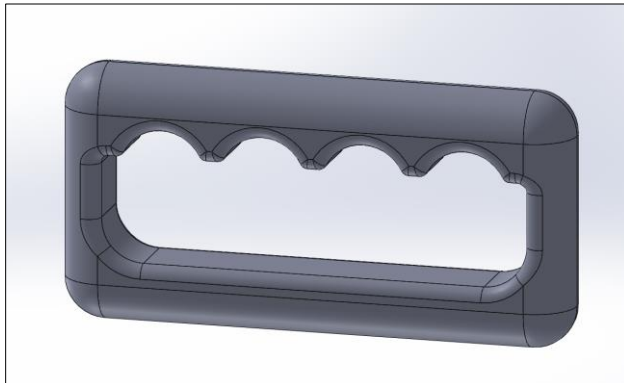
Figur 22 - Formvariasjon håndtak, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

For å få en bedre følelse av de ulike formvariasjonene ble det laget modeller av håndtakene i plastilina der man kunne kjenne på grepet til håndtaket. Etter eksperimentering med plastilina-modeller av håndtakene har det blitt besluttet å gå videre med håndtak 4, 5 og 13 (figur 22) for videre utvikling. Disse håndtakene var de som satt best i hånden og vil være de mest aktuelle for dette prosjektet.

Etter dette valget var tatt ble håndtakene tegnet i Solidworks, og deretter 3D-printet. Dette ble gjort for å kjenne på vekten og håndtakenes ulemper. Håndtakene ble testet av hender med ulik størrelse og gjennom disse erfaringene ble det valgt et håndtak som ble den endelige løsningen til koffertene.

Konsept 1:

Konsept 1 tar utgangspunkt i håndtak nr. 4 i figur 22. Baseformen for dette håndtaket er en firkant, med former for fingrene som er ekstrudert ut inne i firkanten. Håndtaket kjennes behagelig i hånden og passer både små og store hender. Formene til fingrene gjør grepet fordeles utover hele håndtaket.



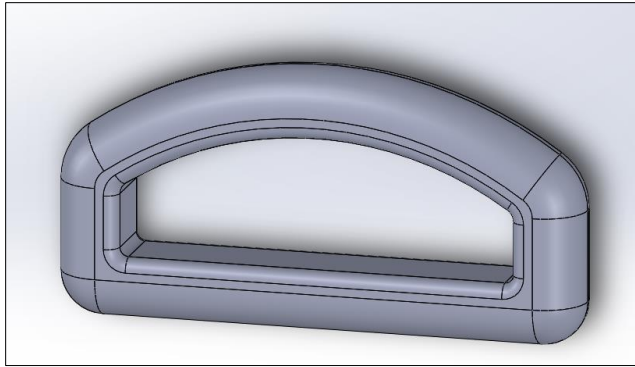
Figur 23 - Håndtak 1.1, Kilde: eget materiell



Figur 24 - 3D-print Håndtak 1.1, Foto: eget materiell

Konsept 2:

Konsept 2 tar utgangspunkt i håndtak nr. 5 i figur 22. Dette håndtaket har en buet form der hånden skal gripe, med en flat side på motsatt ende. Håndtaket kjennes stabilt og godt i hånden, men på grunn av den buede formen blir alle fingrene automatisk klemt sammen i midten.



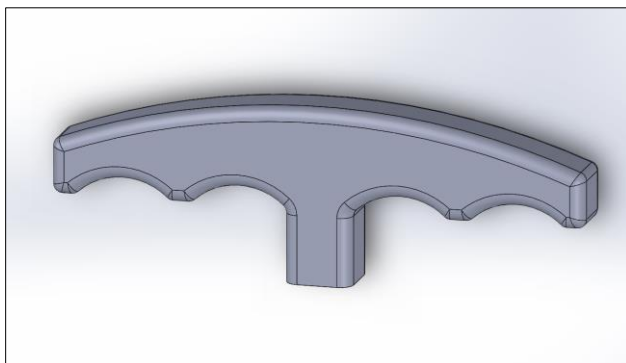
Figur 25 - Håndtak 2.1, Kilde: eget materiell



Figur 26 - 3D-print av Håndtak 2.1, Foto: eget materiell

Konsept 3:

Konsept 4 tar utgangspunkt i håndtak nr. 13 i figur 22. Dette håndtaket har en buet form der håndflaten skal plasseres, med former for fingrene på andre siden. Håndtaket er behagelig å holde i, men delen i midten føles ubehagelig og ødelegger grepet.



Figur 27 - Håndtak 3.1, Kilde: eget materiell

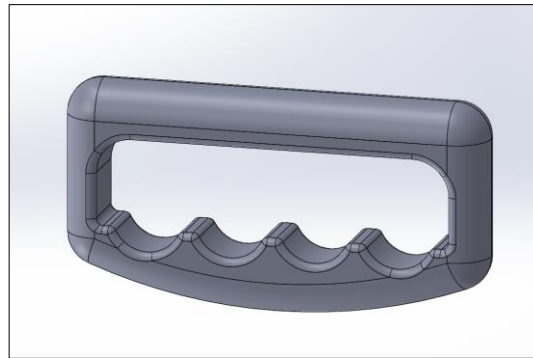


Figur 28 - 3D-print av Håndtak 3.1, Foto: eget materiell

Endelig resultat – håndtak

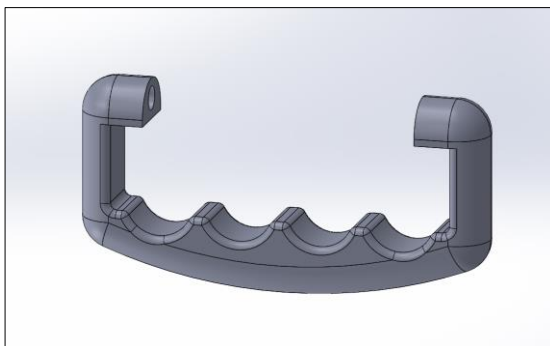
Etter prototyping og testing av de ulike konseptene med både oppdragsgiver og aktuelle brukere har et endelig håndtak blitt utviklet, dette er en kombinasjon av alle tre konseptene, med en buet form for håndflaten og former for fingrene, samt en firkantet baseform.

Håndtaket sitter godt i hånden og er behagelig å holde i.

