

Masteroppgave

Juni, 2019

Masteroppgave

Magnus Oulie-Hansen

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige
universitet
Fakultet for arkitektur og design
Institutt for design

Magnus Oulie-Hansen

Utforming av sammenleggbar lenestol for mindre uterom i urbane strøk

Juni 2019





Kunnskap for en bedre verden

Utforming av sammenleggbar lenestol for mindre uterom i urbane strøk

Magnus Oulie-Hansen

Industriell design

Innlevert: Juni 2019

Hovedveileder: Einar Hareide

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for design

Sammendrag

<i>Bakgrunn</i>	Dette prosjektet ble initiert av møbelbedriften Sundays Design med problemstillingen: hvordan leve stort på små områder. Sundays ser behovet for en komfortabel lenestol til bruk i sentrale strøk hvor man har balkonger med begrenset plass.
<i>Mål</i>	Målet med oppgaven er å utforme en sammenleggbar lenestol med hovedkomponenter produsert av aluminium. Stolen bør videreføre essensen av merkevaren til Sundays Design og ta hensyn til ergonomiske krav, produksjonsvennlighet og kostnadseffektivitet.
<i>Metode</i>	Gjennom utforskning av sammenleggbarhetsprinsipper, produksjonsteknikker, ergonomitesting og idégenereringsteknikker har en iterativ prosess blitt ledet frem. Produktutviklingen er preget av en praktisk fremgangsmåte gjennom skissering, fysiske modeller, brukertesting og 3D-modellering.
<i>Resultat</i>	Resultatet er en sammenleggbar lenestol utformet for fleksibilitet og tilpasningsdyktighet uten å gå på kompromiss med kvalitetsfølelse og komfort.

Stikkord: Industridesign, sammenleggbarhet, utemøbler, aluminium, Sundays Design

Abstract

- Background* This project was initiated by the furniture company Sundays Design with the question: how to live large in compact spaces. Sundays sees the need for a comfortable lounge chair for use in urban areas where you have balconies with limited space.
- Goal* The aim of the project is to design a collapsible lounge chair with main components manufactured from aluminum. The chair should pursue Sundays Design's brand essence and fulfill ergonomic requirements, manufacturing friendliness and cost efficiency.
- Method* Through the exploration of collapsibility principles, production techniques, ergonomics testing and idea generation techniques, an iterative process has been led forward. The product development is characterized by a practical approach through sketching, physical models, user testing and 3D modeling.
- Result* The result is a collapsible lounge chair designed for flexibility and adaptability without compromising on quality and comfort.

Keywords: Industrial design, collapsibility, outdoor furniture, aluminum, Sundays Design



Takk til

Jeg ønsker å rette en takk til alle som har vært involvert i prosjektet og hjulpet meg på veien.

En spesielt stor takk til:

Einar Hareide, veilederen min for denne masteroppgaven. Han har bistått med gode innspill, kyndige erfaringer, tilbakemeldinger og tett oppfølging gjennom hele prosjektet.

Harald Vestøl, for sin teknisk kompetanse innen aluminium og produksjon.

Kjetil Repstad, daglig leder hos Sundays Design AS for stor samarbeidsvilje og engasjement.

Fredrikke Høimyr Birkelund, for generell support og støtte.

Innhold

Introduksjon

Motivasjon	10
Oppgavebeskrivelse	11
Sundays Design AS	18
Sammenleggbarhet	20
Sammenleggbare stoler	22

Teori

Sammenleggbarhetsprinsipper	26
Balkonger	31
Antropometri	32
Ergonomi	33
Aluminiumslegeringer	36
Rørbøying	38
Laserskjæring	43

Metoder

44

Resultat

Besøk hos IKM Haaland	48
Visuell identitetSundays Design	52
Målgruppedefinisjon	58
Spørreundersøkelse	59
Kravspesifikasjon	62
Moodboard	72

Prosess

Idémylding og skissering	76
Mockups	80
Evaluering og valg av av konsept	82
Konseptutvikling	83
Ergonomistudier	86

Endelig utforming

Sundays Lounge Chair	93
Målsatt tegning	102
Komponenter	105
Platebearbeiding	106
Rørprofiler	112
Sikkerhetspinner	114
Endeknotter	116
Seteputer	117
Overflatebehandling	118
Emballasje	119

Refleksjon

Diskusjon	124
Konklusjon	128

Referanser 130

Vedlegg

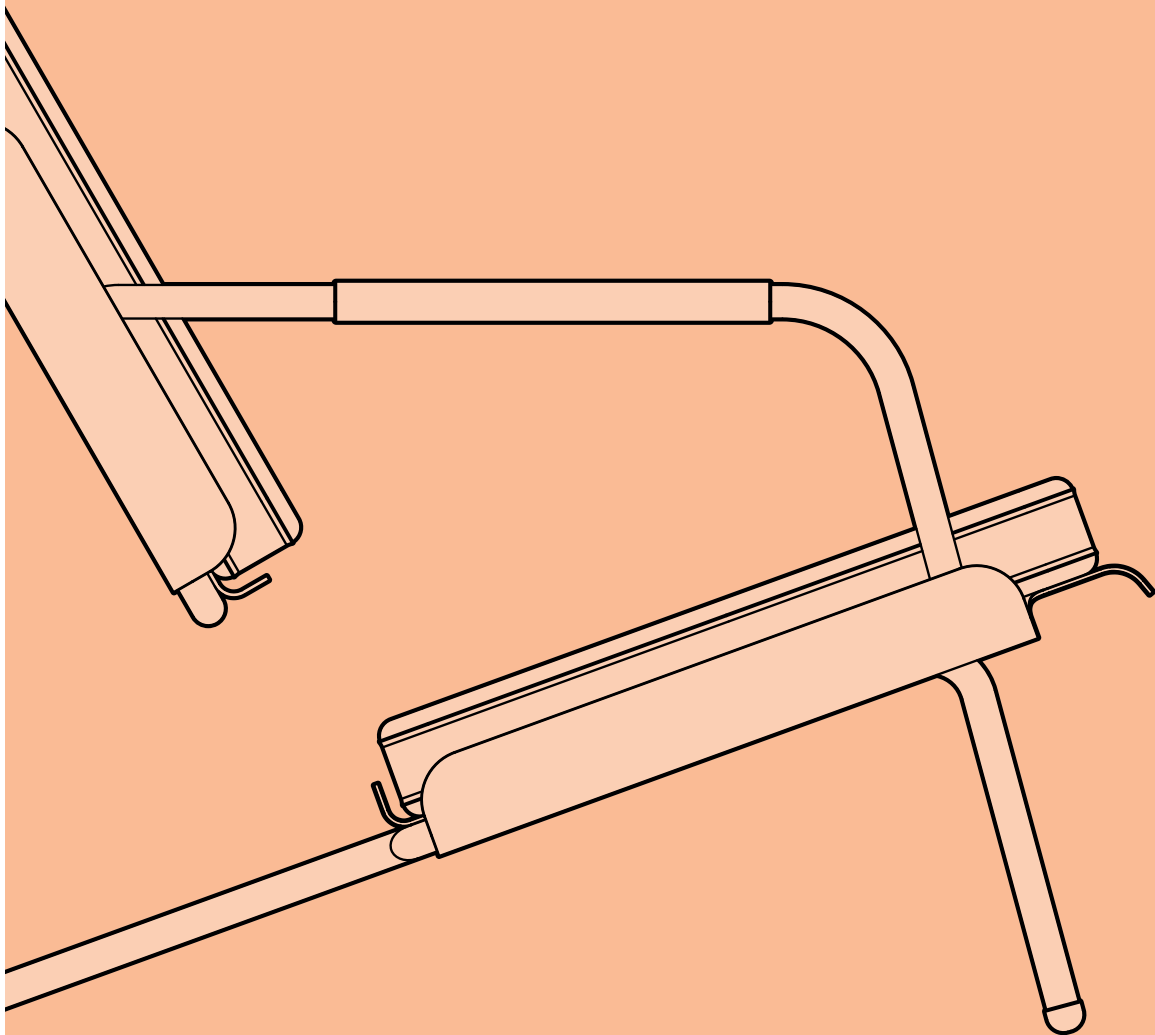
Vedlegg 1 Monteringsanvisning 134

Vedlegg 2 CAD-skisser 135

Vedlegg 3 Teknisk tegning ergonomijig 136

Vedlegg 4 Rørbøypesedyre 138





Introduksjon

Motivasjon

Motivasjonen min for å gjennomføre dette prosjektet springer ut i fra tanken om å kunne skape gode uterom selv med begrenset plass. Formålet med balkonger og private uterom er i hovedsak å øke bokvaliteten for beboerne. I norske byrom har balkonger ofte begrenset med plass som igjen begrenser utvalget av møbler en kan innrede med. Dette skaper et behov for møbler som er tilpasningsdyktige til ulike situasjoner. Utvalget av sammenleggbare stoler på markedet i dag er ofte utelukkende forbundet i konseptet om praktikalitet. Derfor ser jeg på det som motiverende å utforme et utemøbel til bruk i slike uterom som i tillegg til det praktiske aspektet også er komfortabel.

En sammenleggbar gjenstand utfordrer oppfinnsomheten til designeren og innfører et definerende ledd i designprosessen som jeg anser som en motiverende utfordring. En annen sentral motivasjon er å kunne videreutvikle mine kunnskaper innenfor møbeldesign og utforming av produkter i aluminium.

Jeg synes også det er givende å samarbeide med et norsk firma som jobber for å bevare norsk industri ved å holde utvikling og produksjon i Norge.

Oppgavebeskrivelse



Masteroppgave for student Magnus Oulie-Hansen

Utforming av sammenleggbare lenestol for mindre uterom i urbane strøk *Design of folding lounge chair for urban living*

Stadig flere vil bo mer sentralt enn før, men ønsker fortsatt å oppleve sola når den er fremme. Leiligheter i urbane strøk med begrenset plass har ofte ikke mulighet til å ha en lenestol stående på balkongen. Dette skaper et behov for utemøbler med større fleksibilitet og tilpasningsevne. En sammenleggbare lenestol kan tas frem når man selv ønsker det uten at det går ut over bruksarealet i andre situasjoner.


Dagens marked for sammenleggbare lenestoler er preget av campingutstyr eller mindre varige eksemplarer som går på kompromiss med kvalitetsfølelse og komfort. I denne oppgaven ønsker jeg å utforske muligheten for å utforme en sammenleggbare lenestol med hovedkomponenter i aluminium som både er praktisk og komfortabel.

Oppgavens gjøremål vil inkludere følgende:

- Analyse av eksisterende utvalg innen sammenleggbare lenestoler
- Brukerinnsikt, målgruppedefinisjon og scenarier
- Utforskning av sammenleggingsprinsipper
- Idégenerering og skissering
- Valg av konsept
- Fysisk prototyping og brukertesting
- Detaljering

Denne oppgaven vil bli utført i samarbeid med Sundays Design AS.
Oppgaven utføres etter "Retningslinjer for masteroppgaver i Industriell design".

Ansvarlig faglærer:	Einar Hareide
Faglig veileder:	Einar Hareide
Bedriftskontakt:	Kjetil Repstad (Sundays Design)
Utleveringsdato:	11.01.2019
Innleveringsfrist:	07.06.2019


Einar Hareide
Faglig veileder

Trondheim, NTNU, 11. Januar 2019


Ole Andreas Alsos
Instituttleder

Åpne esken.



Skyv sete og ryggplate inn i sporene til understellet.





Plasser putene.

Før hurtigfestene gjennom hullene i platen for å låse platene til understellet.





Len deg tilbake og slapp av.

Sundays Design AS

Sundays design er et designfirma som har produsert hagemøbler i over 25 år. De begynte med produksjon av båtputer for 40 år siden og gikk senere over til å produsere hagemøbler som er designet og produsert i Norge. Bedriften er opptatt av høy kvalitet både når det gjelder produksjon og materialvalg.

Sundays sine hagemøbler bruker aluminium som materiale for hovedkomponentene og er pulverlakkert i ulike farger.

Putene til hagemøblene bruker et vandrenereende skummateriale og et vannavstøtende tekstil som gjør at møblene kan stå ute hele året, selv om det regner (Sundays Design, 2019; Urecel, u.å.).



Figur 1. Frame-serien.



Figur 2. Core-serien.

Sammenleggbarhet

Hva er sammenleggbarhet?

For å få en forståelse av hva en sammenleggbar stol er vil jeg definere hva sammenleggbarhet er. En sammenleggbar gjenstand kan redusere størrelse når den ikke er i bruk.

Hvorfor sammenleggbarhet?

For at en gjenstand skal ha nytte av å gjøres sammenleggbar bør den ha en upraktisk form eller størrelse i sin aktive tilstand. Stoler er et tydelig eksempel ettersom de både har en upraktisk størrelse og form. En stol har ofte fire ben med et luftrom under setet og opptar store volumer i et rom i forhold til volumet av selve materialet stolen består av. Derfor vil sammenleggbarhet gi stolen en mulighet til å frigi praktiske områder når den ikke er i bruk.

Hvorfor trengs en ny sammenleggbar stol?

Dagens marked for sammenleggbare stoler er preget av campingutstyr og mindre varige eksemplarer som går på kompromiss med kvalitetsfølelse og komfort. Stolene er ofte ikke ment å vare og bærer preg av at de skal være utelukkende praktiske og billige. Dette fører til at sammenleggbare stoler ofte bare tas frem når man trenger ekstra sitteplasser ettersom de er ubehagelige å sitte i over lengre tid. De fleste ønsker ikke å innrede balkongen sin med hverken ukomfortable klappstoler i plast eller billige campingstoler. Utvalget av lenestoler ment for utebruk som kombinerer både komfortabilitet, sammenleggbarhet og kvalitet er lite utbredt og åpner dermed en mulighet i markedet for et nytt produkt.

“Collapsibility is above all a measure of convenience.”

(Møllerup, 2006)

"Usually collapsible furniture is very light, flat and purely practical."

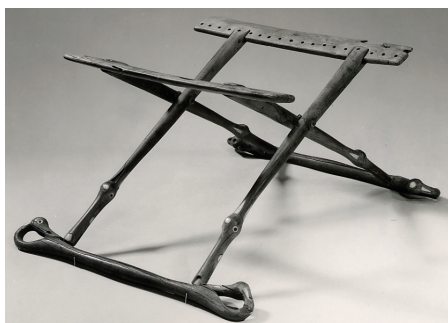
(Mollerup, 2006)



Figur 3. Gunde Klappstol designet av K. Hagberg & M. Hagberg for IKEA.

Sammenleggbare stoler

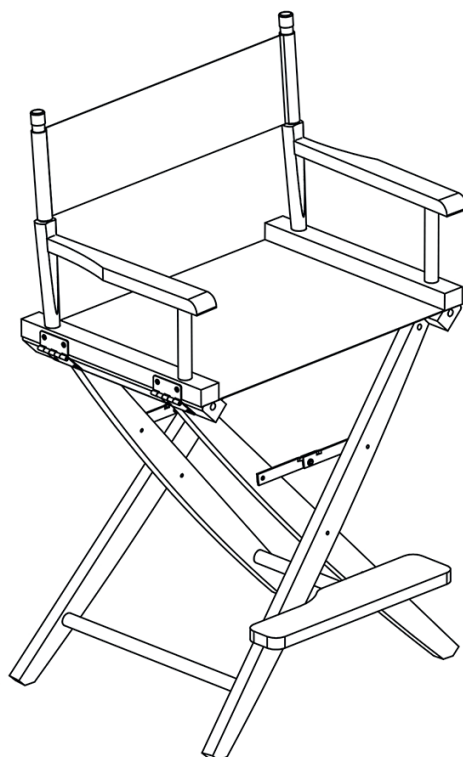
Sammenleggbare møbler har fantes i flere tusen år og kan spores helt tilbake til oldtidens Egypt, Roma og Hellas. Et av de tidligste eksemplarene av sammenleggbare krakker har blitt datert tilbake til 1550-1295 f.Kr (Figur 4). Disse krakkene hadde en X-formet konstruksjon med et svingledd som minner om en saks. Sakseprinsippet har siden inspirert mange ulike eksemplarer av sammenleggbare møbler, blant annet Kaare Klints Propeller Stool designet i 1930 (Figur 5).



Figur 4. Sammenleggbar krakk fra Egypt ca. 1550-1295 f.Kr. (Hayes, 1990).



Figur 5. Propeller Stool designet av Kaare Klint, 1930.



Figur 6. Directors Chair.

Som en videreutvikling av de tidlige eksemplarene av sammenleggbare krakker oppsto stolen mange i dag kjenner som "Directors Chair" (Figur 6). Regissørstol kan dateres tilbake til 1700-tallet og ble trolig brukt i felttog under den amerikanske borgerkrigen.

Et eksempel på en tidlig sammenleggbare lenestol som benytter et annet prinsipp for sammenleggbarehet er Tripolina-stolen (Figur 7). Stolen er designet av Joseph Beverly Fenby i 1855 og

ble blant annet brukt av militæret i USA, Storbritannia og Italia. Stolens konstruksjon utnytter et sammenleggbarehetsprinsipp som kan minne om en paraply.

Et annet nevneverdig og velkjent eksempel er den såkalte safaristolen designet av Kaare Klint i 1933 (Figur 8). Til forskjell fra stoler som utnytter hengsler for å legge stolen sammen, baserer safaristolen seg på et monteringsprinsipp. Stolen kan demonteres og pakkes inn i seg selv uten bruk av verktøy.