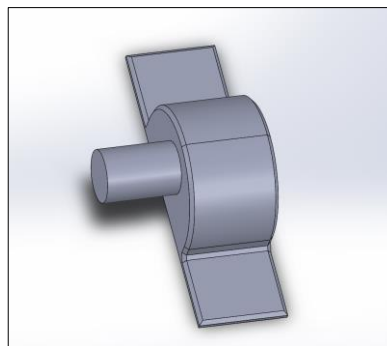


Figur 29 - Håndtak 1.2, Kilde: eget materiell

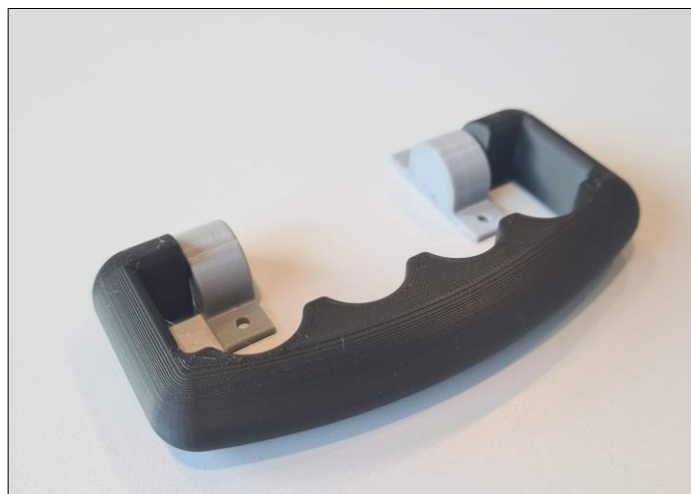
For at håndtaket skal bruke så liten plass som mulig ble midtpartiet øverst på håndtaket fjernet, og det ble ekstrudert ut hull for innfestning av håndtaket. På denne måten kan håndtaket vendes slik at det ligger inntil koffertens vegg når det ikke er i bruk.



Figur 30 - Håndtak 4.0, Kilde: eget materiell



Figur 31 - Innfestning håndtak, Kilde: eget materiell



Figur 32 - 3D-print av Håndtak 4.0 og innfestning, Foto: eget materiell

5.2.3.5 *Lås*

En del som ikke har blitt lagt like mye vekt på er låsen til koffertene. Siden Chappels lås er veldig velfungerende, vil denne låsen bli brukt som utgangspunkt og tilpasset kofferten for dette prosjektet. Denne prioriteringen har blitt gjort på det grunnlag av at det ikke er nødvendig å bruke mye tid på å utvikle en helt ny lås, da dette ikke er hovedfokuset i prosjektet. Så lenge man har en lås som er slitesterk og enkel å forstå seg på, så vil det være bra nok. Likevel kan dette være en komponent som kan forskes mer på i videre arbeid.

5.2.3.6 *Innfestning reol og europall*

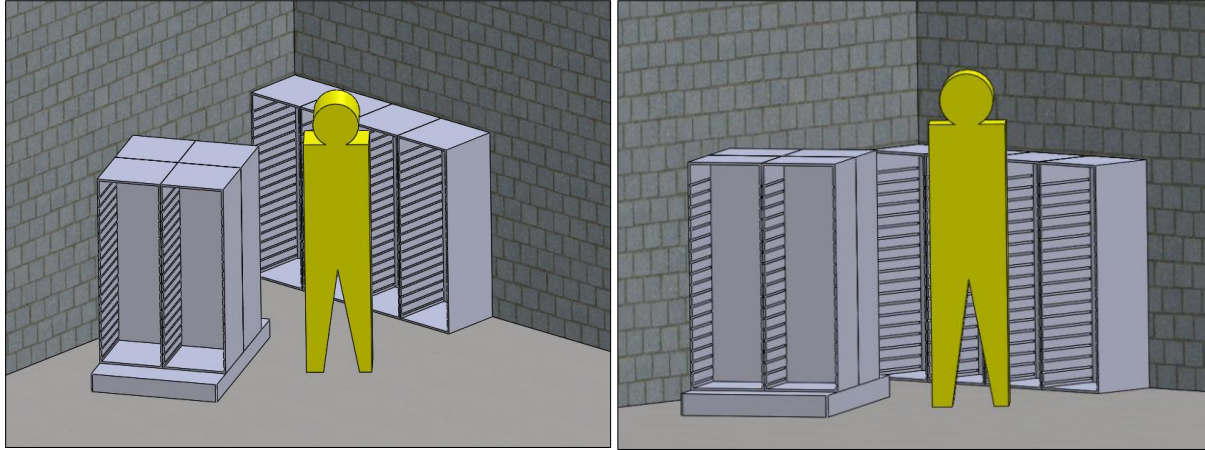
For at reolene skal stå stødig på europallen må det utvikles tilpassede innfestninger til både reol – europall, og reol – reol. Innfestningen mellom reolene og europallen må naturligvis være festet i nedre del av veggene til reolene. Det vil være gunstig å i det minste ha én innfestning til europallen per reol, men helst to for ekstra sikkerhet. Denne innfestningen kan være plassert på utsiden av hver reol, alternativt kan man skru rett igjennom bunnplaten til reolen og ned i europallen. Å skru gjennom bunnplaten til reolen og ned i europallen vil ikke skape noen hindring for andre komponenter og dermed være den beste løsningen for dette prosjektet.

Det har blitt vurdert om innfestningene mellom reolene skal være inne i selve reolen, på utsiden eller på toppen. Den enkleste og best skjulte løsningen vil være å skru sammen reolene i bakplaten på innsiden med skruer. Her oppstår en utfordring siden det vil være nødvendig med en mutter som låser enden av skruen på innsiden av motgående reolen. Denne mutteren vil da bygge ut og kan stå i veien for koffertene som skal plasseres i reolen.

Et annet alternativ kan være å 3D-printe et kryss med skruehull som kan plasseres på toppen der alle reolene møtes og feste de sammen på denne måten. Da må det også lages egne innfestninger om man bare skal ha to reoler på en halvpall. Likevel vil det også være nødvendig å feste alle fire reolene i ytterkant og dermed må det lages innfestninger for sammenkobling av to reoler. Dette vil trolig være den beste løsningen for å feste alle reolene sammen. For at innfestningene ikke skal vises er det mulig å lage spor som innfestningene felles ned i. Dette vil ikke bli prioritert i dette prosjektet, da dette vil være ta ekstra tid i produksjonsprosessen samtidig som det ikke har så stor innvirkning på det ferdige resultatet.

5.2.4 Illustrasjon av størrelsesriktig perspektiv

Illustrasjonen viser størrelsesriktig perspektiv av reolene med et menneske som er 175 cm høyt.



Figur 33 - Størrelsesriktig perspektiv, Kilde: eget materiell

Figur 34 - Størrelsesriktig perspektiv, Kilde: eget materiell

5.3 Parametrisk design

Frem til nå har utviklingen og designen av de ulike delene i konseptet basert seg på et parametrisk design. Både høyden på koffertene og sporene i reolen er parametrisk utviklet på et ganske enkelt og intuitivt nivå. En komponent som ikke har blitt fokusert på i det foregående kapittelet er innsatsboksene i koffertene. Disse skal utvikles med et parametrisk design som gjør det mulig fylle en koffert med mange ulike størrelser.