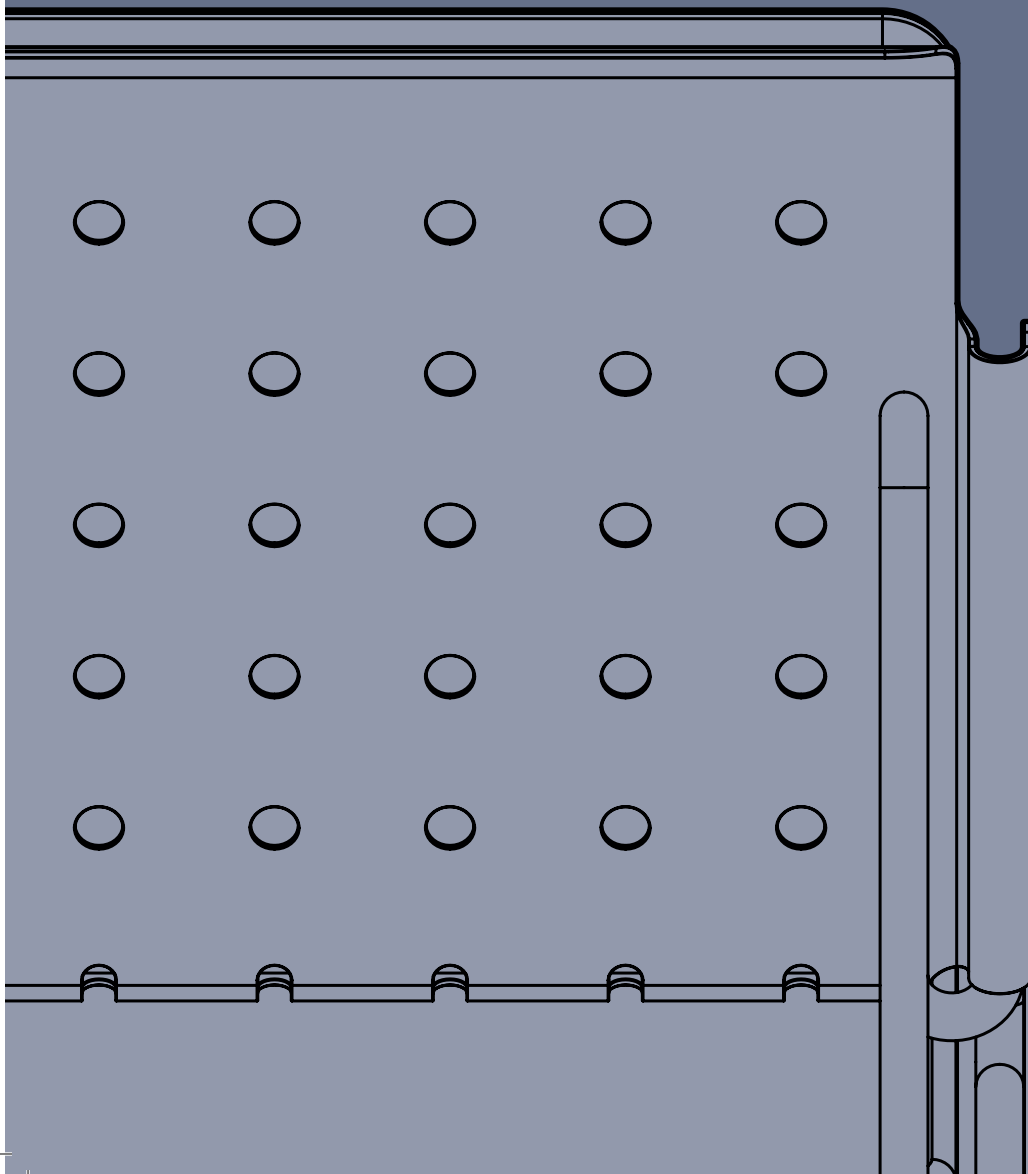


Figur 7. Tripolina av Joseph Beverly Fenby, 1855.



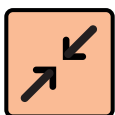
Figur 8. Safari Chair av Kaare Klint, 1933.

Teori



Sammenleggbarhetsprinsipper

Den typiske klappstolen er trolig den vanligste mentale modellen av hva en sammenleggbare stol er og de fleste sammenleggbare stoler bygger på lignende prinsipper. Dette prinsippet baserer seg på en hengselmekanisme der setet løftes opp til ryggen for å redusere størrelsen. For å ikke bli låst av denne tankegangen vil denne delen presentere Mollerups (2006) tolv prinsipper for sammenleggbarhet.

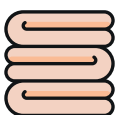


Stress

Stressprinsippet består av både kompresjon og ekspansjon, trykk og spenning. En gjenstand som utnytter stressprinsippet er ofte i en komprimert tilstand for lagring og avslappet under bruk. Et eksempel er soveposer.

Prinsippet kan også fungere motsatt ved at den stressede tilstanden er den aktive. Mollerup tar frem lastestropper som eksempel. De er under stress når de brukes til å holde andre gjenstander sammen eller på plass, og i en avslappet tilstand når de lagres.

Stressprinsippet er ofte anvendt ved at man utnytter de iboende egenskapene til materialer med en viss grad av fleksibilitet.



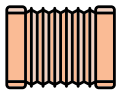
Folding

Sammenleggbarhetsprinsipper folding betyr bretteing av gjenstander uten en bestemt retning. Myke klær faller under dette prinsippet ettersom det kan brettes på flere måter for å spare plass, uten at gjenstanden permanent endrer tilstand.



Bretteing

Til forskjell fra gjenstander som kan foldes sammen på tilfeldige måter har prinsippet bretteing bestemte retninger. Mollerup tar frem reisekart som eksempel og nevner at de har predefinerte brettekanter for å gjøre den sammenlagte tilstanden så praktisk som mulig.



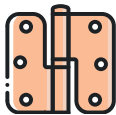
Belging

Prinsippet belging betyr at gjenstanden kan kontrahere og ekspandere i folder langs sidene. Dette prinsippet er brukt på blant annet blåsebelger til vedovner. Eldre kameraer utnyttet også dette prinsippet for å redusere lengden på linsen under transport og under oppbevaring.



Montering

Montering- og demonteringsprinsippet betyr at flere separate deler enkelt kan settes sammen til en helhet og senere tas fra hverandre for oppbevaring. Legoklosser utnytter blant annet dette prinsippet.



Hengsling

Hengsling er trolig det mest anvendte prinsippet innenfor sammenleggbare møbler. Hengsler tillater komponentene i en gjenstand å svinge ut og inn for å endre tilstand.



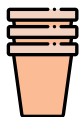
Rulling

Sammenleggbarhet ved hjelp av rulling betyr at en gjenstand reduserer størrelse ved at det rulles sammen. Et eksempel er gulvtepper.



Gliding

Gliding betyr at komponentene i gjenstanden glir inn i hverandre for å minimere lengden. Et produkt som utnytter glideprinsippet er fiskestenger og teleskoper.



Stabling

Gjenstander som kan stables opptar mindre plass ved at de passer inni hverandre og dermed reduserer hulrommet som finnes i gjenstanden. Kopper og glass er gjenstander med hulrom som kan reduseres ved at de stables oppå hverandre.



Oppblåsbar

Prinsippet oppblåsbarhet er brukt på gjenstander som har lukkede geometrier som kan blåses opp med enten gasser eller væsker. Et eksempel er oppblåsbare redningsvester.



Vifte

Vifteprinsippet fungerer ved at komponentene i en gjenstand roteres rundt et punkt og kan åpnes og lukkes.



Saks

Gjenstander som utnytter dette sammenleggbarhetsprinsippet består av en rekke identiske stenger forbundet i hverandres ender. Dette fører til en geometri som ser ut som en rekke X-er som kan utvides og forkortes. Uttrekkbare speil er et eksempel som tar i bruk dette prinsippet som minner om en saks.



Figur 9. Concertina Chair designet av Raw-Edges for Louis Vuitton (2015).



Balkonger

Storbyene i Norge vokser og flere ønsker å bo i sentrumsnære områder. For mange vil boligkvaliteten øke dersom man har tilgang på et privat uterom. Dette fører til at interessen for utbygging av balkonger på eksisterende bebyggelse blir stadig mer attraktivt.

Balkonger kan variere i både dybde, bredde og utforming. De kan være rektangulære, kvadratiske, avrundet eller kantete. For å få en generell referanse på dimensjonen til små balkonger vil balkongveilederen utarbeidet av Byantikvaren og plan- og bygningsetaten (2015) i Oslo kommune bli brukt som utgangspunkt.

For å imøtekomme kravene for generell uteromskvalitet, lysforhold og arkitektoniske- og bygningshistoriske verdier, finnes det begrensninger for slike utbygg. Den viktigste begrensningen for dette prosjektet er balkongdybden som ikke skal overskride 1,2 meter fra vegglinn på blant annet murgårder, byvillaer og gårder med lamellbebyggelse.



Figur 10. Smale balkonger.

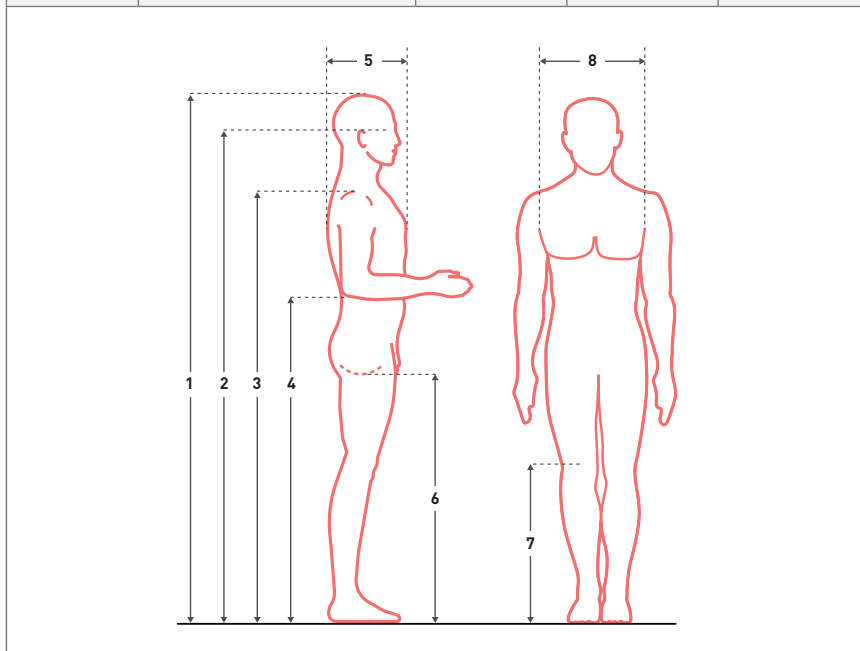


Figur 11. Runde balkonger på murgårdsbebyggelse.

Antropometri

Ved utforming av møbler bør designeren ta en del antropometriske hensyn. Antropometri omfatter målinger av menneskelige proporsjoner. Hver bruker har ulike kroppsproporsjoner og dermed også ulik forutsetning for hva som oppleves komfortabelt. Stolen bør derfor utformes for en stor gruppe av populasjonen i målgruppen. Ulike kroppsproporsjoner deles ofte inn i persentiler, som viser til hvor mange prosent av befolkningen som havner innenfor ulike størrelser (Volland, 2004). Den 50. persentilen for menns høyde viser til medianen i befolkningen, og betyr at 50% er enten under eller på denne høyden, og 50% er høyere enn dette. I utforming av stoler er det vanlig å tilpasse proporsjonene for den 5. og den 95. persentilen, som vil dekke 90% av populasjonen.

Nr	Beskrivelse av måling	5. Persentil	50. Presentil	95. Persentil
1	Høyde	1530	1719	1880
2	Øyehøyde	1420	1603	1750
3	Skulderhøyde	1260	1424	1570
4	Albuehøyde	960	1078	1190
5	Dybde bryst	170	215	250
6	Skrithøyde	709	816	890
7	Knehøyde	397	472	530
8	Hoftebredde	300	359	400



Figur 12. Tabell over 5., 50. og 95. persentil av europeisk mann (Jürgens, Matzdorff & Windberg, 1998). Alle mål i millimeter.

Ergonomi

Ergonomi handler om anvendelsen av antropometriske målinger i utforming av produkter for å gjøre dem komfortable å bruke.

En godt utformet lenestol bør samsvare med brukerens behov og gi en komfortabel støtte til kroppen. Funksjonen til en lenestol konsentrerer seg rundt avslapning og komfort, og skiller seg derfor fra for eksempel en arbeidsstol eller en spisebordsstol der sittestillingen er mer vertikal. En lenestol og en arbeidsstol har dermed også ulike ergonomiske krav. Lenestolen bør gjenspeile denne forskjellen og imøtekomme forventningene brukeren har.

Som et utgangspunkt for ergonomiske faktorer for lenestoler vil ergonomistudier gjennomført av Diffrient (1974) bli anvendt.

Ryggvinkel

Ryggvinkelen i en lenestol bør ligge mellom 10° og 28° . Dersom vinkelen blir større enn 30° kreves det en hodestøtte for å forhindre spenninger i nakke (Volland, 2004).

Setevinkel

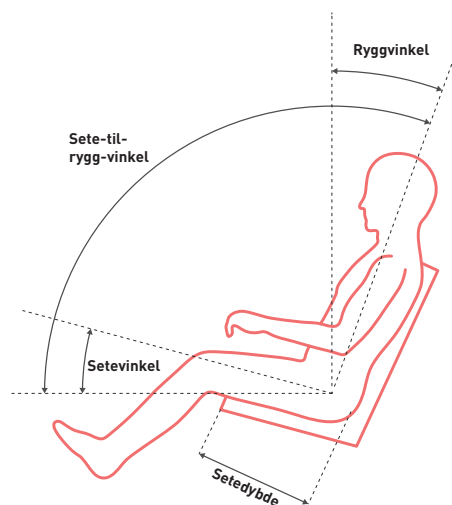
For lenestoler er det vanlig å ha en setevinkel på rundt 15° . Er setevinkelen mindre enn 15° og ryggvinkelen større enn 30° vil brukeren ha en tendens til å gli ut av stolen, noe som fører til uønsket og ubehagelig sittestilling.

Sete-til-rygg-vinkel

Sete-til-rygg-vinkelen bør ligge mellom 100° og 105° . Den mest avslappende vinkelen er 130° , men krever hodestøtte dersom ryggvinkelen er større enn 30° .

Setedybde

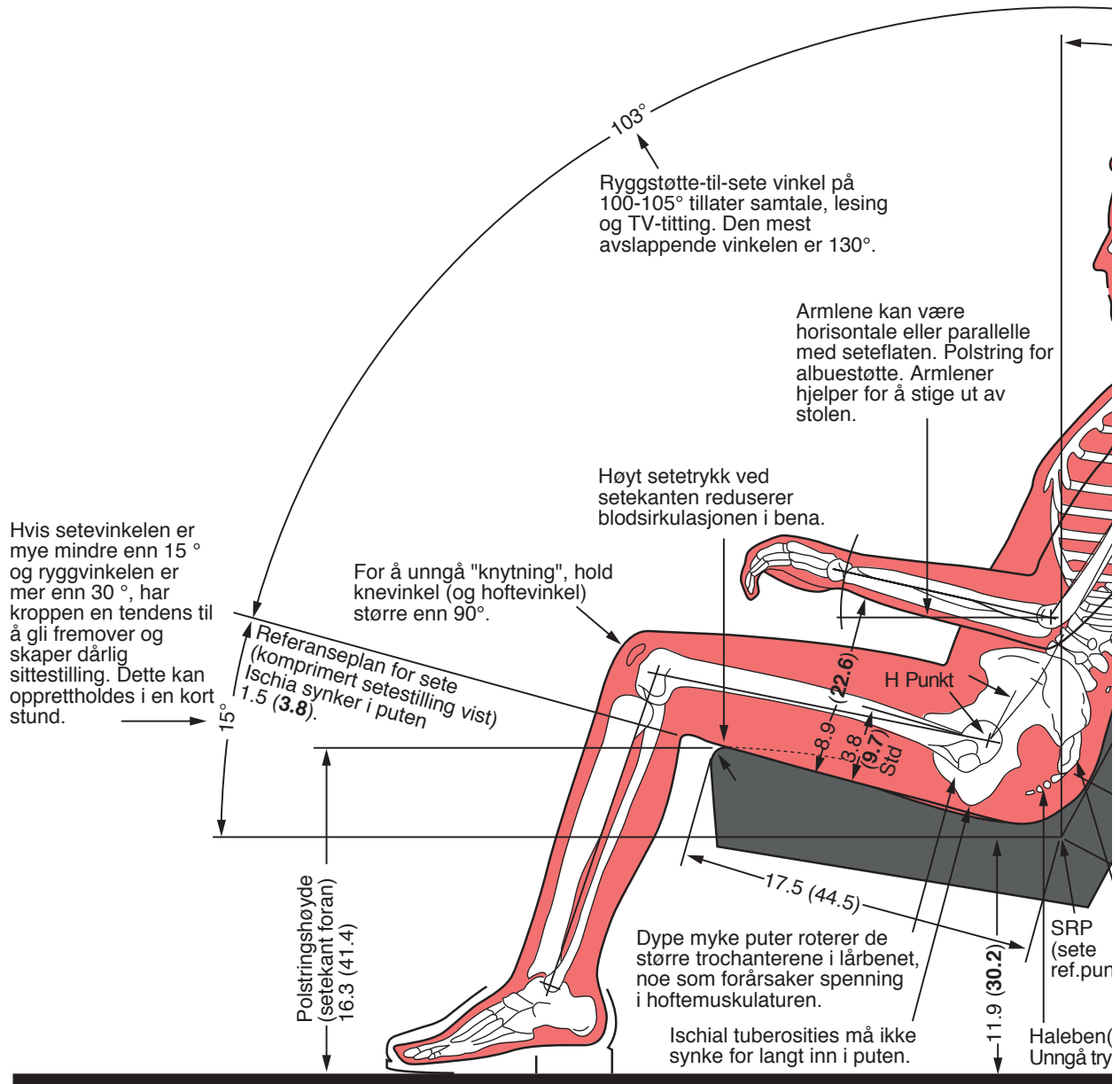
Dybden på setet bør være dyp nok til å gi støtte til lårene og kort nok for å hindre at brukere med kortere ben må sitte ytterst på stolen og ikke få god nok støtte i ryggen.



Figur 13. Fundamentale ergonomiske parametere i en lenestol.

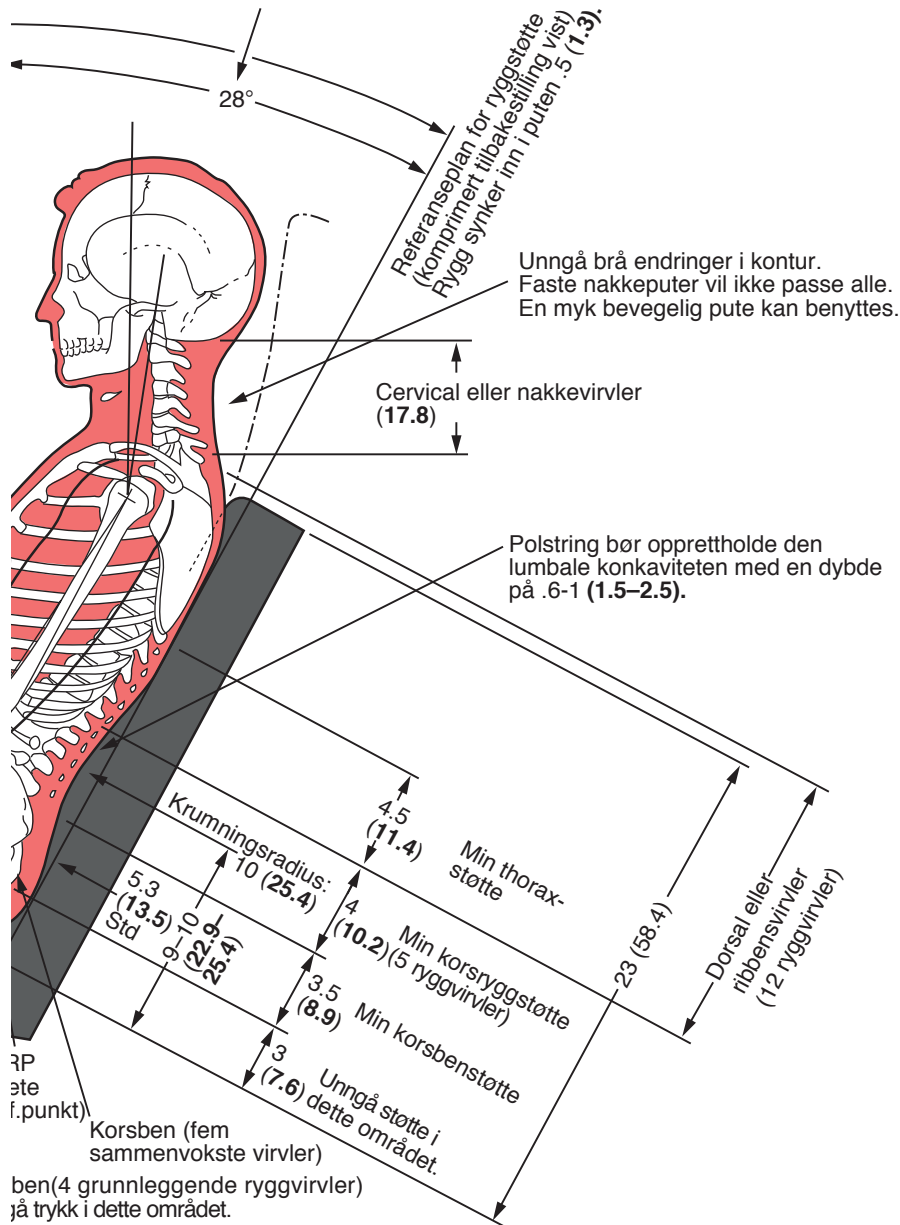
Armlener

Armlener er gunstige for å støtte armene og før å gjøre det lettere å stige ut av stolen. En dyp stol med høy setevinkel vil være vanskeligere å komme seg ut av, spesielt uten armlener.



Figur 14. Noen ergonomiske faktorer for utforming av lenestoler [50. persentil mann er vist sittende]. (Diffrient, Tilley and Bardagij, 1974, min oversettelse)

Hvis ryggvinkelen er større enn 30°, er det nødvendig med hodestøtte. En nakkestøtte (angitt med stiplede linjer) vil muliggjøre hviling av hodet.



Kroppsvektfordeling

75% på Sete
8% på Ryggstøtte
17% på Gulvet

Skumputetetthet

Myk for ryggstøtte
Myk for hodestøtte
Medium for sete
Fast for armlener

Tversgående ryggkurver

12–18 (30.5–45.7) Radius på hofter
40 (101.6) Min radius på nedre bryst
Tilnærmet flat ved skulderbladene

Avstand mellom armlener

20 (50.8) Opt
22 (55.9) med vinterklær

Bredde armlener

2 (5.1) Min
2.5–3.5 (6.4–8.9) tilstrekkelig
Over 3.5 (8.9) luksuriøs

Lengde armlener

Samme som setelengde

Aluminiumslegeringer

De fleste rene metaller har ikke gode nok styrkeegenskaper for konstruktive formål. Dette er også tilfellet for rent aluminium og det har derfor blitt utviklet ulike legeringer med materialer som kobber, mangan, silisium, sink og magnesium. De fleste aluminiumslegeringer inneholder mellom 90 og 96% aluminium, mens resten er blandinger med ulike stoffer for å oppnå en bestemt egenskap. Egenskapene som gis legeringene kan både være av produksjonsmessige hensyn og for å øke ytelsen i det ferdige produktet (Kaufman, 2000).

Det finnes flere enn 300 ulike aluminiumslegeringer, mens innenfor produksjon av møbler er det ofte bare åtte av disse som vanligvis anvendes (Tabell 1).

	Flytgrense (MPa) (Gjennomsnitt)	Korrosjons- bestandighet	Industri	Egner seg til	Anodisering	Sveising	
Knatelegeringer	3003	36	● ● ● ● ●	Egnet	Kaldforming (valsing, bøyning)	Egnet	Meget egnet
	6060	90	● ● ● ● ●	Vindusrammer, lamper, stiger, møbler og kontorutstyr	Ekstrudering, smiing, valsing	Meget egnet	Egnet
	6061	112	● ● ● ● ●	Flyindustri, sykkelrammer, møbler	Ekstrudering, smiing	Egnet	Meget egnet
	6063	213	● ● ● ● ●	Møbler	Rørforming og ekstrudering	Meget egnet	Meget egnet
Støpelegeringer	LM5	99	● ● ● ● ●	Maritim, møbler, kjøkkenredskaper	Sandstøping og presstøping	Meget egnet	Egnet
	LM6	142	● ● ● ● ●	Maritim, møbler, kjøkkenredskaper, kontorutstyr	Sandstøping, presstøping, kokillestøping	Moderat, ikke egnet for fargeanodisering	Meget egnet
	LM24	111	● ● ● ● ●	Komponenter med høyt detaljenivå	Presstøping	Moderat, ikke egnet for fargeanodisering	Ikke egnet
	LM25	91	● ● ● ● ●	Komponenter med høyt detaljenivå	Kokillstøping, investeringsstøping	Egnet	Egnet

Tabell 1. Tabell over aluminiumslegeringer egnet for produksjon av møbelkomponenter (Lawson, 2013; Sheasby & Pinner, 2001).

Knalegeringer

Knalegeringer er en gruppe av legeringer som egner seg for plastisk bearbeiding, blant annet gjennom knekking av plater og bøyning av rør. Alle knalegeringene i Tabell 1 lar seg både bøye og sveise men har ulike styrkeegenskaper. Som en generell regel vil legeringer som er hardere og sterkere være vanskeligere å bøye rundt mindre radier. Dersom utformingen krever en kort bøyeradie bør en mykere legering velges. Dersom legeringen ikke er sterk nok for formålet den skal brukes til kan man velge en sterkere legering som ikke er ferdig herdet. Herdetilstanden til aluminiumslegeringer er beskrevet med en tilstandskode.

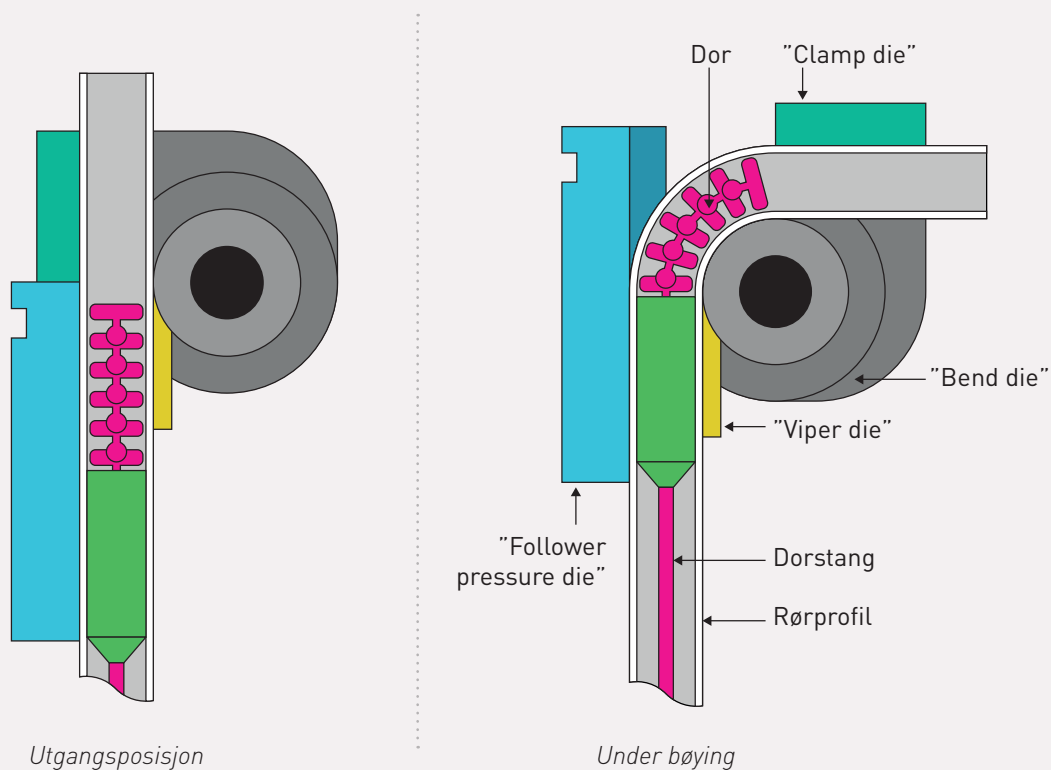
Legeringstilstander

Aluminiumslegeringer leveres i ulike tilstander som kan deles opp i to hovedkategorier, varmherdbare legeringer og ikke-varmherdbare legeringer. Varmebehandlede legeringer er merket med en tilstandskode T etterfulgt av et tall. Tilstandskodene T1, T2, T3 og T4 refererer til en prosess som kalles naturlig aldring. Dette betyr at legeringene bruker luftkjøling i romtemperatur til å kjøle seg ned og tar vanligvis to til tre dager. Vannkjøling tar kortere tid og kalles for kunstig aldring. Tilstandskodene T5, T6 og T9 brukes for ulike typer kunstig aldring.

Det er generelt enklere å utføre bøyning av rør med større bøyeradie og kortere bøjevinkler. Dersom man ønsker å bøye rør med kort bøyeradie bør man bruke mykere legeringer med tilstandskode -T1, -T4 eller -O. Tilstandskoden angir hvilken herdetilstand legeringen har. Ved bøyning med korte radier kan legeringer med større formbarhet benyttes og senere utherdnes med varmebehandling for å øke styrken til komponenten etter bøyning (Hydro Extruded Solutions, 2011). Eksempelvis kan man benytte en legering i sin mest duktile tilstand -O og varmebehandle etter bøyning til -T6.

Rørbøying

Rørbøying er en produksjonsprosess der rette rør bøyes til en bestemt konstruksjon. Det finnes flere metoder for bøying av rør, blant annet strekkbøying, valsebøying og rotasjonsbøying. Den mest presise og effektive metoden for rørbøying kalles *Rotary Die Bending (RDB)* eller *rotasjonsbøying* (Mentella & Strano, 2012). Avanserte CNC-styrte rotasjonsbøyerer (Figur 16) tillater kortere bøyeradier og mindre deformasjoner av røret enn andre bøyeprosesser. Som vist i Figur 15 blir røret klemt fast flere steder i rørbøyeren. Rørbøyeren består av fem hovedkomponenter med hver sin oppgave for å sikre presise bøyeoperasjoner med minimale uønskede deformasjoner.



Figur 15. Tverrsnittet viser hvordan rotasjonsbøying fungerer. Venstre side viser utgangsposisjonen og høyre side viser posisjonering av verktøyene under bøying.

Bend die

Et bøyeverktøy kalt en *bend die* er tilpasset ønsket bøyeradie med et spor som tilsvarer den ytre diameteren på røret som skal bøyes.

Clamp die

Clamp dien klemmer røret inntil bend dien og utfører selve bøyingen av røret ved at den sammen med bend dien og trekker røret i bøyeretningen.

Viper die

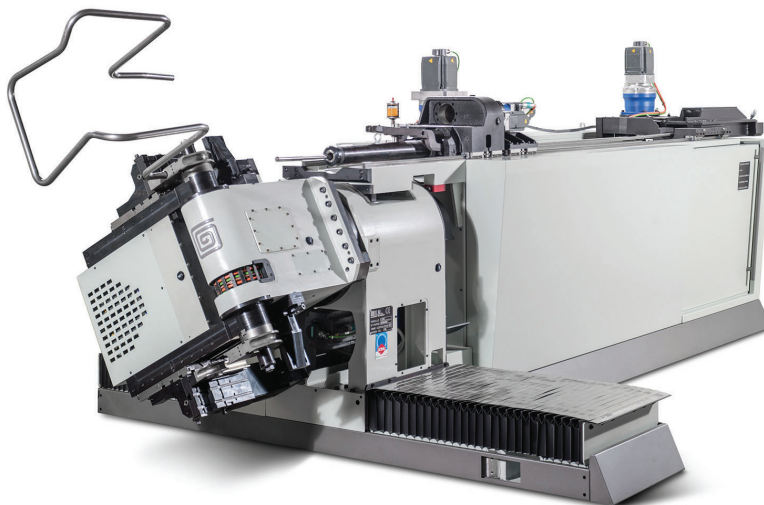
For å unngå rynker på innersiden av røret kan rørbøyeren anvende en *viper die*. Viper dien står stille under hele bøyeprosessen og holder røret i spenning. Viper dies er ofte laget av en mykere legering i messing eller aluminium for å unngå at røret ripes opp eller skades.

Indre dor

Under bøyeprosessen finnes det et dor på innsiden av røret med bevegelige kuler på enden for forhindre ovalisering og kollaps, samt rynking av røret.

Follower pressure die

Ved bøying av rør med liten bøyeradie (Ytre diameter / senterlinjeradius < 2) blir deformasjonen av røret større og godstykkelsen blir mindre homogen. Rotasjonsbøying kan minimere reduksjon av godstykkelse både ved hjelp av det indre doret og en såkalt *follower pressure die*. Denne komponenten beveger seg langs aksialretningen til røret under bøyeprosessen og er med på å redusere tøyning på utsiden av røret. Visse rotasjonsbøyerer er også utstyrt med en funksjon som kalles *boost*. Funksjonen gjør at follower pressure dien legger trykk på røret og beveger seg langs aksialretningen raskere enn bøyehastigheten til clamp dien. Denne aksiale trykkraften motvirker strekkraften som påføres av "clamp dien". Dette reduserer strekkspenningen og bidrar til ytterligere ivaretagelse av godstykkelse (Li, Yang, Zhan & Kou, 2010).



Figur 16. BLM Group SMART, en CNC-styrt rørbøyer med 8 akser (BLM Group, u.å.).

"The all-electric axis control gives the ability to produce tight bend radii, even less than 1D, and to produce complex shapes with multiple radii or for pre-assembled tubes with flanges, end forms or fittings."

Bøyeradier

Selv om avanserte rotasjonsbøyerestyrte med follower pressure die, indre dor og vipper die har mulighet til å bøye rørprofiler med korte senterlinjeradier, avhenger det også på hvilken legering man ønsker å bruke, samt dimensjonen på røret.

Som utgangspunkt for minimum senterlinjeradie (Figur 17) som er mulig å bøye, har kan Formel 1 som beskrevet av Karl Andermayer (referert i Hydro Extruded Solutions, 2011) brukes. Formelen er ment for bøying av runde rør ved hjelp av indre dor og tar hensyn til ytre diameter, godstykkelse og formingsfaktoren til aluminiumslegeringen. Som vist i Tabell 2 er en senterlinjeradie på 30 mm i akseptert ved flere vanlige legeringer.

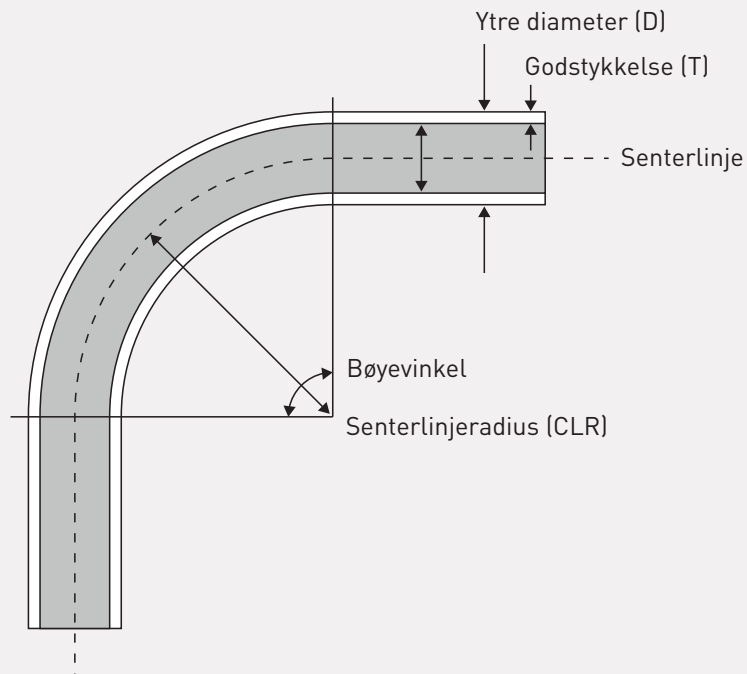
$$\frac{D^2 F}{T} + .75D$$

D = Ytre diameter rør (i tommer)

F = Formingsfaktor

T = Godstykkelse (i tommer)

Formel 1. Formel for minimum senterlinjeradius, rør formet med indre dor.



Legering	Formingsfaktor	Min radius (mm)
6061-T6	0.0759	30,18
6063, 6101 -T6	0.0759	30,18
6063-T52	0.0622	27,44
6101-T61, T63, T65	0.0622	27,44
6061, 6063-T1, T4	0.0554	26,08
6061-O	0.0487	24,74
6063-O	0.0426	23,52
1100, 3003-O, 6101-T64	0.0352	22,04

Tabell 2. Tabell over legeringer med tilhørende formingsfaktorer og utregnet minimum senterlinjeradie for 2x20 mm rørprofil med indre dor (Andermayer, referert i Hydro Extruded Solutions, 2011).

Behov for indre dor og viper die


Behovet for bruk av indre dor og viper die avhenger av et sett med parametere. Generelt vil bøyeoperasjoner med stor bøjevinkel, kort senterlinjeradie og lav godstykkelse kreve mer avanserte dor med flere fleksible kuleledd og ofte en viper die. Etter anbefaling fra rørbøyerprodusenten *Herber Engineering AB* (u.å.) vil et rør på 2x20 mm som bøyes med en bøjevinkel på 180° og senterlinjeradie på 30 mm kreve bruk av et standard dor, uten behov for viper die (Tabell 3).



Figur 18. Fra venstre: standard dor, kuledor og dor med fleksible kuler.

Senterlinjeradius / Ytre diameter

Ytre diameter / Godstykkelse	Senterlinjeradius / Ytre diameter					
	1 x D		1,5 x D		2 x D	
	90°	180°	90°	180°	90°	180°
10	S	S	S	S	S	S
20	K	K	K	K	K	K
30	L-2	L-3	L-2	L-3	L-2	L-3
40	L-3	L-3	L-3	L-3	L-3	L-3
50	L-3	L-4	L-3	L-4	L-3	L-4
60	L-4	L-5	L-4	L-5	L-3	L-4
70	L-4	L-5	L-4	L-5	L-3	L-4
80	L-4	L-5	L-4	L-5	L-3	L-4

 Grå felter indikerer tilfellene der det er anbefalt å anvende en vipet die.