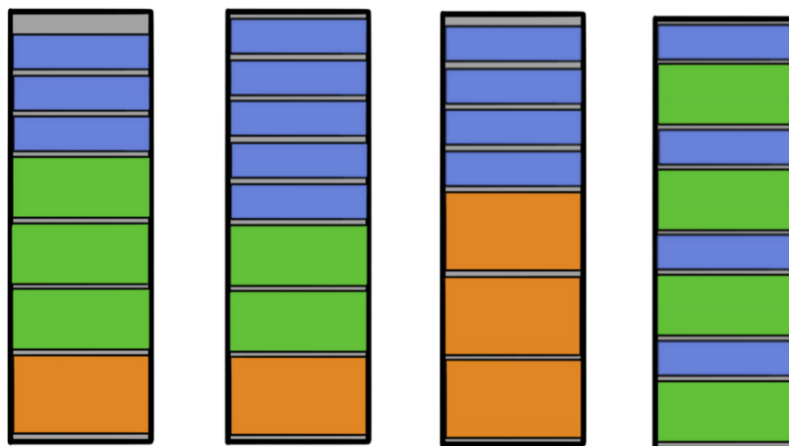
5.3.1 Koffert

For å åpne for muligheten å oppbevare verktøy i ulik størrelse kan kofferten produseres i mange ulike størrelser, men for dette prosjektet har det bare blitt tatt hensyn til tre ulike størrelser. Disse størrelsene er valgt på grunnlag av oppbevaringsbehovene i IVB-laben. Uavhengig av størrelse vil alle komponenter som hjørnebeskyttere og håndtak fungere. *Koffert 1* er standard størrelse med vegger som er 100 mm høye. *Koffert 2* har vegger som er 150 mm høye og *Koffert 3* har vegger som er 200 mm høye. Dette vil åpne for muligheten til å oppbevare alt fra småskruer til vinkelsliper i koffertene.

5.3.2 Reol

Reolene må tilpasses de ulike størrelsene til koffertene. Derfor lages det spor til koffertene med en avstand på 50 mm mellom hvert spor, siden alle målene til kofferten kan deles på 50 mm. Dermed kan man plassere koffertene hvor som helst i reolen, uavhengig av størrelse. Med en klaring på ca. 3 mm mellom hvert spor er det utskåret 19 spor fra topp til bunn (ekskludert et spor øverst som man ikke får bruk for), som betyr at *Koffert 1 (100mm)* tar to spor, *Koffert 2 (150 mm)* tar 3 spor, og *Koffert 3 (200 mm)* tar 4 spor. For å finne ut hvor mange koffertene man har plass til tar man bare utgangspunkt i tallet 20 og trekker deretter fra så mange spor de ulike typene koffert tar. Dermed er det plass til ti stykker av *Koffert 1 (100 mm)*. Videre er det plass til 6 stykker av *Koffert 2 (150 mm)* og fem stykker av *Koffert 3 (200 mm)*.

Likevel vil nok en mulig bruker ønske å ha koffertene i ulike størrelser. Dermed kan man for eksempel ha to stykker av *Koffert 3 (200 mm)* nederst, to av *Koffert 2 (150 mm)* over der igjen, og tre av *Koffert 1 (100 mm)* i de resterende øverst. For å illustrere mulig organisering av de ulike koffertene i reolen har metoden *kvantitativ struktur* av Eskild Tjalve blitt benyttet:



Figur 35 - Organisering av koffertene, Illustrasjon: Kristina Eraker Ødegård

5.3.3 Innsatsbokser

Innsatsboksene i koffertene vil være firkantede bokser som er 3D-printet. For å gjøre boksene parametriske designet må man lage de ut ifra de innvendige målene til kofferten. Høyden på boksen må være tilsvarende høyden inni kofferten, men kanskje et par millimeter mindre, for at klaringen mellom boksene og koffertlokket ikke skal bli for trangt. Dagens koffert er utviklet med 6 mm tykke vegger og de innvendige målene er 88*358*308.

For at det parametriske designet skal gå opp må alle boksene starte med et basismål, eller minstemål. Denne boksen vil ha indikasjonen 1x1, der hver vegg har basismålet. Når man har slått fast dette målet kan man lage en boks som er 2x2, der hver side er 2 ganger basismålet. Videre kan man lage bokser som er 1x2, 2x2, 2x3, 3x3, 3x4, 4x4, så lenge alle målene tar utgangspunkt i basismålet. Man kan også ha bokser som for eksempel er 1x4 eller 2x4 alt etter hvilket behov man har. Det er også essensielt at alle boksene går opp med hverandre, slik at det er plass til alle boksene man velger i en koffert. Se for deg et rutenett, der alle rutene er størrelsen til basismålet. Siden alle de større størrelsene av boksene er et resultat av basismålet, vil man enkelt se hvor mange ruter som er ledig i kofferten. Og man kan dermed enkelt se hvilke ruter som mangler og som må fylles inn med bokser.

For å lage dette systemet kan man benytte seg av mange ulike metoder. Mange ulike bedrifter leverer program som regner ut ditt design automatisk, men her er det ofte tilpasset et spesifikt produkt, som for eksempel et tak. I programmet Solidworks kan man også benytte en funksjon der en legger inn ulike størrelser til et produkt en har tegnet som for eksempel gjør det lenger eller høyere, slik at man enkelt kan endre det ut ifra hva man ønsker. Siden designet av disse innsatsboksene ikke blir vektlagt i dette prosjektet vil systemet for det parametriske designet fremstilles i et rutenett.

Tabell 5 - Parametrisk design innsatsbokser

Maks bredde	358	Parametrisk design av innsatsbokser	
Maks dybde	308		
(Mål i mm)	358/7	308/6	
Navn	Bredde	Dybde	Regnestykke
Boks 1x1	51	51	
Boks 2x2	102	102	51*2
Boks 3x3	153	153	51*3
Boks 4x4	204	204	51*4

5.4 Tilvirkningsmetoder

Når man skal utvikle et produkt er det viktig å ha kunnskap rundt ulike tilvirkningsmetoder som kan benyttes for å produsere det man designer. Her må begrep som produksjonseffektivitet, bærekraft og finish spille en stor rolle. Både subtraktive og additive tilvirkningsmetoder er aktuelt for dette prosjektet. For å lage veggene til selve kofferten og reolen kan man benytte laserkutter eller kappsag. Laserkutter vil ha et mer presist kutt noe som gjør at man kan lage veldig gode fingerskjøter med denne metoden.