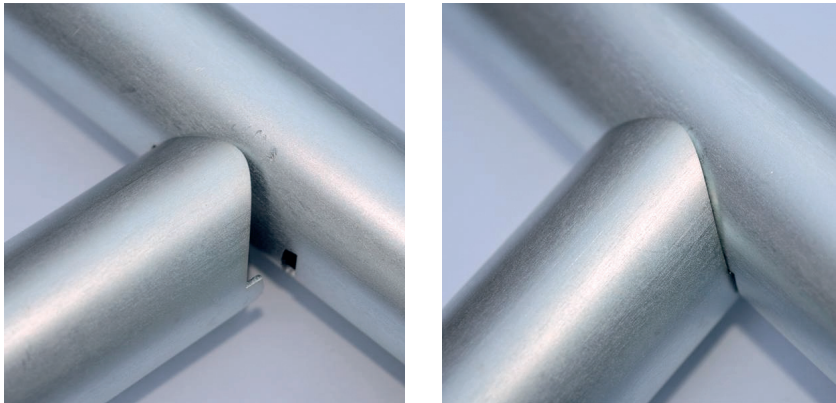
S = Standard dor
 K = Kuledor
 L = Dor med fleksible kuler
 (Sifferet indikerer antall kuler)

Tabell 3. Tabell for anbefalinger av type indre dor og anvendelse av vipet die ved ulike rørdimensjoner og senterlinjeradier. (Herber Engineering AB, u.å.)

Laserskjæring

Laserskjæring er en effektiv metode for kutting og dekorering av ulike materialer. Prosessen fungerer ved at en høyt fokusert laserstråle genererer millioner av watt og smelter vekk materialet med svært høy nøyaktighet.

Ved bruk av et flerakset laserhode kan denne metoden for kutting også brukes på tre-dimensjonale objekter som for eksempel en rørprofil (Lefteri, 2012). Denne prosessen åpner mulighetene for å lage tilpassede monteringshull som vist i Figur 19. Denne prosessen kan være kostbesparende sammenlignet med mer konvensjonelle kuttemetoder da det er en automatisert prosess som kan kutte med ekstremt høye toleranser, med hull ned til en diameter på 1/1000 tomme.

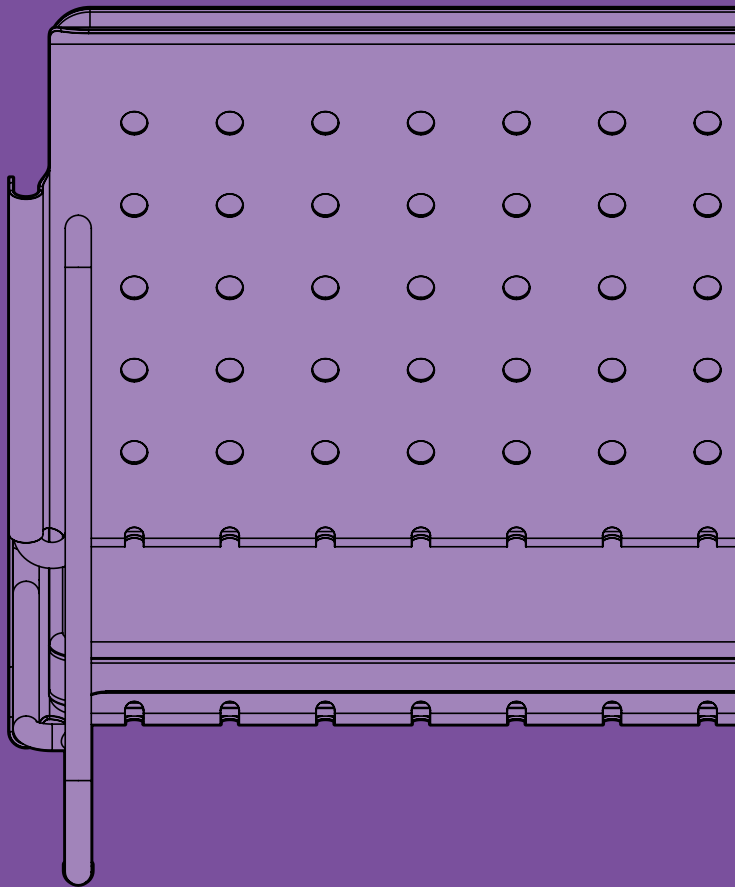


Figur 19. Laserskåret rørprofil med monteringshull.



Figur 20. Flerakset laserskjæring av rørprofil.

Metoder



Bedriftsbesøk

For å skaffe innsikt i ulike produksjonsprosesser og vanlige utfordringer knyttet til disse kan bedriftsbesøk til fabrikker og produksjonslokaler være av stor verdi. Fysiske møter åpner muligheten for å stille direkte spørsmål til de som jobber der og se på hvilke muligheter og begrensninger som finnes på den aktuelle fabrikken.

Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelser er en enkel metode for å samle informasjon og utforske behovet hos en brukergruppe. Spørreundersøkelsen som ble gjennomført i dette prosjektet stilte spørsmål rundt erfaringer rundt møblering og generell bruk av balkonger. Hensikten med undersøkelsen var å undersøke behovet for en sammenleggbar lenestol blant brukerne, samt hvilke egenskaper de ser på som nødvendige for et slikt produkt. Spørreundersøkelsen ble laget ved hjelp av Google Forms og distribuert på sosiale medier for å rekruttere respondenter.

MoSCoW

MoSCoW er en metode for å prioritere forskjellige funksjoner i et prosjekt. Alle funksjonene listes opp og rangeres deretter i de ulike gruppene "must have", "should have", "could have" og "won't have". Dette gir en oversikt over hvilke funksjoner som designeren bør ta hensyn til under designprosessen.

Merkevare-/identitetsanalyse

For å være sikker på at produktet kommuniserer de riktige verdiene til brukeren og at brukeren kan gjenkjenne at produktet tilhører merkevaren, kan metoder for analysering av visuell merkeidentitet anvendes. Ved å utføre en *Design Format Analysis* (DFA) kan de eksplisitte designelementene som finnes i en portefølje kartlegges (Warell, referert i Karjalainen, 2007). Denne metoden gir et overblikk over hvilke egenskaper som definerer merkevaren og som dermed kan tas med inn i designprosessen til nye produkter for å styrke merkevaren ytterligere.

Moodboards

Et *moodboard* består av en kollasj av bilder og utklipp og er ment som et visuelt verktøy for å introdusere et tema eller en stemning i et prosjekt (Erlhoff & Marshall, 2008). Moodboards kan bli anvendt i briefinger mellom kunde og oppdragsgiver som et hjelpemiddel til å forklare ønsket retning for et produkt tidlig i designprosessen (Eckert & Stacey, 2003). Moodboards kan også hjelpe designeren med å sammenføre ideer og tanker i en visuell fremstilling.

Skissering

Frihåndstegning og skissering er en rask og enkel metode for å utforske idéer og former tidlig i en designprosess. Skisser kan også brukes som et effektivt virkemiddel for å kommunisere et konsept til en oppdragsgiver.

Mockups

Produktdesign handler ofte om tre-dimensjonale gjenstander, og det kan være utfordrende å se for seg hvordan et produkt skal fungere ut ifra en to-dimensjonal skisse. Ved å bygge enkle prototyper i papp eller lignende materialer, kan man få en bedre forståelse av hvordan produktet vil fungere. Slike raske modeller blir ofte kalt for *mockups* og er et nyttig hjelpemiddel i designprosessen da de kan avdekke svakheter og utfordringer som ikke er åpenbare ut ifra en to-dimensjonal skisse. Papiromockups har også en styrke i at de ikke er like utsatt for mistolkning som en skisse.

CAD og 3D-visualisering

CAD (Computer Aided Design) er et verktøy for å lage digitale 3D-modeller av gjenstander. For en produktdesigner er CAD et viktig hjelpemiddel i hele designprosessen, fra enkle skissemodeller til detaljerte modeller klar for produksjon. Ved å lage 3D-modeller kan man raskt få en større forståelse av hvordan det fysiske produktet vil se ut ved hjelp av 3D-visualisering. 3D visualisering eller *rendering* betyr å generere fotorealistiske bilder av modellene.

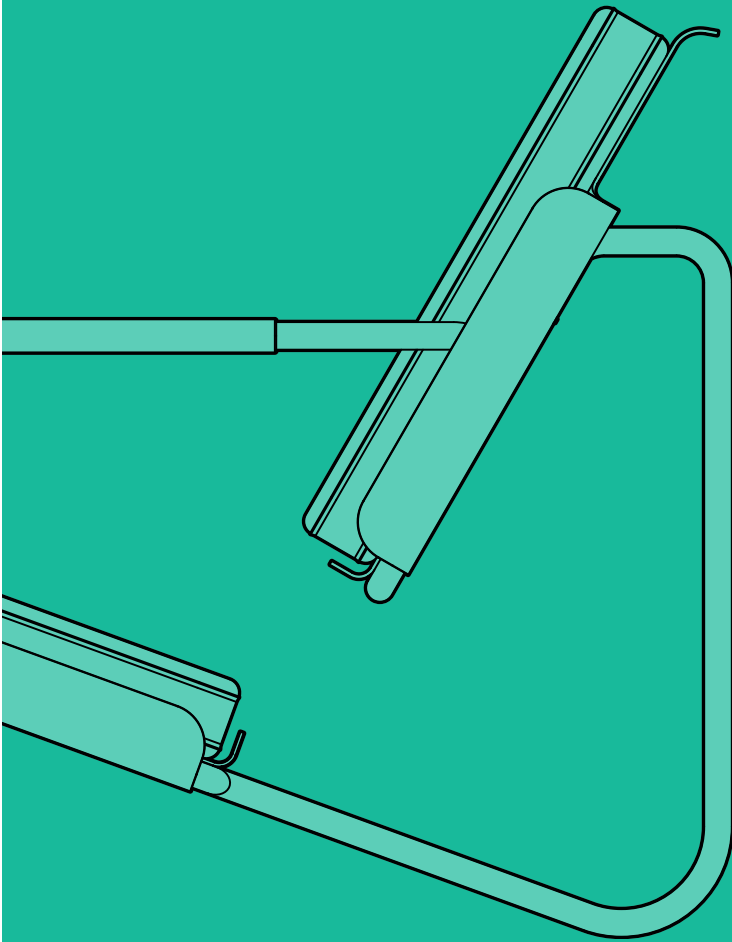
Skalamodellering

Når pappmodeller ikke gir godt nok svar på funksjoner, former eller mekaniske prinsipper relatert til gjenstanden som designes, kan man lage en mer detaljert skalamodell i mer robuste materialer. Å produsere en fullskalamodell er ofte tidkrevende og potensielt kostbart dersom

gjenstanden er stor. Derfor er det vanlig å skalere ned modellene til en håndterlig størrelse. Dette kalles en skalamodell, og for møbeldesign er det ofte gunstig å skalere modellene ned til 1:5. Skalamodeller kan lages med ulike teknikker som for eksempel bøyning av stålstenger, CNC-fresing av skum, vakuumentrekking av plast eller ved hjelp av en 3D-printer.

Prototyping

Som et naturlig steg før produksjon er det viktig å lage en reell prototype som tilsvarer det ferdige produktet i både størrelse, form, funksjon og materialer. Hensikten med en prototype er å få verifisert at gjenstanden fungerer slik den skal. En prototype er som regel fremstilt av andre produksjonsprosesser enn det som er tenkt i masseproduksjon. Hvor liten forskjell det behøver å være mellom prototypen og det ferdige produktet avhenger av hva man ønsker å få testet ut før en eventuell produksjon.



Resultat

Besøk hos IKM Haaland

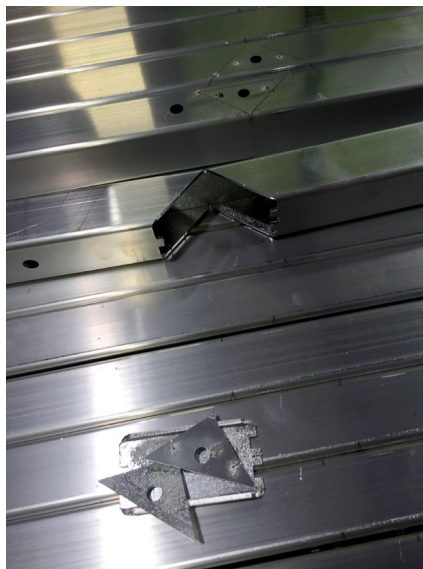


Figur 21. Ferdig pulvertakerte benker fra Frame-serien til Sundays Design.

I oppstartsfasen av prosjektet ble det gjennomført et besøk til fabrikken som produserer aluminiumskomponentene i produktene til Sundays Design. Fabrikken IKM Haaland i Stavanger er en fabrikk som spesialiserer seg på platebearbeiding.

Hos IKM ble det presentert hvilke muligheter som finnes i produksjonslokalene og hvor viktig det var for dem å jobbe tett med kundene sine, primært for å finne de optimale løsningene slik at produksjonen blir mest økonomisk, innovativ og effektiv.

Det tette samarbeidet mellom Sundays og IKM har ført til at de sammen har forbedret måtene de produserer møblene på, blant annet med tanke på sveising, lakkering og montering. Produksjonsmetodene som ble presentert var knekking, stansing, laserskjæring, sveising, etterbehandling og pulverlakkering. Det å kunne se produktene til Sundays Design i de ulike stegene av produksjonen ga god innsikt i hvordan de har valgt å designe produktene tilpasset valgt produksjonsmetode.



Figur 22. 3D-laserskårte aluminiumsprofiler som kan bøyes 90° for hånd og reduserer antall sveiser.

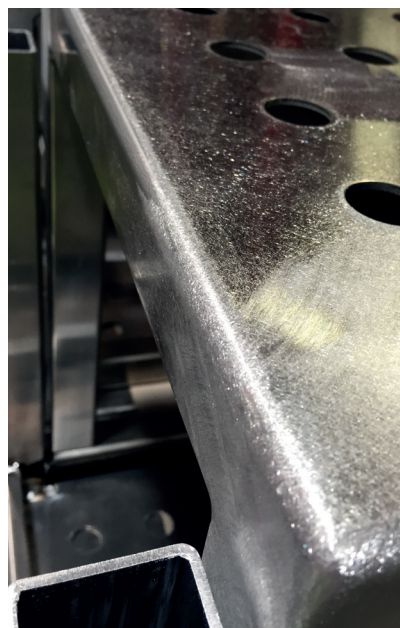


Figur 23. Hjørnesveis på aluminiumsbord før pussing.



Figur 24. Utstillingsmodell av den nye sofaen i Core-serien.

De viktigste observasjonene jeg tok med meg fra besøket var at de fleste produktene til Sundays krever mye sveising og pussing (Figur 25). De fleste sveisene kan utføres av roboter, men pussingen krever manuelt arbeid som er tidkrevende og kostbart. Disse observasjonene ble derfor tatt med inn i prosjektet med et mål om å redusere tidkrevende sammenstilling og produksjon.



Figur 25. Aluminiumsbord ferdig pusset.

Visuell identitet Sundays Design

Møblene til Sundays fremstår enhetlige i formspråket, noe som gjør at man kan se beslektskap på tvers av produktseriene. Produktene er fargerike og friske og har en vennlighet i uttrykket sitt. Den gjennomgående visuelle identiteten i produktene styrker merkevaren deres, og ivaretagelse av denne identiteten ved utforming av nye produkter gjør at brukeren kan kjenne igjen merkevaren igjennom eksplisitte designelementer som går igjen.

Silhuettene er gjennomgående bygd opp av rektangulære og geometriske former med enkle og rene linjer. Flater er ofte perforert med sirkler som både har et praktisk formål som dreneringshull, men som også styrker den visuelle identiteten til Sundays.

Design Format Analysis

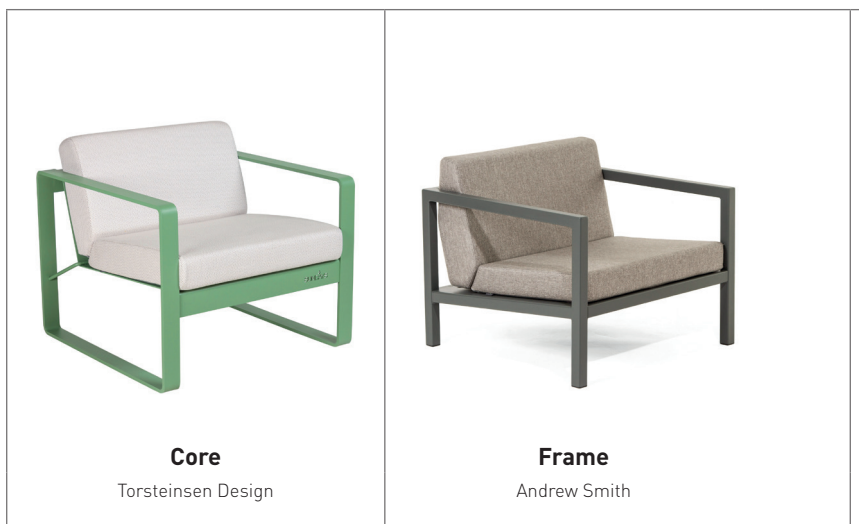
Som et hjelpemiddel for å kartlegge forekomsten av ulike eksplisitte designelementer er metoden Design Format Analysis (DFA) utviklet av Warell (referert i Karjalainen, 2007, s. 71) blitt anvendt (Figur 29). Denne tilnærmingen undersøker forekomsten av et sett utvalgte designelementer og egenskaper. Egenskapene kan for eksempel beskrive materialer, former, geometrier og fargebruk.

Egenskapene som er brukt i analysen er basert på et subjektivt utvalg av visuelle egenskaper som skaper gjenkjennelse for produktene til merkevaren. Hensikten med metoden er å få oversikt over de mest typiske egenskapene slik at de kan tas med inn i designprosessen. Metoden er basert på subjektive vurderinger og ikke nøyaktige målinger og vil derfor kun bli brukt for å danne et generelt bilde av gjenkjennbare trekk ved produktene.



*"For langt her nord, er vi alltid klare for å
nyte livet i det fri. Hvert øyeblikk og hver
solstråle."*

— Sundays Design



Materiale Aluminium	●	●
Geometrisk formspråk	●	●
Fremtredende logomerking	●	●
Sirkelperforering i sete eller rygg	●	●
Symmetri	●	●
Minimalistisk	●	●

12

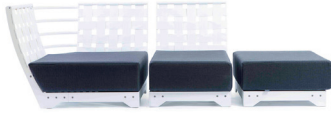
Veldig typisk produkt

12

Veldig typisk produkt



M.O.H (avviklet)
Andrew Smith



Vino (avviklet)
Morten Eik

		<input type="radio"/>	
	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	<input checked="" type="radio"/>		
	<input checked="" type="radio"/>		
	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	

5

7 Veldig typisk egenskap

4 Minst typiske egenskap

6

6

7 Veldig typisk egenskap

7

5

Minst typiske produkt

Eksplisitte designelementer

Analyse hjelp av DFA-metoden viser at de to mest typiske produktene for merkevaren til Sundays Design er produktene fra Frame- og Core-serien. Det minst typiske produktet er modulsofaen Vino som har avviklet produksjon.

De mest typiske egenskapene er bruken av enkle geometriske former og minimalistisk utforming. Selv om sirkelperforering i sete/rygg-plater ikke skårer høyest i analysen over typiske kjennetegn er dette fortsatt et sterkt kjennetegn. Sirkelperforeringene har først og fremst en funksjon i å tillate drenering og lufting av putene samtidig som hullmønsteret er enkelt å kjenne igjen og kan derfor være et viktig designelement for videre merkevaregjennkjennelse.



Figur 30. Svart lenestol fra Frame-serien til Sundays Design, her plassert innendørs.

Målgruppedefinisjon

Målgruppen for produktet vil skille seg fra Sundays Design sitt eksisterende kundesegment. I dagens portefølje er utemøblene fra Sundays store i størrelsen og egner seg best på takterrasser, plattinger eller i hager med store bruksarealer. En sammenleggbar lenestol vil sikte seg inn på en målgruppe med begrenset plass i utearealet sitt.

Målgruppen kan være enslige, par eller familier som bor i byer med tilgang på balkong, en liten terrasse eller andre typer private uterom.

Sundays Design er opptatt av å lage robuste utemøbler med et høyt fokus på kvalitet både i materialvalg, konstruksjon og produksjon. Disse hensynene er kostbare og fører til at produktene deres havner i den øvre prisklassen av utemøbler og skal appellere til husstander med god inntekt. Dermed faller blant annet studenter utenfor målgruppen.

Produktet bør appellere til både personer med fast bosted og personer som flytter mye på seg. Sammenleggbarheten gjør produktet ideelt for personer som flytter mye på seg eller har en midlertidig boligsituasjon.

Sundays tilbyr et bredt spekter av fargevalg og kombinasjoner i produktene deres som gjør møblene deres kjønnsnøytrale og kan appellere til både kvinner og menn.

Lenestoler er ment for avslapning og noen lenestoler kan ha en tilbakeleant sittestilling med lav setehøyde eller dype puter. En tilbakeleant sittestilling er mer avslappende, men kan gjøre det vanskeligere for eldre personer å komme seg ut av stolene.

Aldersspennet for målgruppen kan dermed avgrenses fra 23 år og opp til 55 år, uavhengig av kjønn.

Spørreundersøkelse

I denne delen vil resultatet fra spørreundersøkelsen bli presentert. Spørreundersøkelsen ble gjennomført med hensikt i å kartlegge behovet for sammenleggbare utemøbler og samle erfaringer rundt møblering og generell bruk av balkonger. Resultatet fra spørreundersøkelsen er hentet fra de 92 deltakere som oppga at de bor eller har bodd i en leilighet med balkong, av totalt 114 deltakere. Spørreundersøkelsen vil ikke bli presentert i sin helhet, og kun et relevant utdrag vil bli lagt frem.

Spørreundersøkelsen hadde for få deltakere til å kunne være representativ og kan derfor ikke bli brukt til å trekke sikre konklusjoner. Likevel kan den gi en pekepinn rundt behovet for en sammenleggbar lenestol, samt nyttig innsikt i de egenskapene som bør inngå i kravspesifikasjonen av lenestolen.

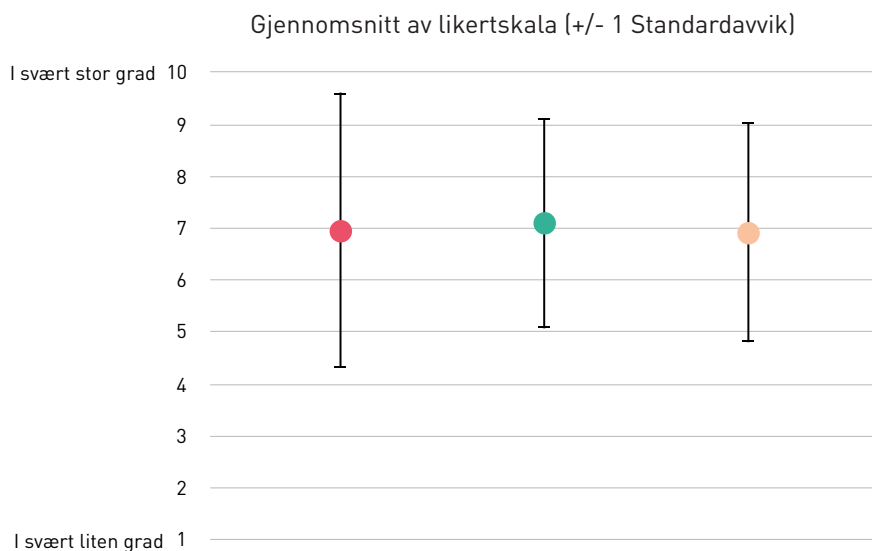
Innledningsvis fikk deltakerene spørsmål om størrelsen på balkongen. Som illustrert i Figur 31 hadde deltakerene varierende størrelser på balkongene sine. 62% av deltakerene hadde en balkong som var 6 m³ eller mindre.



Figur 31. Fordeling av størrelsen på balkongene til deltakerene.

For å undersøke interessen for en lenestol til balkonger blant deltakerene ble spørsmålet "I hvor stor grad ser du nytten av å ha en komfortabel lenestol som er sammenleggbar for bruk på balkonger?". Selv om svarene hadde stor spredning på dette spørsmålet oppga deltakerene i gjennomsnitt en poengsum på 7,1 (Figur 32).

På spørsmålet om størrelsen på balkongen begrenser utvalget av møbler som er mulig å innrede med viser det samlede resultatet også her et relativt høyt gjennomsnitt med en poengsum på 7,0. Ser vi kun på de deltakerene som har balkong som er mindre enn 6 m³ blir gjennomsnittet 7,5.

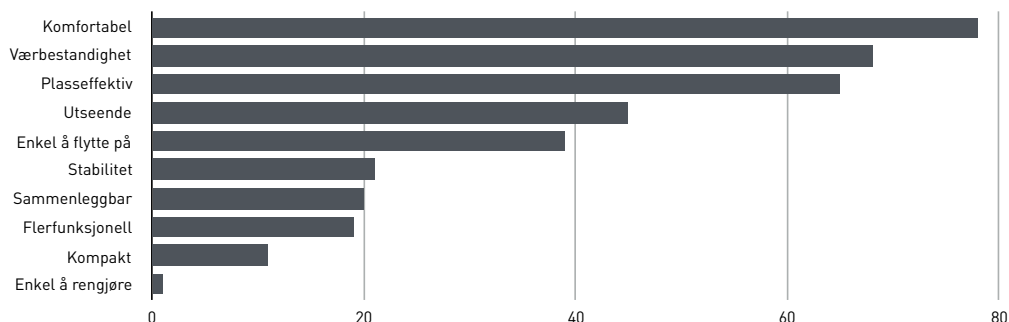


I hvor stor grad:

- føler du størrelsen av balkongen begrenser utvalget av møbler du kan innrede med?
- ser du nytten i å ha en komfortabel lenestol som er sammenleggbar for bruk på balkonger?
- er du opptatt av utseendet til møblene dine?

Figur 32. Samling av resultater fra spørreundersøkelsen.

Hva ser du på som viktige egenskaper for utemøbler egnet for balkonger? (flervalg)

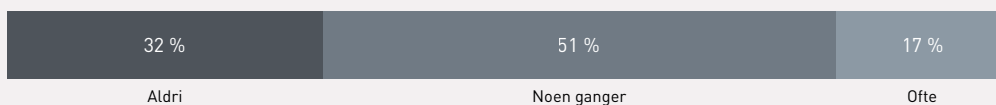


Figur 33. Rangering av viktige egenskaper for utemøbler.

For å kartlegge hvilke egenskaper som bør inngå i utviklingen av utemøbler for bruk på balkonger ble spørsmålet i Figur 33 stilt. Resultatet viser at komfort, værbestandighet og plasseffektivitet er blitt sett på som de viktigste egenskapene for utemøbler til balkong. Disse egenskapene bør derfor også tas med inn i designprosessen.

I spørreundersøkelsen ble det også kartlagt ommøbleringsvanene til deltakerene i spørsmålet "Hender det at du flytter møbler ut og inn av balkongen tilpasset situasjon?". Figur 34 viser et flertall på 51% svarte at de flytter møblene ut og inn noen ganger. Dette styrker dermed hypotesen om behovet for sammenleggbare utemøbler.

Hender det at du flytter møbler ut og inn av balkongen tilpasset situasjon?



Figur 34. Prosentfordeling av ommøbleringsvaner på balkong.

Kravspesifikasjon

Kravspesifikasjonen er basert på innsikt fra teoridelen, bedriftsbesøket, analysen av eksisterende Sundays-produkter og resultater fra spørreundersøkelsen. Kravspesifikasjonen er delt inn i fire bolker som er subjektivt rangert etter ulik viktighetsgrad ved hjelp av metoden MoSCoW. "Must have"-bolken inneholder de kravene som må inngå i det nye produktet, mens "won't have" inneholder krav som skal utelates.

Must have

- Må være sammenleggbare.
- Må produseres i aluminium.
- Må være en lenestol.
- Må være intuitiv og enkel å forstå.
- Må være komfortabel.
- Må være trygg, ikke lett å klemme fingre.
- Må være stabil og robust.
- Må være billig å produsere.
- Må kunne flatpakkes.

Could have

- Kan ha avtagbare trekk/puter for å vaske eller oppbevare.
- Kan ha mulighet til å brukes uten puter.
- Kan ha en oppbevaringseske.

Should have

- Bør være lett.
- Bør ha armlener.
- Bør være rask å legge sammen.
- Bør kunne brukes ute og inne.
- Bør kunne produseres med ingen eller få sveiser.

Won't have (this time)

- Skal ikke ha nakkepute.
- Skal ikke ha justeringsmuligheter.
- Skal ikke være modulær.
- Skal ikke være flerfunksjonell.



Analyse av eksisterende lenestoler

For å danne et bilde av eksisterende sammenleggbare lenestoler som finnes på markedet vil denne delen presentere et lite utvalg gjennom en subjektiv analyse. Eksemplene som blir trukket fram viser ikke markedsutvalget i sin helhet, men legger vekt på eksemplarer med ulike prinsipper for sammenleggbarhet, formspråk og grad av kvalitetsfølelse. Hensikten med analysen er å identifisere et mulighetsrom og bruke dette til å definere retningsvalg og ønsket markedsposisjonering.



Figur 35. Chair One designet av Jake Lah for Helinox (2013).

Chair One er en sammenleggbar lenestol som har et materialvalg og en estetikk som trekker tydelige assosiasjoner til campingliv. Med en rotete benstilling og tynne rørprofiler virker stolen ustabil og lite varig. Plassert inn i et boligmiljø vil denne stolen oppleves malplassert og uegnet for den huslige konteksten. Ettersom stolen er ment for friluftsliv tåler den vær og vind, men vil trolig gi en lav kvalitetsfølelse på en balkong.



Figur 36. Shift Lounge Chair designet av Jonas Forsman for Moooi (2014).

En moderne tolkning av den klassiske klappstolen. Stolen oppleves stødig, myk, innbydende og enkel i bruk, uten at den bærer preg av at det er en klappstol. Stoffet i ryggen er sydd med en spesiell strikkeprosess og gir stolen en tredimensjonal form som virker omfavnende. Stolen gir en høy kvalitetsfølelse igjennom et gjennomtenkt materialvalg og et enkelt formspråk.



Figur 37. Bucksaw Chair designet av Ole Gjerløv-Knudsen (1960-tallet).

Uten bruk av skruer eller verktøy settes lenestolen sammen og spennes opp med et prinsipp hentet fra gamle grindsager. Stolen kan senere demonteres og pakkes inn i seg selv. Med en lav og tilbakeleant sittestilling virker stolen avslappende og den pragmatiske konstruksjonen skaper et ærlig uttrykk.



Figur 38. Concertina Chair designet av Raw-Edges for Louis Vuitton (2015).

Concertina Chair har en utforming som minner om en blomst og foldes sammen som en vifte ved hjelp av hengsler. Stolen har et artistisk formspråk og fremstår eksklusiv i både materialvalg og utførelse. Trefoten gjør at stolen er plassbesparende selv i oppslått tilstand, men egner seg ikke for utendørs bruk med tanke på materialvalg.



Figur 39. Saxe klappstol designet av Mogens Lassen (1955).

Lenestolen baserer seg på sakseprinsippet og har et minimalistisk og nordisk uttrykk både gjennom utforming og materialvalg. Materialvalget av eik og lær egner seg derimot ikke for utendørs bruk.

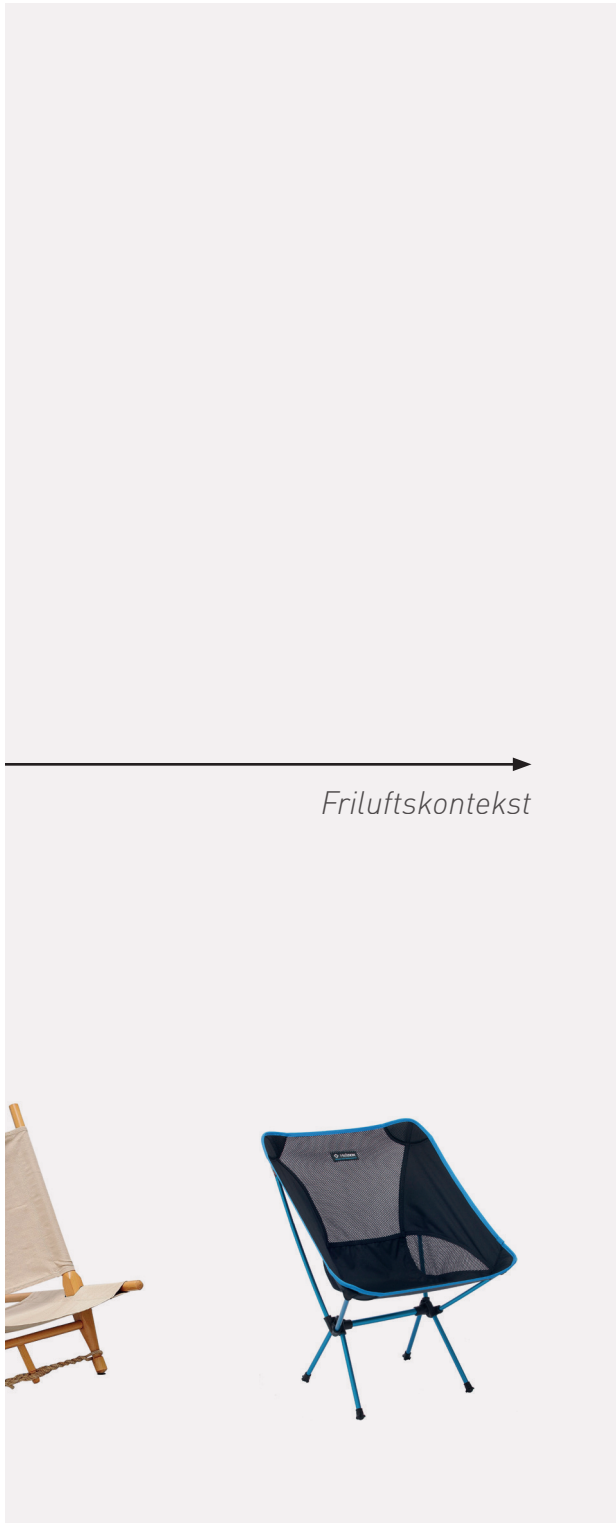


Figur 40. D4 sammenleggbar lenestol (reproduksjon av B4-stolen) designet av Marcel Breuer for Tecta (1926/27).

Lenestolen har en gjennomtenkt og arkitektonisk konstruksjon som har et sporty og lett uttrykk uten at det går ut over kvalitetsfølelsen. Stolen kan anses som en sammenleggbar versjon av Wassily-stolen og passer godt inn i et boligmiljø. Laget for både utendørs og innendørs bruk kan stolen leveres i rustfritt stål og et tekstil som tåler regn.

Retningspeker





For å danne et bilde av hvilket uttrykk lenestolen skal søke etter har eksemplarene fra den subjektive analysen av sammenleggbare lenestoler blitt plassert inn i et koordinatsystem. På førsteaksen er stolene plassert etter hvilken kontekst de passer inn i og er basert på totaluttrykket stolene gir. Aksen løper fra en streng huslig kontekst til friluftsliv og camping. Stolene som er plassert nære en huslig kontekst er de som passer inn i hjemmet.

Andreaksen forteller om selve utformingen av lenestolene og løper fra stoler som er utformet med enkel strukturell nødvendighet – til mer artistisk artikulerte utforminger. Med utgangspunkt i de definerte aksene og posisjoneringen i koordinatsystemet finnes det størst motsetning mellom *Concertina Chair* øverst til venstre og *Chair One* nederst til høyre.