For å lage håndtak og hjørnebeskytterne kan man bruke ulike 3D-printingsmetoder, men her er det viktig å velge det mest gunstige alternativet for dette prosjektet. Det finnes mange ulike 3D-printingsmetoder i dag som Selective laser sintering (SLS), Fused deposition modeling (FDM) og Electron beam melting (EBM), men den mest relevante metoden for dette prosjektet er klassisk 3D-printing (3DP) av solid polymer.

5.5 SWOT

Tabell 6 - SWOT

	Nytte	Skade
Internt	Styrker <ul style="list-style-type: none"> - Parametrisk design - «In house»-produksjon - Bærekraftig - Tilpasset europall - Brukertilpasset 	Svakheter <ul style="list-style-type: none"> - Komplikasjoner rundt produksjon - Kan kreve avanserte tilvirkningsmetoder - Allerede etablerte konkurrenter - Avhengig av truck ved flytting
Eksternt	Muligheter <ul style="list-style-type: none"> - Videre utvikling av registreringssystem, - Forbedret ergonomi - Forske rundt produksjon - Forske rundt materialbruk - Forske på slitestyrke 	Trusler <ul style="list-style-type: none"> - Store internasjonale leverandører av masseproduserte organiseringssystem - Latskap, kunden ønsker ikke å produsere produktet selv

6 Diskusjon og refleksjon

Gjennom en bacheloroppgave endrer man ofte retning i oppgaven og avgjørelser tas på grunnlag av omstendighetene som var aktuelle på det tidspunktet. Likevel er det viktig å reflektere over de valgene som er gjort, hvorfor de ble gjort, og hva man eventuelt kunne gjort annerledes.

6.1 Designvalg

Det finnes mange ulike måter å designe et oppbevaringssystem på. Valgene som har blitt tatt i dette prosjektet er hovedsakelig basert på at oppbevaringssystemet skal være tilpasset en europall. En viktig faktor å tenke på i utviklingen av konseptet, er miljøet dette oppbevaringssystemet skal plasseres i. Siden det skal brukes på et verksted/lab, vil det dermed preges av hard bruk. Det ble dermed utformet hjørnebeskyttere, som forhåpentligvis vil forlenge levetiden til koffertene. For å videre utnytte denne komponenten fikk

hjørnebeskytterne enda en rolle, nemlig å holde kofferten på plass i reolen ved hjelp av skinner. Alle komponentene ble satt sammen i en «assembly» i Solidworks for å visualisere hvordan delene samhandlet. Elementer som for eksempel hvor godt hjørnebeskytterne passet sammen med sporene i reolen og hvor stabil kofferten ville vært om den ble satt på høykant er ting som kunne blitt testet ut hvis man hadde hatt kapasitet og ressurser til å lage en størrelsesriktig modell.

Samtidig som et håndtak skal være ergonomisk i bruk, skal det også tåle det gitte miljøet. Håndtaket ble testet på ulike hender for å forsikre seg om at det passet alle størrelser, men det er likevel mange andre faktorer som påvirke og som det kan forskes mer på. Eksempelvis som å benytte håndtaket med en arbeidshanske på. Innfestning av håndtaket er også et element som kan prøves ut over lenger tid og eventuelt forbedres.

Underveis i prosessen ble det oppdaget at europaller plasseres med kortsiden ut i en pallereol. Dermed måtte endringer i mål foretas for at koffertene skal være tilgjengelige selv om det står plassert i en pallereol. Å finne riktig størrelse for både koffert, reol og innsatsbokser har vært en stor utfordring da det ikke har vært anledning for å lage størrelsesriktige modeller. Dermed har det blitt benyttet andre utgangspunkt og inspirasjonskilder for å få en liten pekepinn på hva som er best. Reolenes høyde ble for eksempel bestemt basert på hva som er maks høyde på pallekarmene.

6.2 Universell utforming

Alle produktutvikleres drøm burde være å lage et produkt som er tilgjengelig for alle. Derfor er det viktig å tilpasse produktet slik at det ikke hindrer brukere fra å benytte seg av det. De syv prinsippene for universell utforming er et godt utgangspunkt, men likevel er det vanskelig å gjennomføre en produktutviklingsprosess basert på alle prinsippene. Å lage et produkt som er hundre prosent universelt utformet blir dermed ganske vanskelig, og spesielt i dette tilfellet. Likevel er det viktig å ta de hensyn man kan og lage produkt som er så universelt utformet som mulig.

Det første man burde tenke på er fargebruk. Farger kan ha mange forskjellige betydninger, men kan også hjelpe personer med å enten forstå funksjonen til et produkt eller få øye på det.

I dette tilfellet burde fargene benyttes for å få øye på produktet. Mange bruker farger for å kategorisere og informere om for eksempel hva en boks inneholder. Dette blir en utfordring for personer som har nedsatt fargesyn. De vil kanskje se forskjell på fargene hvis de har stor nok *mørk-lys kontrast*, men likevel vil det ikke hjelpe på lik linje som for en bruker med fullt fungerende fargesyn. Dermed kan man bruke farger for å informere, men dette burde ikke være den eneste kilden til informasjon. En kombinasjon av tall og farge kan for eksempel eliminere dette problemet.

Men hva med de som har nedsatt eller ingen syn, og ikke kan lese tallene? De er avhengig av punktskrift for å få informasjon om hva kofferten inneholder, og dette kan enkelt skrives ut limes på koffertene. Alternativt kan man 3D-printe en lomme som man kan feste på fremsiden av kofferten slik at man kan enten kan skli en lapp med tall eller blindeskrift på plass. Andre alternativ krever et litt mer avansert system, for eksempel hvis man hadde hatt en digital oversikt over reolene og de tilhørende koffertene. Ved hjelp av denne kunne en person med nedsatt syn funnet den ønskede kofferten i oversikten på en datamaskin, der oversikten oppga hvilken reol og hvilken koffert fra bunnen og opp vedkommende er på utkikk etter. Dermed kunne brukeren funnet reolen og telt seg frem til riktig koffert. Her kan QR-kode også være et godt alternativ.

Når man er inne på plassering av koffert, er dette aktuelt for alle brukere. Til nå kan koffertene plasseres uavhengig av størrelse på grunn av det parametriske designet i reolen. Plassering er ikke bare viktig for å holde orden, men kan også være viktig med tanke på vekt. For å skape en mest mulig stabil reol, burde man plassere de tyngste og største koffertene nederst. Plassering kan også påvirke brukeren til en viss grad. Hvis de koffertene som blir benyttet oftest står på en utilgjengelig eller vanskelig plass vil brukeren automatisk unngå å bruke de. Denne effekten kan man nemlig se i dagens løsning på IVB-laben, og er derfor ønskelig å eliminere.