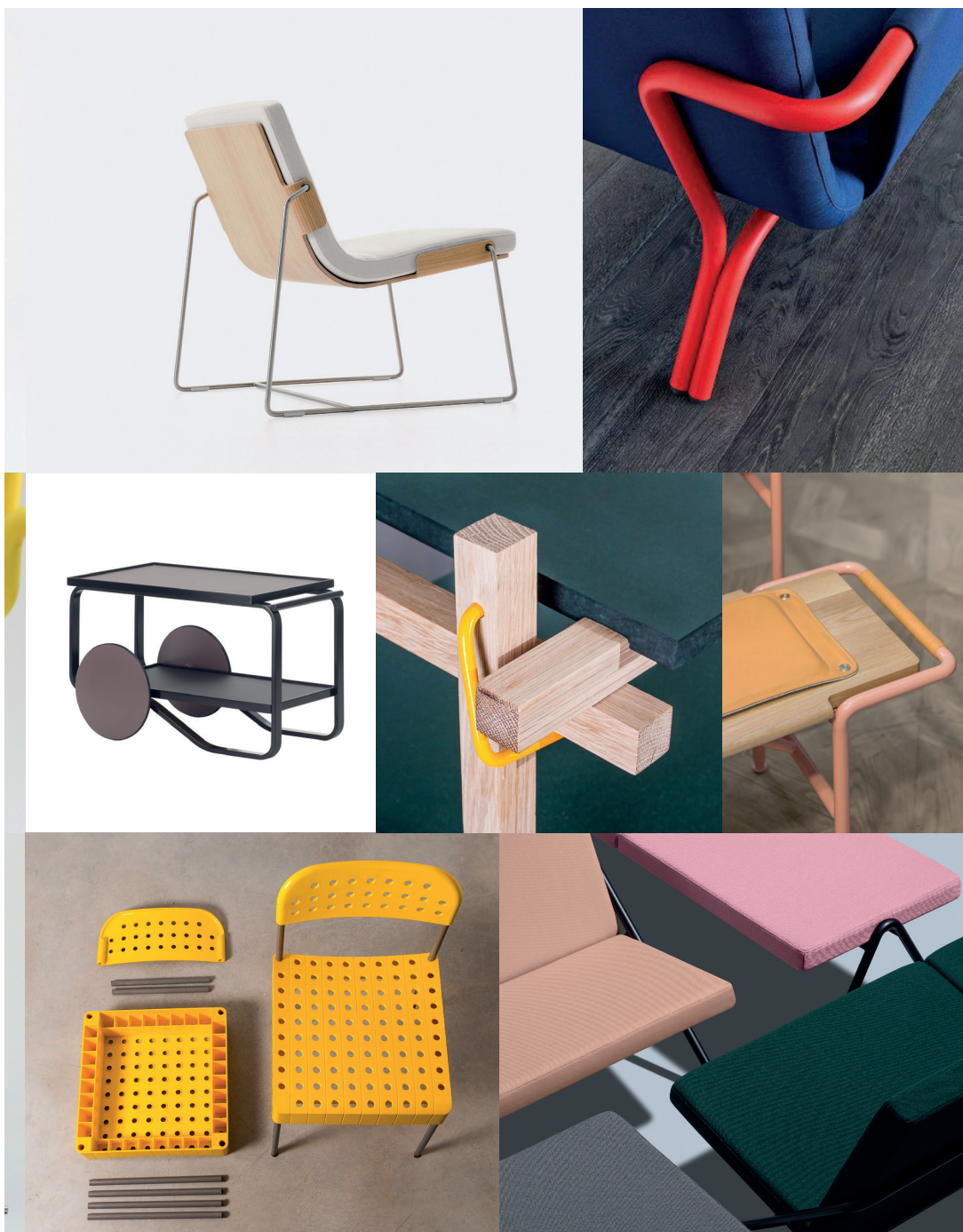
Valgt retning

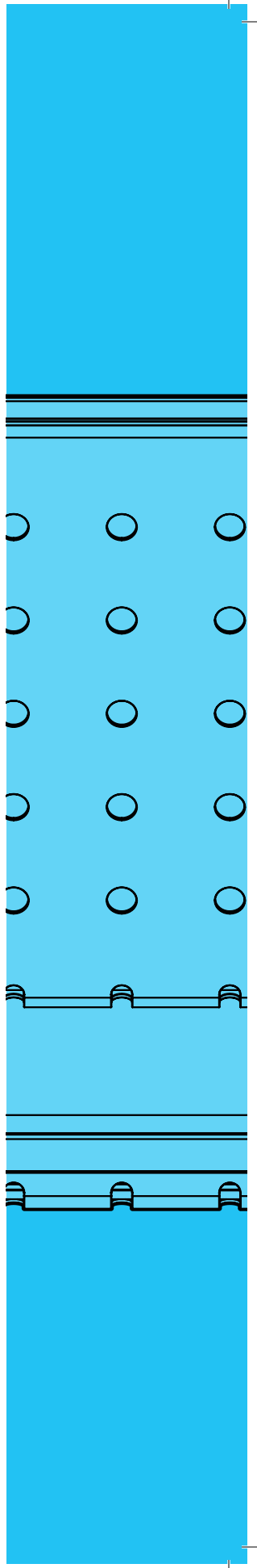
Den valgte regningen er et resultat av innsikten fra identitetsanalysen av merkevarer til Sundays og analysen av eksisterende sammenleggbare lenestoler. Den nye lenestolen skal søke seg mot et uttrykk som passer inn i en huslig kontekst. Uten å vekke assosiasjoner til friluftsliv og camping, bør den samtidig oppfattes robust og anvendelig utendørs. For å ivareta Sundays sin identitet bør utformingen være forbundet i minimalisme og enkle geometrier.

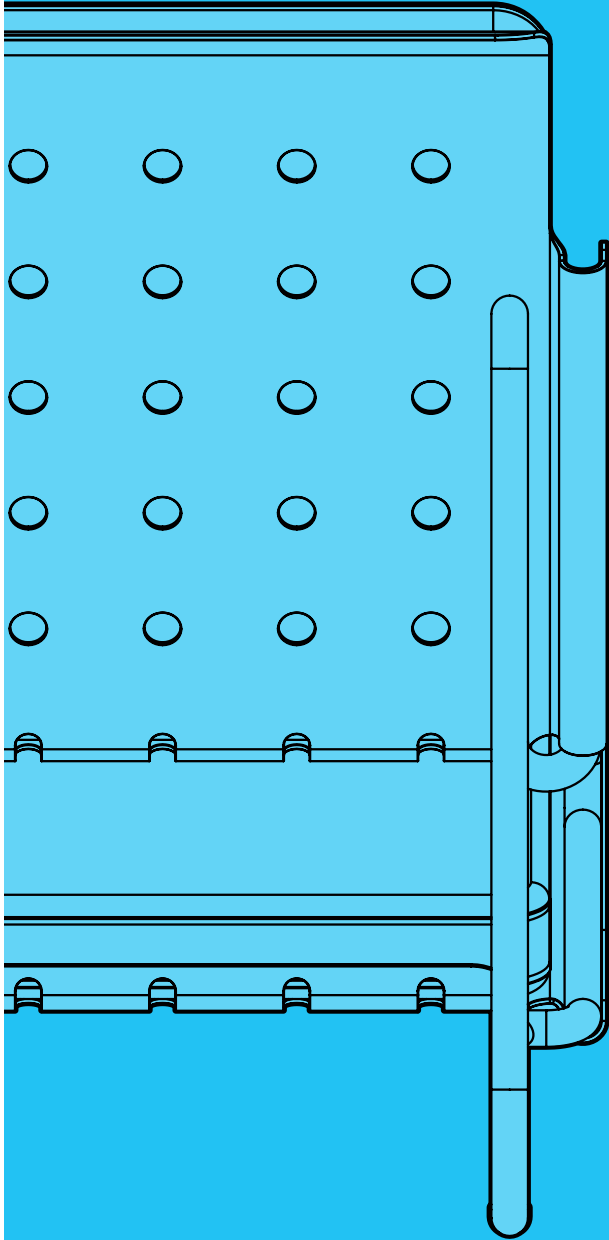
Moodboard



Moodboardet gir en visuell fremstilling av valgt retning og er en samling av inspirasjon, ideer og tanker og vil fungere som et utgangspunkt for designprosessen.





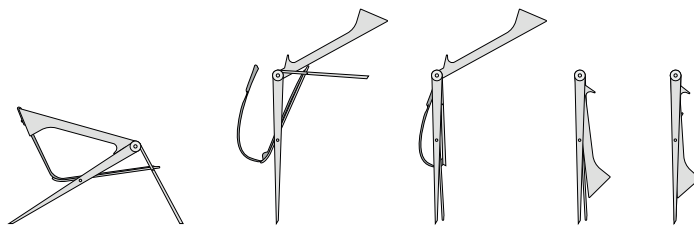
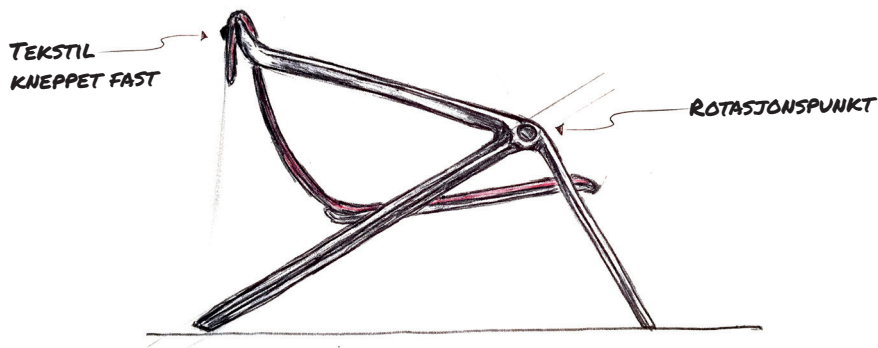


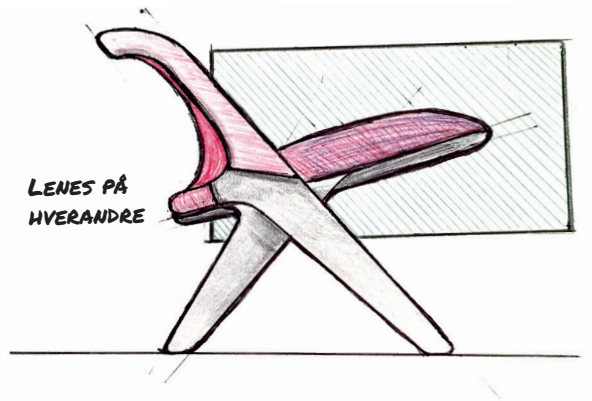
Prosess

Idémylding og skissering

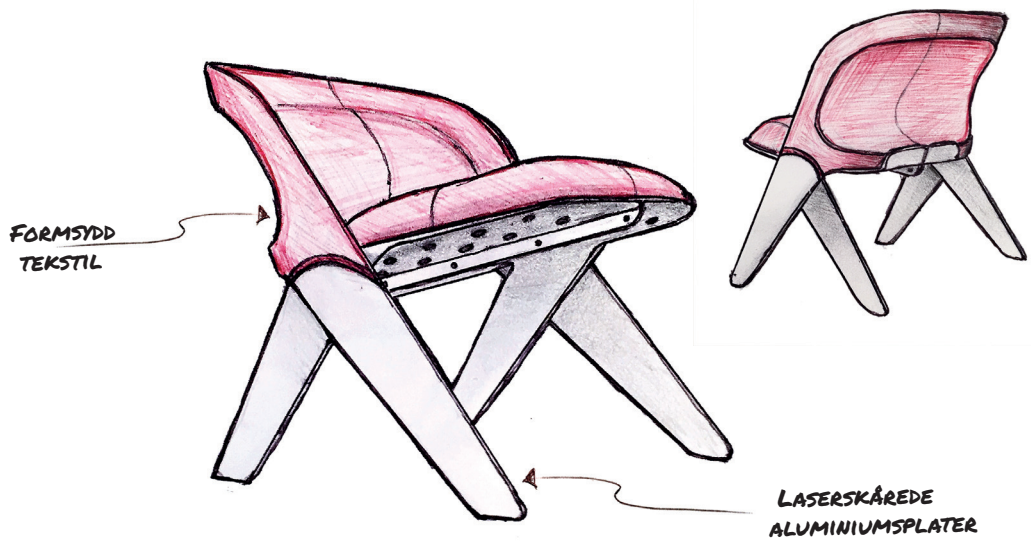
Denne delen vil ta for seg designprosessen fra idémyldring via skisser og papirprototyper til 3D-modellering, skalamodellering og fysisk ergonomitesting.

Innledningsvis var målet med idémyldringsfasen å generere mange ulike idéer og konsepter. Ved å utforske ulike sammenleggbarhetsprinsipper med en divergerende og kvantitativ tilnærming ble det generert et utvalg av mulige konsepter. Konseptene ble deretter evaluert i samarbeid med veileder videre inn i en utvelgelsesprosess. De konseptene som hadde størst potensiale ble deretter videre iterert og detaljert med en mer konvergerende tilnærming hvor produksjonsmessige, mekaniske, brukervennlige og ergonomiske hensyn var blant fokusområdene.





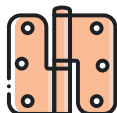
LENES PÅ
HVERANDRE

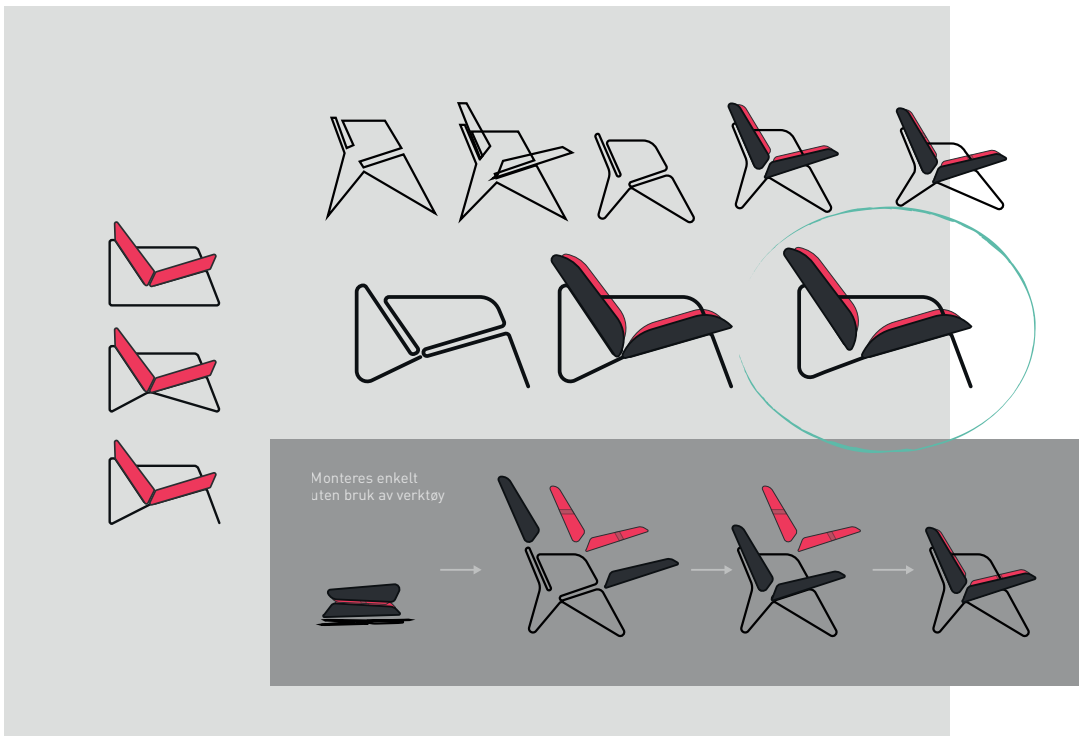
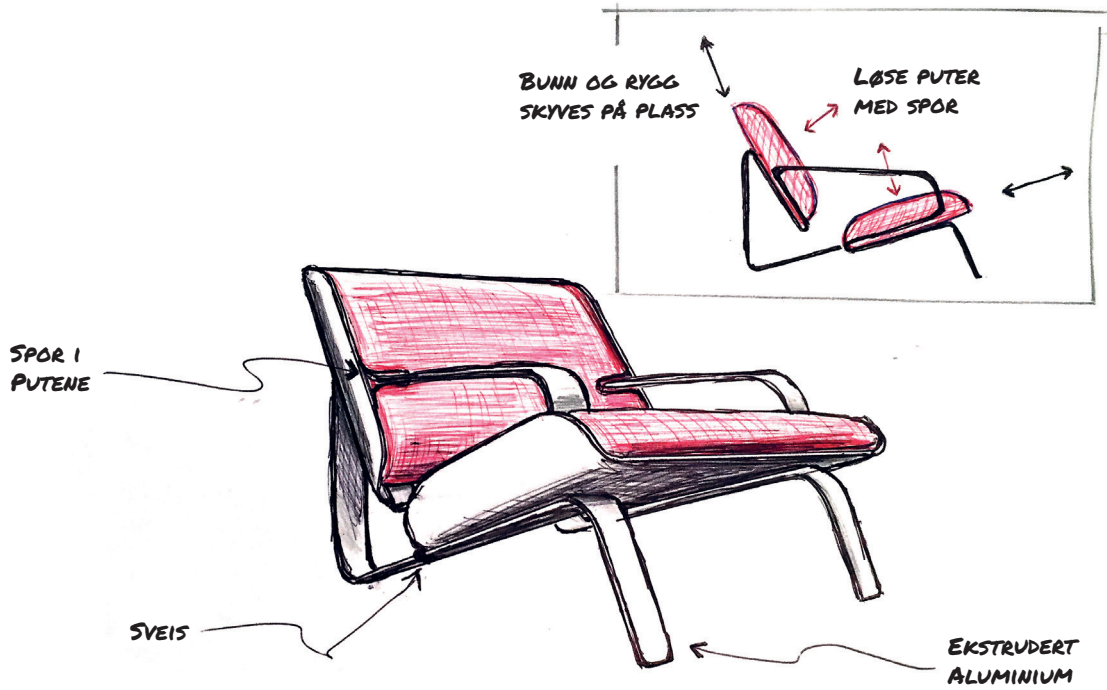


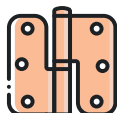
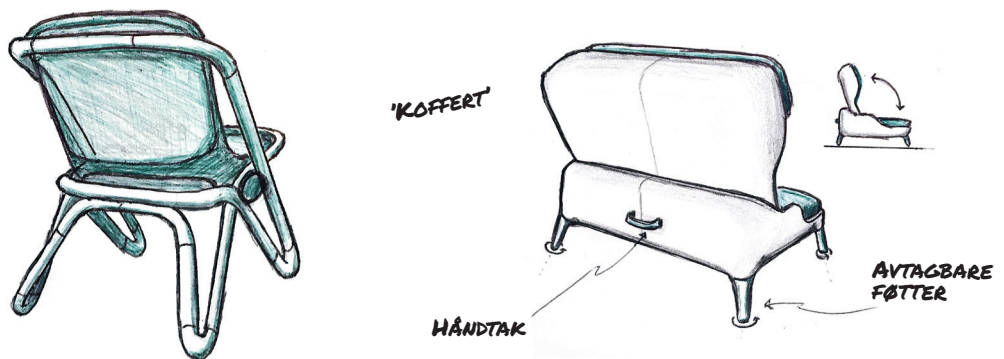
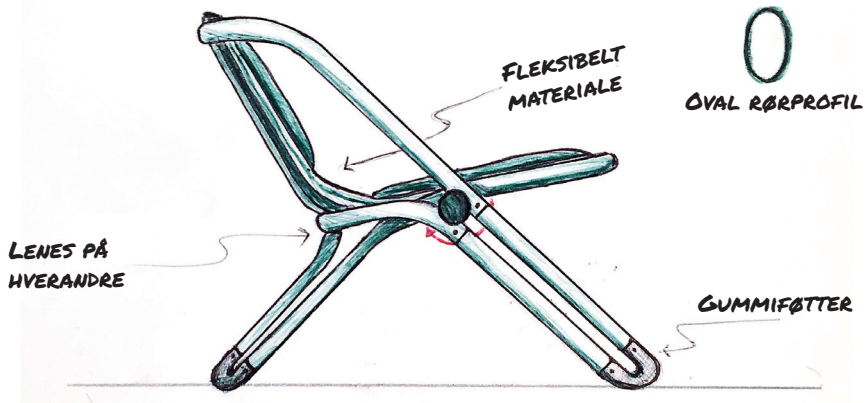
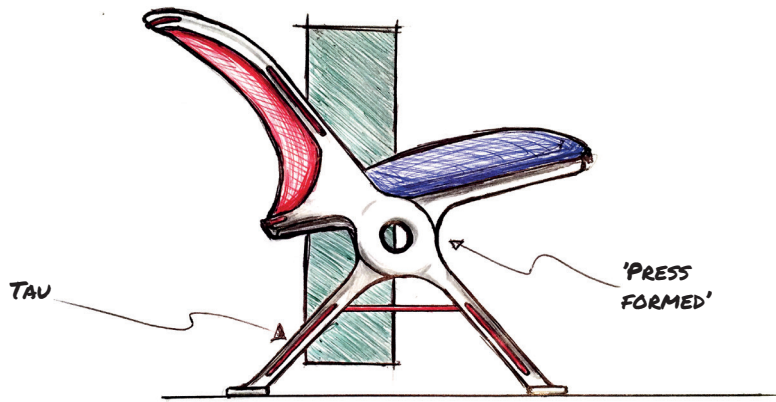
FORMSYDD
TEKSTIL

LASERSKÅREDE
ALUMINIUMSPLATER

Sammenleggbarehetsprinsipp
Hengsling





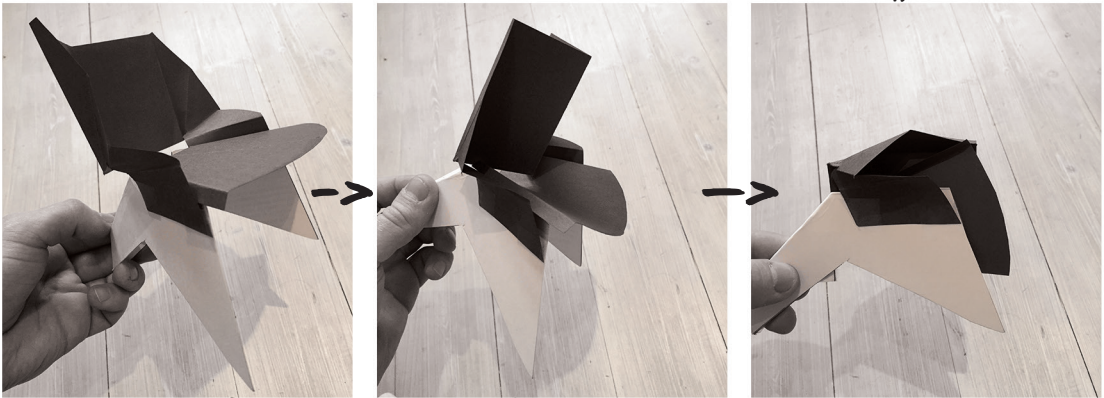


Mockups



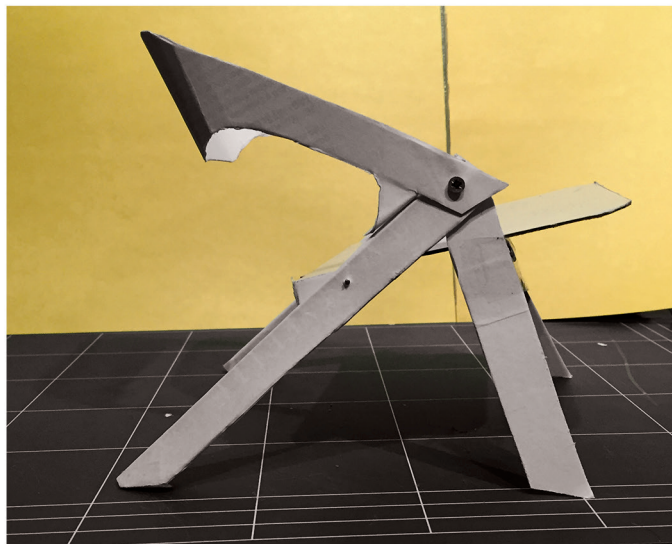
'LÅSES' PÅ PLETT VED AT RYGGEN
LENER SEG PÅ EN 'HYLLE' SOM ER
KNEKT OPP FRA SETET.

BRETNING / ORIGAMI?

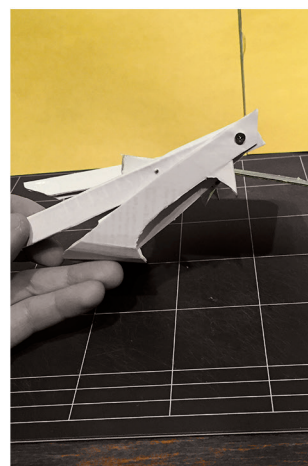
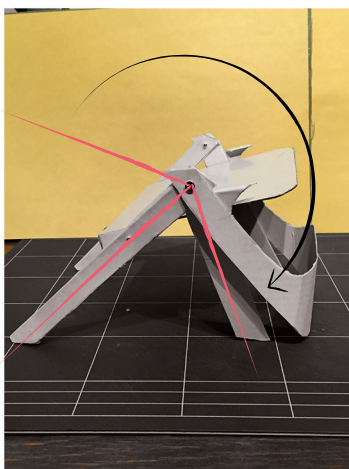




**RYGGEN LENER SEG
PÅ BAKBENA**



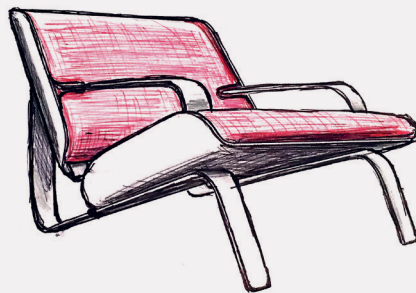
**TRE 'VISERE' ROTERER
OM SAMME PUNKT**



Evaluering og valg av av konsept

I konseptgenereringsfasen ble det lagt vekt på å utforske ulike anvendelser av sammenleggbarehetsprinsipper. Etter en lengre periode med idémyldring, skissering og papirmodeller ble de ulike konseptskissene evaluert i samhandling med Einar Hareide, som er veileder for prosjektet.

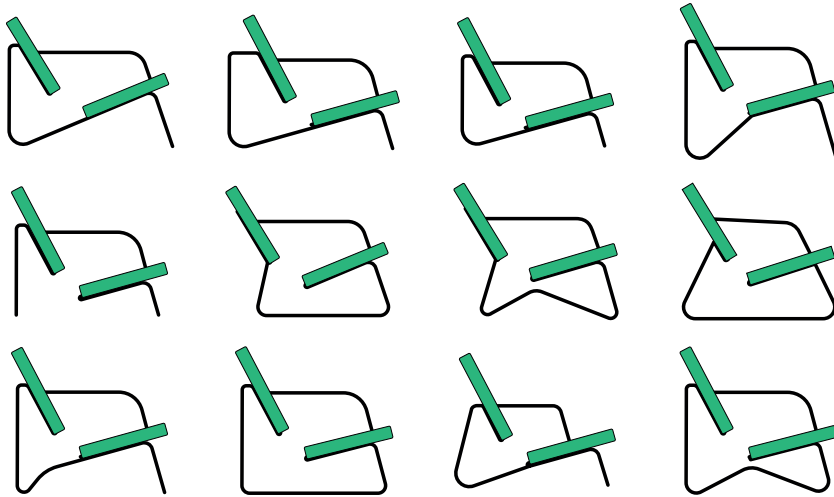
Blant konseptene var det spesielt ett konsept som passet godt til kravspesifikasjonen og skilte seg ut både i funksjon og enkelhet. Konseptet i Figur 41 samsvarer godt med kravspesifikasjonen og har et betydelig potensial for kostnadseffektiv produksjon og bruk av et fåtall komponenter. Det ble dermed gjort en beslutning om å ta dette konseptet videre i designprosessen.



- Sammenleggbar
- Ingen klemfare
- Stabil og robust
- Enkel å sammenstille
- Billig å produsere
- Kan flatpakkes
- Avtagbare puter
- Armlener
- Ingen skruer
- Få deler
- Få sveiser

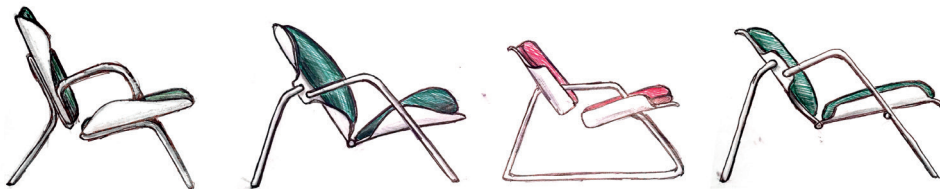
Figur 41. Valgt konsept.

Konseptutvikling



Figur 42. Utforskning av form gjennom digital linjetegning.

Etter valg av konsept ble fokuset endret mot utforskning av form og funksjon innenfor det valgte sammenleggbare prinsippet som tar utgangspunkt i montering og demontering. Lenestolen fant sin form gjennom utviklingen av monteringsfunksjonen ved hjelp av skissering, 3D-modellering og skalamodellering.



Figur 43. Papirskisser.



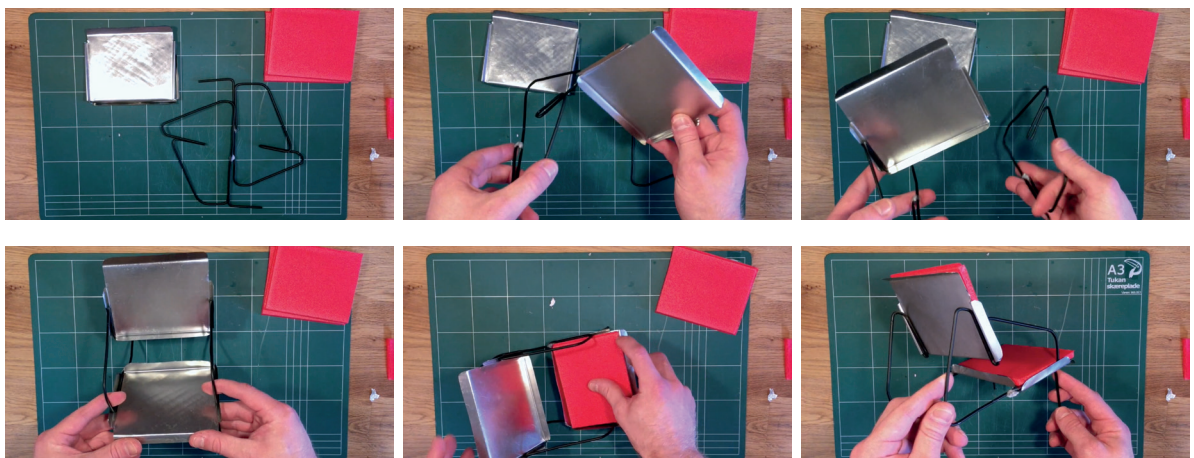
Figur 44. Utforskning av utforming og funksjon ved hjelp av 3D-modellering.



Figur 45. Skalamodell for testing av sammenleggbarhetsprinsippet.

Skalamodell 1:5

For å teste om konstruksjonen til rørprofilene og platestykkene faktisk hadde en selvlåsende funksjon ble det laget en skalamodell i metall. Modellen ble skalert ned til 1:5 og laget for hånd etter mål fra teknisk tegning. Resultatet fra testingen av skalamodellen var veldig lovende og modellen var meget stødig og stabil i alle retninger.



Figur 46. Sammenstilling og testing av skalamodellen.

Ergonomistudier

Grunnlaget for de ulike størrelse- og vinkelparametrene ble utformet med utgangspunkt i ergonomifaktorene fra *Humanscale* (Diffrient et al., 1974). Dette gir et godt grunnlag for god ergonomi, men vil variere fra stol til stol. For å teste ulike vinkler, høyder og lengder på ulike komponenter i lenestolen ble det derfor bygget en ergonomijigg basert på skissemodellen av valgt konsept.

Ergonomijiggen ble modellert opp i ulike stykker av 15 mm kryssfiner og senere skåret ut med sirkelsag. For tillate raske og trinnløse tilpasninger hadde elementene utfreste spor festet med bolter og vingmuttere. Den teknisk tegningen finnes i Vedlegg 3.

Parametrene fra CAD-modellen av lenestolen ble overført til ergonomijiggen for å teste utgangspunktet for ergonomien. For å få testet ergonomijiggen på ulike kroppsfasonger og størrelser ble det gjennomført tester med parametrene fra utgangspunktet med venner og bekjente. Testpersonene fikk deretter selv justere parameterene slik at stolen ble komfortabel etter deres oppfatning.



Figur 47. CAD av ergonomijiggen med utgangspunkt i skissemodellen av lenestolen.



Parametrene fra brukertesting av ergonomijiggen ble sammenlignet med hverandre og senere sammenfattet til et sett med vinkler og lengder basert på innsikten fra testingen. Disse målene ble deretter testet videre en lengre periode før de til slutt ble foredlet i en oppdatert CAD av hele lenestolen. Denne delen vil ta for seg hvilke parametre som gjennomgikk de største endringene fra utgangspunktet til endelig utforming.

Endring i setevinkel

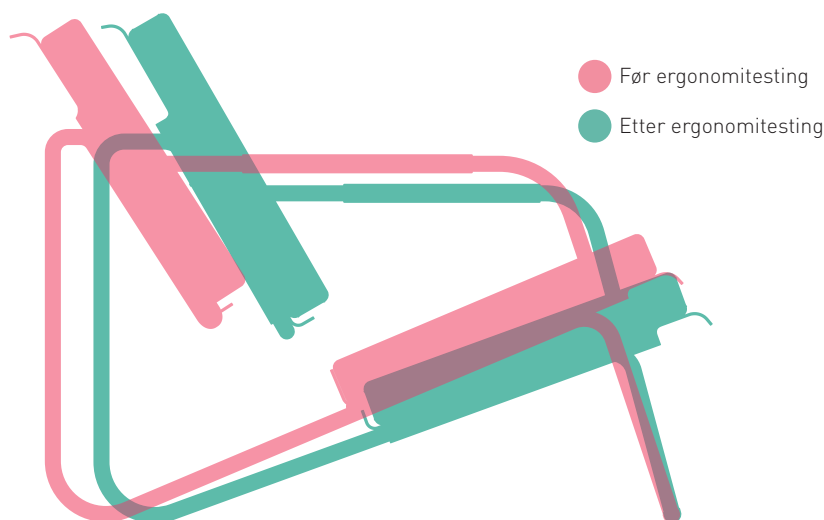
Innledningsvis viste setevinkelen seg å være for høy på de fleste testpersonene. Dette medførte vanskeligheter med å komme seg ut av stolen, samt at personer med korte ben hadde for lang avstand mellom setekanten og underlaget. Dette kan føre til at bena dingler og dermed også redusere blodsirkulasjonen i leggene, noe som oppleves ubehagelig over tid. Setevinkelen ble derfor endret fra 23° til 20° fra underlaget (Figur 48).

Endring i dybde

Avstanden mellom seteryggen og bakenden av setet var i utgangspunktet for stort. Dette viste seg under testingen og brukerne hadde en tendens til å skli ned mellom setet og ryggen. Dette ble derfor utbedret og ryggen ble flyttet fremover for å redusere dybden. Dette resulterte dermed også med at lenestolen ble mer plasseffektiv.

Endring i ryggvinkel

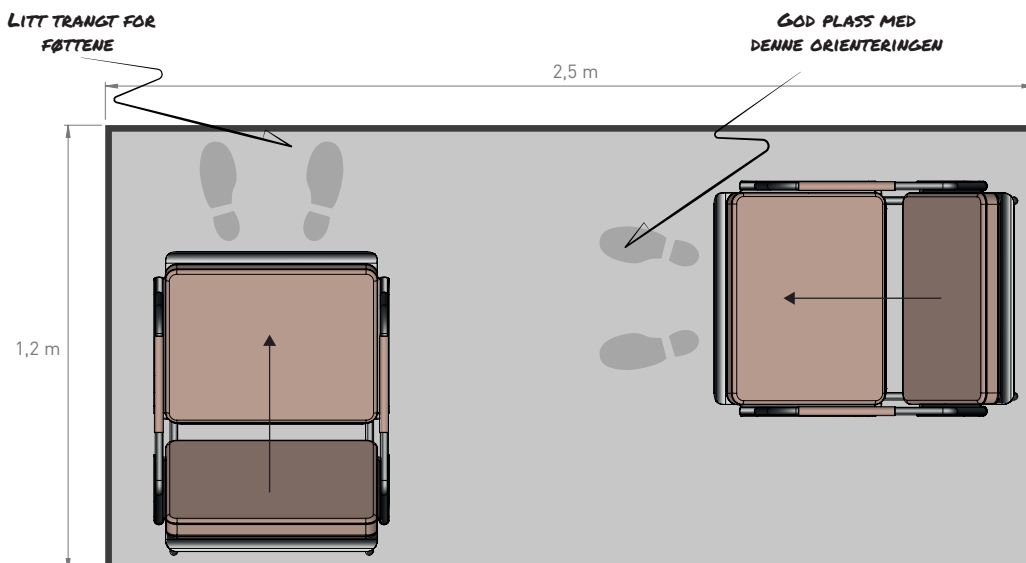
I utgangspunktet var vinkelen fra ryggplanet til vertikal retning 32°. Dette viste seg å skape spenninger i nakke ved sitting over lengre perioder. Ryggvinkelen ble innledningsvis satt utifra vinkelåpningen mellom sete- og ryggplan, som bør være mellom 100-105°. Etter at setevinkelen ble redusert kunne derfor også ryggvinkelen endres til 30° som er anbefalt for lenestoler uten hodestøtte.



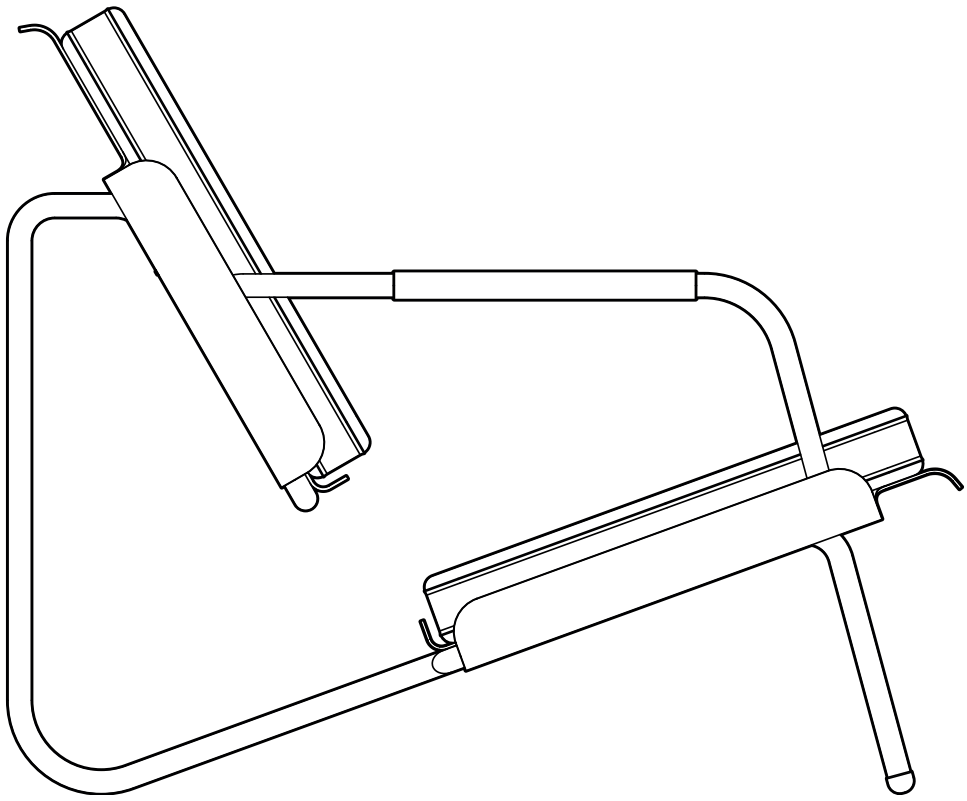
Figur 48. Illustrasjon av silhuett før og etter ergonomistudier med jigg.