6.3 Produksjon og materialvalg

I utviklingen av et produkt vil produksjon og materialvalg stå sentralt. Dette er viktig hvis man ønsker at produktet skal være realiserbart. Material avhenger mye av den valgte tilvirkningsmetoden og omvendt. I dette prosjektet har noen valg blitt tatt på grunnlag av tilvirkningsmetoden, men likevel er det mye her som kan jobbes videre på.

Alle tilvirkningsmetoder har sine begrensninger og utfordringer, og det er dermed viktig å velge det som passer best for et prosjekt. 3D-printing har vært en aktuell tilvirkningsmetode for dette prosjektet, men her er det også begrensninger. På dagens marked finner man 3D-printere i mange ulike typer og størrelser, men generelt sett er en printer på rundt 250 x 210 x 210 mm mest vanlig, som for eksempel en Prusa i3 MK3. Dette betyr at man har størrelsesbegrensninger på det man vil lage med denne tilvirkningsmetoden. Fordelen med 3D-printing er at metoden ikke krever veldig mye kunnskap for å utføre, som betyr at man kan sende en ferdig STL-fil til en kunde og de kan printe produktet selv, men dette avhenger selvfølgelig av typen 3D-printer og materialet man benytter. Likevel er det mange fallgruver med en slik tilvirkningsmetode fordi det kan oppstå uventede feil på maskinen, eller at printen ikke festes til «beddet» og printer skjevt. I tillegg tar ofte klassisk 3D-printing av polymerer relativt lang tid.

En annen tilvirkningsmetode som har blitt vurdert til dette prosjektet har vært laserkutting. Dette er også en relativt enkel prosess for en kunde å sette i gang, bare man får en ferdig laget SVG-fil som man kobler maskinen opp med. En laserkutter kan man også få i mange ulike størrelser, men den aktuelle for dette prosjektet hadde en maksdimensjon på 800 x 500 mm. Dette betyr at reolene som er utviklet vil være for store for denne maskinen og må kappes med en annen tilvirkningsmetode. Fordelen med en laserkutter er at kuttene blir ekstremt presise og man får dermed et veldig strøket produkt. Prosessen tar også relativt kort tid i forhold til 3D-printingen, og man kan dermed masseprodusere mange emner.

Men hva om man ikke har tilgang til 3D-printer eller laserkutter? En god erstatning for laserkutteren vil være ei klassisk kappsag. Her må det vurderes om det er best å ta vekk fingerskjøten i emnene fordi de ikke vil være nøyaktige nok med denne metoden. Dermed lager man enkle firkantene emner som man fester sammen med stifter eller spiker og lim. Å

ikke har tilgang til en 3D-printer kan være en større utfordring da denne tilvirkningsmetoden produserer et produkt i plast på en rask og enkel måte. Å støpe modellene kunne vært et alternativ, men da må man selvfølgelig ha utstyr til dette. Dette er noe man kan se nærmere på i et videre arbeid.

Når det kommer til materialer vil disse velges parallelt med tilvirkningsmetoden, samtidig som man bør ta forhåndsregler som for eksempel bærekraft eller produksjonseffektivitet. Ved 3D-printing har man et stort utvalg av ulike materialer, men i all hovedsak polymerer. Ofte når man 3D-printer i et billig materiale som PLA trenger man også å pusse produktet for å få en fin finish, samtidig som PLA ikke er motstandsdyktig mot fukt. Her må man altså vurdere hvilket materiale som egner seg best for det gitte formålet. Når det gjelder hvilket treverk man skal velge må man se på egenskapene til treverket. Hvor sterkt er det, trenger det etterbehandling, er det fuktbestandig og hvor enkelt er det å gjenvinne. En stor ulempe med MDF-plater er for eksempel at når de blir berørt etterlater de fingeravtrykk, samtidig som materialet påvirkes av sollys. Likevel er dette produktet relativt billig i forhold til massivt tre.

For å gjøre prosessen enklest for de som skal bygge dette produktet er det lurt å undersøke hvilke typer verktøy og eventuelle ekstra deler som er nødvendig for å sette sammen det ferdig produserte konseptet. Frem til nå trenger man hovedsakelig trelim, drill eller skrutrekker, skruer, muttere og hengsler. Dette er ikke spesielt dyre tilleggsdeler, som man enkelt kan få tak i så å si hvor som helst.

6.4 Økonomi

For å anslå en produksjonskostnad av dette konseptet er det nødvendig å komme lenger i prosessen. Frem til nå er ingen faktorer rundt material og produksjon fastslått, og det er derfor umulig å estimere en endelig kostnad. Valg av material vil spille en stor rolle når det kommer til pris og her må man vurdere hva man skal prioritere. Man kan velge et billig materiale som tjener formålet, men som kanskje ikke ha veldig lang levetid, eller man kan velge et dyrere materiale som forlenger levetiden til produktet. Hvilken tilvirkningsmetode man velger å benytte vil også ha mye å si for den endelige prisen av produktet. Både en laserkutter og 3D-printer går på strøm og dette kan koste en del. En faktor man ofte ikke tenker på når det kommer til økonomi er tid, og tid er penger. Hvis man har mulighet til å produsere flere deler

samtidig vil dette være lønnsomt, og hvis man har maskiner som gjør jobben selv vil det øke effektiviteten enda mer.

6.5 Miljø og bærekraft

Som nevnt tidligere har materialer mye å si når det kommer til slitestyrke og pris, men hvor bærekraftig et material er, er også viktig å medberegne. Å benytte seg av gjenvinnbart materiale vil gagne både kunde og resten av verden, men det betyr at man kanskje må gjøre noe ofringer. Når man designer og produserer konseptet er det også lurt å tenke på hvor mye svinn man vil sitte igjen med. Ser man eksempelvis på hjørnebeskytterne ble det bestemt å ikke lage skinner på begge sider av komponenten nede, fordi dette vil være unødvendig bruk av både material og tid. Når man skal skjære til emnene til vegger for reol og koffert er det grunnleggende å utnytte emnet fullstendig og ikke kaste bort materiale.

6.6 Kravspesifikasjon

I starten av prosjektet ble det utviklet en kravspesifikasjon i samhold med oppdragsgiver for å fastslå noen kriterier for oppgaven. Gjennom utviklingen av konseptet har oppfatningen av prosjektet endret seg og mange av disse kriteriene er enda ikke utforsket nok. Prosjektet har fokusert på å følge krav som, *Reoler passer europall, Håndtak og Kan produseres «in house»*. Likevel har det blitt oppdaget gjennom prosjektet at det ikke vil være mulig å gjennomføre alt som var ønsket i starten fordi man ikke har kapasitet eller ressurser til dette. Dermed ble element som vedlikehold, levetid og vekt ting som ikke har vært mulig å teste ut fordi det ikke har blitt laget prototyper. Dette er likevel faktorer som er viktig å ta med seg videre i utviklingen av prosjektet.

6.7 Videre arbeid

Når det kommer til fortsettelsen av dette prosjektet, er det mildt sagt mye man kan jobbe med som videre- og slutføring. I starten av prosjektet var det mange faktorer som var ønskelig at man skulle ta tak i og forske på. Likevel har det vist seg at tiden og ressursene ikke strekker til, og mange element må jobbes videre med i et annet prosjekt. Tidligere ble det presentert en

avgrensning av dette prosjektet. Dette ble gjort for at oppgaven ikke skulle bli for bred. Dermed ble fokuset lagt på det parametriske designet sammen med starten på produktutviklingen. De andre delene av avgrensningen var *registreringsteknologi, produksjon, ergonomi og materialer*. Det ble dermed besluttet at disse fagfeltene ikke skulle prioriteres i dette prosjektet, men de er likevel viktige og grunnleggende fagfelt for den videre utviklingen av konseptet.

Først og fremst kan man lage prototyper av koffertene, reolene og innsatsboksene for å teste både brukervennlighet, ergonomi, slitestyrke og levetid. Man kan undersøke hvor mye en koffert tåler når det kommer til vekt og de begrensningene som fins der. Videre kan man også finne ut, ved hjelp av prototypene, den totale vekten til konseptet og dermed finne ut hvor mye man kan fylle koffertene med før det oppnår maksbelastningen til en europall. Under ergonomibiten vil brukeren i mye større grad være sentral, og man får testet brukervennligheten av konseptet på et mye høyere nivå. Her kunne man testet hvor lett kofferten vil skli inn og ut av reolen og dermed kunne man gjort justeringer av toleranser deretter. Her hadde man også fått testet hvor stabil kofferten er når den settes på høykant og hvilke utfordringer denne har i bruk. Ideelt sett ville det vært ønskelig å produsere hele konseptet og sette det ut i det tenkte miljøet. Dermed kunne koffertene og reoler blitt benyttet over en tid, for eksempel et år, og man ville gjennom denne tiden erfart både positive og negative sider ved løsningen.

Før den tid er det mange justeringer og forbedringer som kan gjøres rundt dette prosjektet. Man kan for eksempel se nærmere på hvordan print til håndtak, hjørnebeskyttere og lignende burde foregå for å få høyest styrke på komponentene. Man kan utforske om man trenger en etterbehandling av koffertene for å forbedre egenskapene, som for eksempel ved å lakkere de. Man kan lage en grid som skal plasseres nedi koffertene for å forhindre at innsatsboksene ikke flytter på seg under transport, og man kan se om boksene burde lages med et slikt design at det er mulig å stable de i flere nivåer nede i en koffert for å ikke få for dype bokser. Man kan også utforske om det er mulig å designe og produsere koffertene i flere ulike størrelser og variasjoner.

For å skape et produkt som er framtidsrettet var et av ønskene fra oppdragsgiver å lage et slags registreringssystem for konseptet. Dette skulle gjøre det enklere for brukeren å samhandle med produktet på den måten at brukeren kunne få beskjed om en koffert for

eksempel var utlånt eller om var tom for et type innhold, som skruer. Her kunne man laget en nettside som holdt på all denne informasjonen og som oppdaterte seg fortløpende, slik at brukeren enkelt kan gå inn og sjekke om en koffert er utlånt eller ikke. I tillegg kunne man laget en nettside for kjøp og bestilling av alle filene som er nødvendig til produksjon av konseptet, så kunne man solgt det til eksterne kunder.

7 Konklusjon

Problemstillingen for dette prosjektet er som følger: *«Hva må til for å utvikle et oppbevaringssystem som er tilpasset europaller, kombinert med et fleksibelt og justerbart design?»* I utgangspunktet var visjonene store og tanken var at det endelige løsningen skulle være et ferdig produsert konsept med løsninger som er testet og produsert mange ganger. Gjennom prosjektet viste det seg at ikke alt lot seg gjøre på grunn av mangel på tid og ressurser. Prosjektet har gjennom både designmetodikk, noe prototyping og mye forskning utviklet en kartlegging av hva som må til for å utvikle et slikt konsept. Prosjektet har også hatt parametrisk design som en rød tråd gjennom hele prosjektet. Effektmålet for prosjektet vil dermed være oppnådd selv om det også her vist seg at verken kompetanse eller tid har strekt til og man har ikke kommet så langt som man ønsket i utgangspunktet.

Prosjektet viser gjennom illustrasjoner en produktutviklingsprosess av oppbevaringssystemet, men konseptet er det er ikke fullstendig og det har vært nødvendig å prioritere vekk enkelte deler av konseptet. Det vil si at resultatmålet ikke er blitt fullstendig oppnådd. En viktig faktor her er at det bare er en forfatter som har tatt tak i dette. Ting ville vært ganske mye annerledes og man hadde garantert kommet mye lenger i prosjektet om man hadde vært flere forfattere. Løsninger rundt idéutviklingen ville nok også vært mye bredere om man hadde vært flere fordi mange designmetodikker krever diskusjon. På grunn av det har mye av designmetodikken blitt utformet over lenger tid, fordi man har vært nødt til å gå tilbake med et friskt syn senere og se på nye løsninger.

Selv om ikke alt man ønsket i starten har blitt oppnådd har dette prosjektet likevel gjort viktig grunnleggende arbeid og kartlegging rundt produktutvikling, produksjon og parametrisk design. Dermed er dette prosjektet er fint utgangspunkt å fortsette på i fremtiden.

Bibliografi

A.T Kearney, 2015. *3D Printing: A Manufacturing Revolution*, s.l.: A.T. Kearney, Inc..

AB Gyllsjö Träindustri, u.å. *About Gyllsjö*. [Internett]

Available at: <https://www.gyllsjo.se/en/about-gyllsjo/>

[Funnet 23. 06. 2021].

AJ Produkter, 2020. *Pallereol ULTIMATE*. [Internett]

Available at: [https://www.ajprodukter.no/lager-industri/lagerhyller-innredning/pallereoler/pallereol/458771-](https://www.ajprodukter.no/lager-industri/lagerhyller-innredning/pallereoler/pallereol/458771-27034997.wf?productId=27034998&gclid=CjwKCAjw_o-HBhAsEiwANqYhp9QhqFycC9DhO_peXAQJ8q3gxdItN8WEQg944aI2KOfZpM0bfF-hzRoC45IQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)

[27034997.wf?productId=27034998&gclid=CjwKCAjw_o-](https://www.ajprodukter.no/lager-industri/lagerhyller-innredning/pallereoler/pallereol/458771-27034997.wf?productId=27034998&gclid=CjwKCAjw_o-HBhAsEiwANqYhp9QhqFycC9DhO_peXAQJ8q3gxdItN8WEQg944aI2KOfZpM0bfF-hzRoC45IQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)

[HBhAsEiwANqYhp9QhqFycC9DhO_peXAQJ8q3gxdItN8WEQg944aI2KOfZpM0bfF-](https://www.ajprodukter.no/lager-industri/lagerhyller-innredning/pallereoler/pallereol/458771-27034997.wf?productId=27034998&gclid=CjwKCAjw_o-HBhAsEiwANqYhp9QhqFycC9DhO_peXAQJ8q3gxdItN8WEQg944aI2KOfZpM0bfF-hzRoC45IQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)

[hzRoC45IQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds](https://www.ajprodukter.no/lager-industri/lagerhyller-innredning/pallereoler/pallereol/458771-27034997.wf?productId=27034998&gclid=CjwKCAjw_o-HBhAsEiwANqYhp9QhqFycC9DhO_peXAQJ8q3gxdItN8WEQg944aI2KOfZpM0bfF-hzRoC45IQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)

[Funnet 06. 07. 2021].

AJ Produkter, 2020. *Vi har innredet arbeidsplasser i over 40 år*. [Internett]

Available at: <https://www.ajprodukter.no/om-aj-produkter/4511165.wf>

[Funnet 06. 08. 2021].

All3dp, u.å.. *WOOD LASER CUTTER: EASY WAYS TO LASER CUT WOOD*. [Internett]

Available at: <https://all3dp.com/2/laser-cut-wood-laser-cutter/>

[Funnet 12. 08. 2021].

Arjo Produkter AS, 2021. *Nye og brukte europaller*. [Internett]

Available at: <https://europall.no/europall/>

[Funnet 05. 03. 2021].

Berns, S. R., 2000. *Billmeyer and Saltzman's principles of color technology*. New York: Wiley-Interscience.

Biltema, 2020. *Om Biltema*. [Internett]

Available at: <https://www.biltema.no/om-biltema/>

[Funnet 04. 08. 2021].

Bradley, S., 2014. *Design Principles: Visual Perception And The Principles Of Gestalt*.

[Internett]

Available at: <https://www.smashingmagazine.com/2014/03/design-principles-visual-perception-and-the-principles-of-gestalt/>

[Funnet 25. 07. 2021].

Camiro, D. & de la Parra, L., 2011. *DISEÑO PARAMÉTRICO implementación y aplicaciones*. 1. utgave red. Chile: Chido Studio.

Chappel, A., u.å.. *Assortment case*. [Internett]

Available at: <https://www.alch.shop/shop/p/assortment-case>

[Funnet 05. 07. 2021].

Composite Panel Association, u.å.. *Medium Density Fiberboard (MDF)*. [Internett]

Available at: <https://www.compositepanel.org/products/medium-density-fiberboard.html/details/>

[Funnet 04. 08. 2021].

Constructor Norge AS, u.å.. *P90 Pallereoler*. [Internett]

Available at: <http://img.bigbook.no/pub/file/brosjyre/9545506.pdf>

[Funnet 05. 03. 2021].

Designing Buildings Wiki, 2021. *Plywood*. [Internett]

Available at: <https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Plywood>

[Funnet 04. 08. 2021].

Engedal, M. I. A. & Bothner, T. M., 2019. *Transport står for 30 prosent av klimautslippene i Norge*. [Internett]

Available at: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/transport-star-for-30-prosent-av-klimautslippene-i-norge>

[Funnet 20. 02. 2021].

Epal, 2016. *Epal Euro pallet*. [Internett]

Available at: https://www.epal-pallets.org/fileadmin/user_upload/ntg_package/images/mediathek/DU_GB_EPAL_1_Produkt_datenblatt_low.pdf

[Funnet 05. 03. 2021].

EPAL, 2021. *Load Carriers Overview*. [Internett]

Available at: <https://www.epal-pallets.de/eu-en/load-carriers/overview>

[Funnet 23. 06. 2021].

European Commission, u.å.. *Climate Action*. [Internett]

Available at: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport_en

[Funnet 21. 02. 2021].

European Commission, u.å.. *Industry 5.0*. [Internett]

Available at: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en

[Funnet 01. 03. 2021].

Farstad, P. & Jevnaker, H., 2010. SWOT-analyse. I: *Design i praksis; Designledelse og innovasjon*. s.l.:Universitetsforlaget, p. s. 145.

Halvorsen, K., 2008. *Å forske på samfunnet*. 5. utgave red. Oslo: J. W. Cappelens Forlag as.

HSE, u.å.. *Medium Density Fibreboard (MDF)*. [Internett]

Available at: <https://www.hse.gov.uk/woodworking/faq-mdf.htm>

[Funnet 04. 08. 2021].

IKEA, 2021. *Om oss*. [Internett]

Available at: <https://www.ikea.com/no/no/this-is-ikea/about-us/>

[Funnet 09. 07. 2021].

Jardine, J., Writer, S. & MasterControl, 2020. *Industry 5.0: Top 3 Things You Need to Know*.

[Internett]

Available at: [mastercontrol.com/gxp-lifeline/3-things-you-need-to-know-about-industry-5.0/](https://www.mastercontrol.com/gxp-lifeline/3-things-you-need-to-know-about-industry-5.0/)

[Funnet 02. 03. 2021].

Kočí, V., 2019. *Comparisons of environmental impacts between wood and plastic*, Praha: Elsevier.

Kristoffersson, S., 2014. *Design by IKEA*. London/ New York: Bloomsbury Publishing Plc.

Lerdahl, E., 2007. *Brainstorming*. 1.utg red. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Lerdahl, E., 2007. Rapid prototyping. I: *Slagkraft*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS, p. 191.

Lerdahl, E., 2017. *Nyskapning*. 1. utg red. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Lid, I. M., 2013. *Universell utforming*. 1. red. s.l.:Cappelen Damm AS.

Li, M. & Leonardsen, M. R., 2015. *Utviklingsprosesser & krav og behov*. [Internett]

Available at:

<https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF1500/h15/plenumstimer/inf1500-h15-uke-5--utviklingsprosesser---krav-og-behov.pdf>

[Funnet 05. 03. 2021].

Lucas, A. & Harris, J. R., 1989. *Histories and Mysteries of Man. I: Ancient Egyptian Materials and Industries*. London: s.n., p. s. 453.

Mattilsynet, 2020. *Internasjonal standard for treembalasje - ISPM nr. 15*. [Internett]

Available at:

https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/tommer_trelast_og_treemballasje/treemballasje/internasjonal_standard_for_treemballasje_ispm_nr_15.8473

[Funnet 23. 06. 2021].

Muth, F., 2015. *Hva er egentlig Industri 4.0?*. [Internett]

Available at: <https://innovasjonsbloggen.com/2015/10/22/hva-er-egentlig-industri-4-0/>

[Funnet 02. 03. 2021].

Nexus Integra, u.å. *The road to Industry 5.0*. [Internett]

Available at: [https://nexusintegra.io/pdf/Nexus-integra-ebook-industria-5-0-ENG.pdf?utm_medium=email&hsmi=95544796&hsenc=p2ANqtz-](https://nexusintegra.io/pdf/Nexus-integra-ebook-industria-5-0-ENG.pdf?utm_medium=email&hsmi=95544796&hsenc=p2ANqtz-83CgJ22aKMUjf5BukDU9DX7Mg1tiycbVuXuNNYKNiou9aSvYLBiuJOtC1HYkejhPn-Lo9hdguxi_oSmt4slUXTKJw&utm_content=95544796&utm_source=hs_automation)

[83CgJ22aKMUjf5BukDU9DX7Mg1tiycbVuXuNNYKNiou9aSvYLBiuJOtC1HYkejhPn-Lo9hdguxi_oSmt4slUXTKJw&utm_content=95544796&utm_source=hs_automation](https://nexusintegra.io/pdf/Nexus-integra-ebook-industria-5-0-ENG.pdf?utm_medium=email&hsmi=95544796&hsenc=p2ANqtz-83CgJ22aKMUjf5BukDU9DX7Mg1tiycbVuXuNNYKNiou9aSvYLBiuJOtC1HYkejhPn-Lo9hdguxi_oSmt4slUXTKJw&utm_content=95544796&utm_source=hs_automation)

[Funnet 05. 05. 2021].

Opendesk, u.å. [Internett]

Available at: <https://www.opendesk.cc/>

[Funnet 29. 05. 2021].

Pollio, V., 1999. *Ten Books of Architecture, Book 4*. s.l.:Cambridge University Press.

Prusa Research a.s., 2021. *ABS*. [Internett]

Available at: https://help.prusa3d.com/en/article/abs_2058

[Funnet 26. 07. 2021].

Prusa Research a.s., 2021. *Original Prusa i3 MK3S+ 3D printer*. [Internett]

Available at: <https://shop.prusa3d.com/en/3d-printers/181-original-prusa-i3-mk3s-3d-printer.html>

[Funnet 12. 08. 2021].

Prusa Research a.s., 2021. *PETG*. [Internett]

Available at: https://help.prusa3d.com/en/article/petg_2059

[Funnet 04. 08. 2021].

Prusa Research a.s., 2021. *PLA*. [Internett]

Available at: https://help.prusa3d.com/en/article/pla_2062

[Funnet 26. 07. 2021].

Rajapack NO, 2021. *Stablebare eurokasser av plast*. [Internett]

Available at: https://www.rajapack.no/oppbevaring-og-lagerutstyr/oppbevaring/oppbevaringskasser/stablebare-eurokasser-av-plast-OFF-NO-9127.html?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=DSA++Alle&utm_term=DYNAMIC+SEARCH+ADS&ds_rl=1252188&gclid=Cj0KCQiAyJOBhDCARIs

[Funnet 15. 06. 2021].

Robert McNeel & Associates, 2021. *Rhinoceros - Features*. [Internett]

Available at: <https://www.rhino3d.com/features/>

[Funnet 12. 08. 2021].

Røyraas Treindustri AS, 2021. *Pallekammer*. [Internett]

Available at: <https://www.royraastreindustri.no/produkt/pallekammer/>

[Funnet 06. 03. 2021].

Sears, A. & Jacko, J. A., 2007. *The Human-Computer Interaction Handbook*. 2. utgave red. Florida, United States: CRC Press.

Sortimo, u.å.. *Utviklings- og skapelsehistorien til Sortimo*. [Internett]

Available at: <https://www.mysortimo.no/no/selskaper/om-oss/firmahistorie>

[Funnet 04. 08. 2021].

Standard Norge, 2003. *Produktspesifikasjon for paller, Del 1: Fremstilling av 800 mm x 1200 mm*. [Internett]

Available at:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=138663>

[Funnet 26. 06. 2021].

Stand, u.å.. *Palletering / Innlagring*. [Internett]

Available at: <https://stand.no/prosess/produksjon/palletering-innlagring/#top>

[Funnet 08. 08. 2021].

Stappers, P. J., 2013. Prototypes as a Central Veint for Knowledge Development. I: L. Valentine, red. *Prototype*. London: Bloomsbury Publishing, pp. 85-97.

Studio Robazzo, u.å.. *What is parametric design?*. [Internett]

Available at: <https://robazzo.com/journal/what-is-parametric-design>

[Funnet 21. 02. 2021].

Tedeschi, A., 2014. *AAD_Algorithms-Aided Design*. 1. red. Italia: Le Penseur.

Teigen, T., 1998. *Farger, en visuell innføring*. 3. red. Oslo: Ad Notam Gyldendal.

Tjalve, E., 1976. *Systematisk udforming af industriprodukter*. København: Akademiska Forlag.

Ulriksen, K. A., 2019. *Skjult og åpen observasjon*. [Internett]

Available at:

https://ndla.no/nb/subjects/subject:43/topic:1:190302/topic:1:197975/resource:1:191609?filter_s=urn:filter:c621fe47-6d28-4ecd-95cb-ad641382d8f4

[Funnet 12 10 2020].

V., C., 2020. *Rhino: what are the features of the 3D modeling software?*. [Internett]

Available at: <https://www.3dnatives.com/en/rhino-3d-modeling-software-080420205/#!>

[Funnet 12. 08. 2021].

Valberg, A., 2009. *Fargenes verden*. 1. red. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

Valvik, T. & Øritsland, T. A., 1997. Hånd og grep. I: *Menneskelige aspekter i design : en innføring i ergonomi*. Trondheim: IDP, NTNU, pp. 146-151.

Willems, K., 2019. *Create the Future: what is Parametric Design?*. [Internett]

Available at: <https://www.cloudalize.com/blog/create-the-future-what-is-parametric-design/>

[Funnet 23. 02. 2021].

Vedleggsliste

1. Brukerintervju med Anna Jarstad
2. Brukerintervju med Andreas Bothner
3. Brukerintervju med Dorthea Kant
4. Brukerintervju med Selma Jacupovic
5. Tankekart på A3-ark