Styrende parameter

Ettersom utformingen av lenestolen har et seteplan som møter bakken i bakre kant av stolen og fungerer som bakben, er det setevinkelen som styrer setehøyden. Dette viste seg å være en utfordring ettersom det satt noen begrensninger for resten av parametrene. Setehøyden kan økes uten en ekstra bøy i rørprofilen som holder seteplanet ved at man forlenger røret slik at det møter bakken lengre unna. Men dette fører igjen til at lenestolen blir unødvendig dyp, noe som er uønsket i bruk på mindre balkonger. Utfordringen ble derfor å finne riktige parametre for å tilfredstille både ergonomiske og plasseffektive krav.



Figur 49. Plantegning som illustrerer bruksarealet lenestolen opptar i ulike orienteringer på en liten balkong (3 m²) med en dybde på 1,2m.



**Endelig
utforming**



Sundays Lounge Chair

Sundays Lounge er en lenestol som utfordrer en generelle oppfattelsen av sammenleggbare stoler som vanligvis er veldig lette, flate og utelukkende praktiske gjenstander. Lenestolen er designet for fleksibilitet og tilpasningsdyktighet og kan enkelt legges sammen for å frigi bruksnyttig plass når den ikke er i bruk.

Til tross for den praktiske sammenlegghet, går den ikke på kompromiss med kvalitetsfølelse og komfort. Med en tilbaketilt sittestilling og god polstring i både sete og rygg, er lenestolen avslappende og behagelig å sitte i. Utformet med andre prinsipper enn alminnelige klappstoler eliminerer den også klem- og kollapsfarer.

Sete- og ryggplaten er hverken sveiset eller skrudd fast. Hele stolen settes sammen uten bruk av verktøy ved at sete og rygg skyves inn på spor i understellet. Utformingen av rørene og platene skaper en naturlig selvlåsende konstruksjon som sikrer stivhet og stabilitet under bruk. I sin sammenlagte tilstand er stolen kompakt og kan lagres og fraktes på en plasseffektiv måte.

Det formmessige uttrykket er bygget på geometrisk orden, harmoni og minimalisme, kombinert med imøtekommenhet og lekenhet. Med hovedkomponenter i gjenvunnet aluminium er lenestolen både robust og værbestandig, og egner seg vel så godt i stuen som ute på terrassen eller på balkongen.

Putene er laget av et vandrenerende skummateriale som tåler all slags vær og kan stå ute hele året. Sammen med at perforering i både sete og rygg sørger for god lufttilstrømning, tørker putene raskt etter en regnskur.

Understellet utnytter en innovativ fabrikasjonsteknikk for bøyning av rør som tillater korte bøyeradier for å danne spor til platene. Under produksjon av understellet kreves det kun to sveiser totalt, som bidrar til en kostnadseffektiv produksjon med lite manuelt arbeid.



94 **Figur 50.** Detaljbilde front.



Figur 51. Perforering i sete og rygg.



96 **Figur 52.** Den sammenleggbare lenestolen side om side med Frame Lounge.

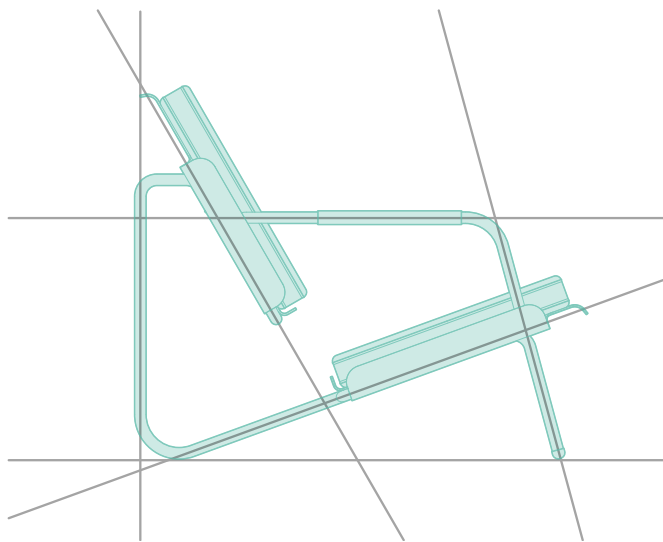


Figur 53. Fargekombinasjoner.





LOUNGE



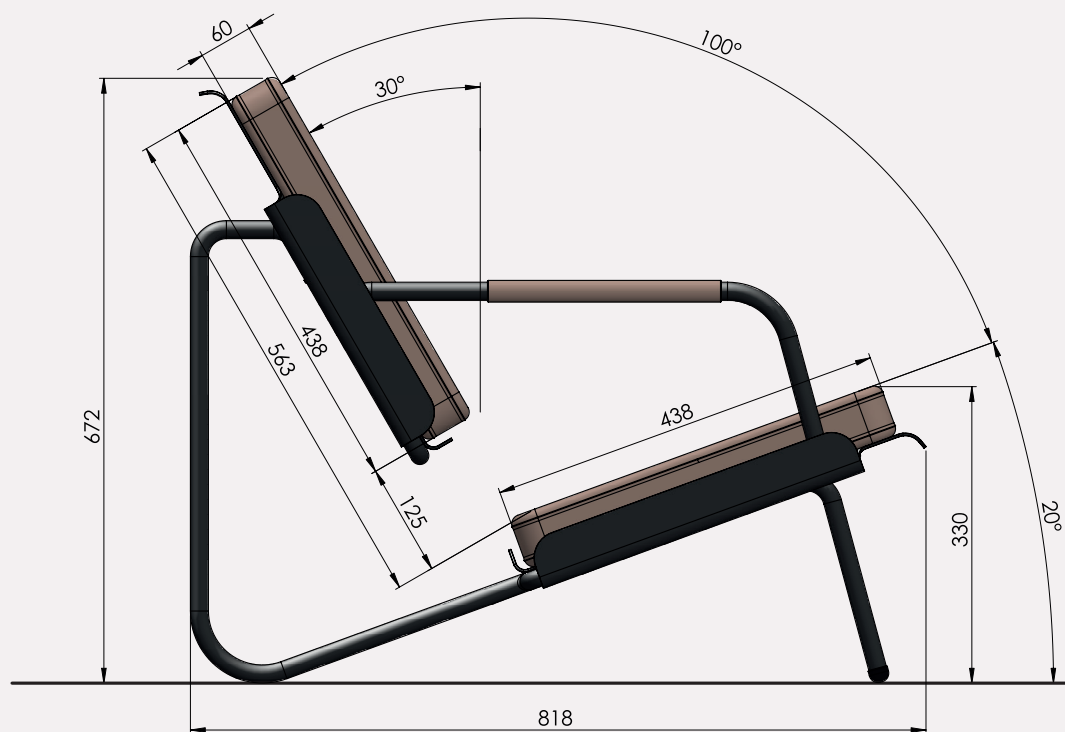
Figur 55. Silhuetten er her en geometrisk orden med tydelige linjer.

I likhet med eksisterende produkter i Sundays sin portefølje er lenestolen utformet med rene linjer og enkle geometrier. Lenestolen fremstår minimalistisk og tidløs i sitt formspråk. De lett avrundede formene gir mykhet til lenestolens silhuett og gjør den innbydende og vennlig i uttrykket. Stolen har en enkel og ærlig konstruksjon som tar opp lite visuelt støy og passer inn i de fleste miljøer.



Figur 56. Sikkerhetspinnene sørger for at platene ikke kan dras ut ved håndtering.

Målsatt tegning

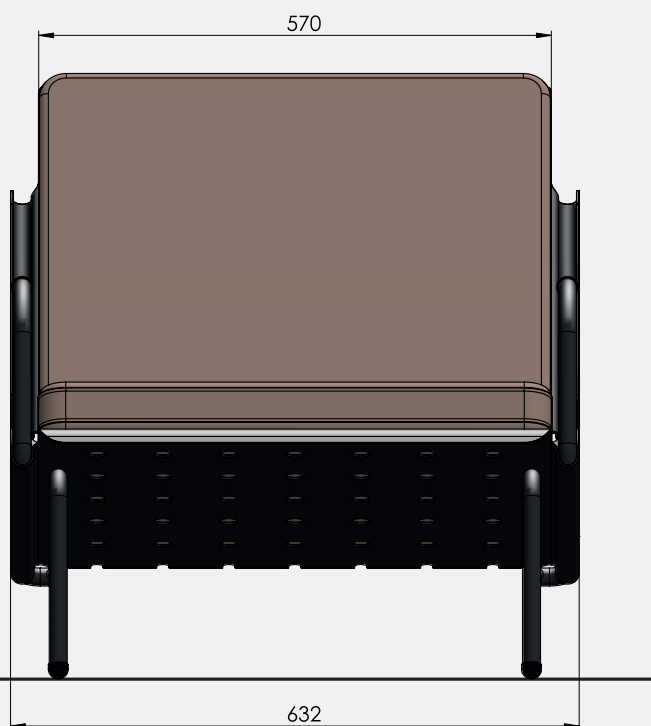


Figur 57. Målsatt tegning med endelige vinkler og dimensjoner sett fra siden. Alle lengder er målt i millimeter.

De endelige dimensjonene er et resultat av ergonomistudier gjennom teori og brukertesting med utgangspunkt i den 50. persentilen. Dimensjonene har deretter blitt verifisert opp mot antropometriske mål for den 5. og den 95. persentilen for å dekke en stor del av befolkningen.

Setet har en avslappende og tilbaketrent stilling på 20°. Vinkelåpningen mellom seteplanet og ryggplanet er 100° og ligger dermed innenfor det anbefalte spennet fra 100° til 105°. Denne sittestillingen er godt egnet for samtale, lesing og TV-titting.

Vinkelen fra vertikalretningen til ryggplanet er satt til 30°, og behøver dermed ikke hodestøtte.

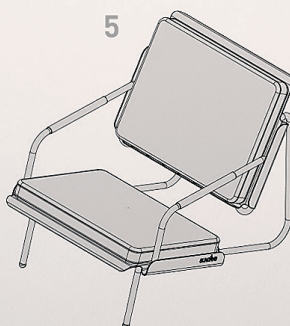
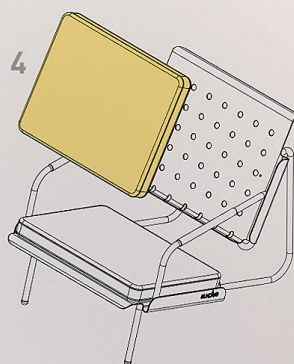
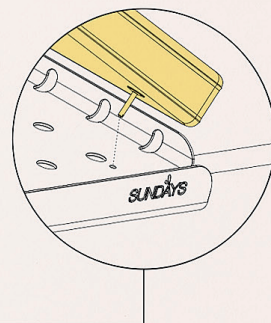
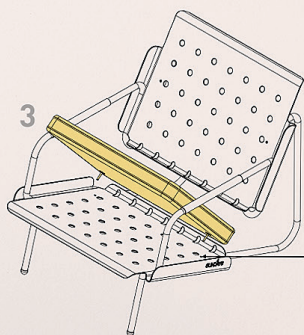
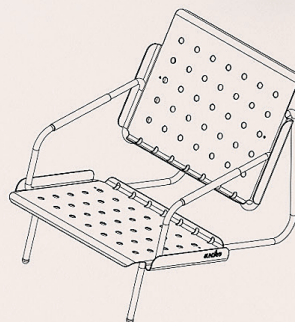
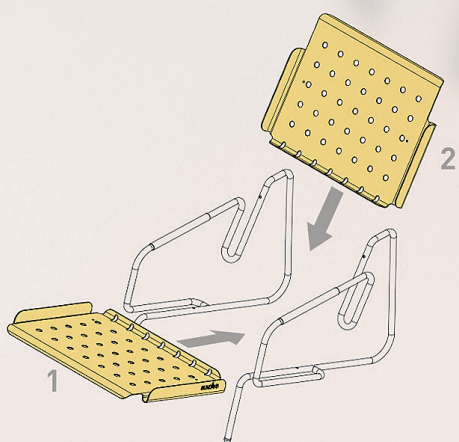


Figur 58. Total bredde og setebredde.

Setekanten foran har en høyde på 330 mm og vil passe selv den 5. persentilen som har en knehøyde på 397 mm (Figur 57).

Setebredden er satt til 570 mm for at stolen ikke skal føles smal for den 95. persentilen som har en hoftebredde på 400 mm.

For å kunne verifisere at de gitte dimensjonene er ideelle før stolen settes i produksjon bør det utvikles en prototype i fullskala og gjennomføres ytterligere ergonomistesting.



Figur 59. Monteringsanvisning.

Komponenter

	Komponent	Antall	Materiale	Produksjonsprosesser	Overflatebehandling
Understell	Rørprofil venstre	1	Aluminium 6061-0	Laserskjæring, rørbøying, sveising	Pulverlakkering
	Rørprofil høyre	1	Aluminium 6061-0	Laserskjæring, rørbøying, sveising	Pulverlakkering
	Endeknotter	2	LDPE	Sprøytstøping	-
	Armlenepolstring	2	Duox	Håndsydd	-
Sete / rygg	Ryggplate	1	Aluminium 6063	Laserskjæring, stansing, knekking	Pulverlakkering
	Seteplate	1	Aluminium 6063	Laserskjæring, stansing, knekking	Pulverlakkering
Puter	Puteskum	2	Urecl QuickDry	Skumkutting	-
	Putetrekk	2	Duox	Håndsydd	-
	Sikkerhetspinne	4	Rustfritt stål 316	-	-

Tabell 4. Oversikt over alle komponentene i lenestolen med tilhørende materialbeskrivelse og produksjonsprosesser.

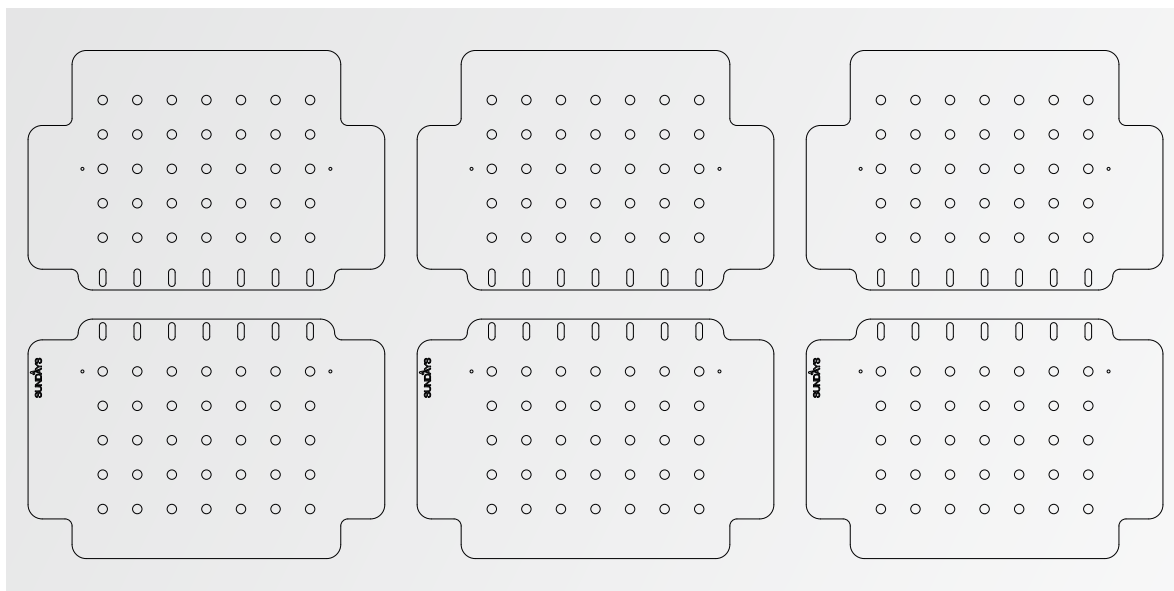
Lenestolen består av et fåtall komponenter som kan deles inn i tre hovedkategorier: understell, sete-/ryggplater og puter. Etter at rørprofilene til understellet er ferdig bøyd og pulverlakkert, vil armlenepolstring og endeknotter monteres før emballering.

Til kunden vil lenestolen leveres i totalt seks deler bestående av understell for venstre og høyre side, sete- og ryggplate og to puter.

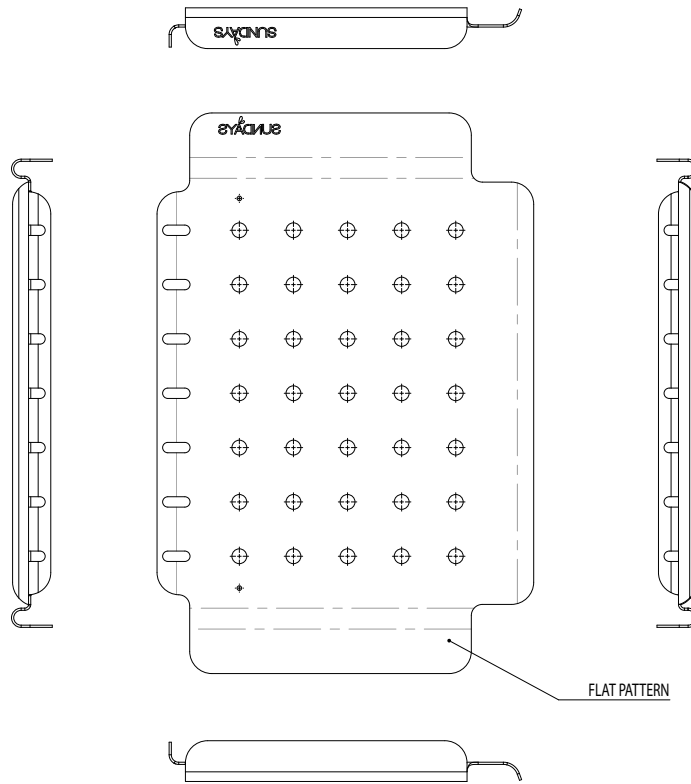
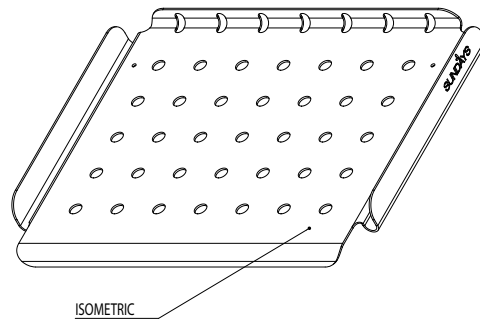
Platebearbeiding

Laserskjæring og stansing

I første steg av produksjonen til sete- og ryggplatene laserskjæres omriss og hull ut fra en 3 mm aluminiumsplate. Ut av en standardstørrelse på 3 x 1250 x 2500 mm får man laget tre sett med sete- og ryggplate som vist i Figur 60. Dersom platene skjæres ut på en kombimaskin som både laserskjærer og stanser/nibbler kan det være gunstig at perforeringshullene stanses ut.



Figur 60. Standardstørrelse. 3 x 1250 x 2500 mm aluminiumsplate får plass til tre sett.



Figur 61. Tegning av seteplaten.

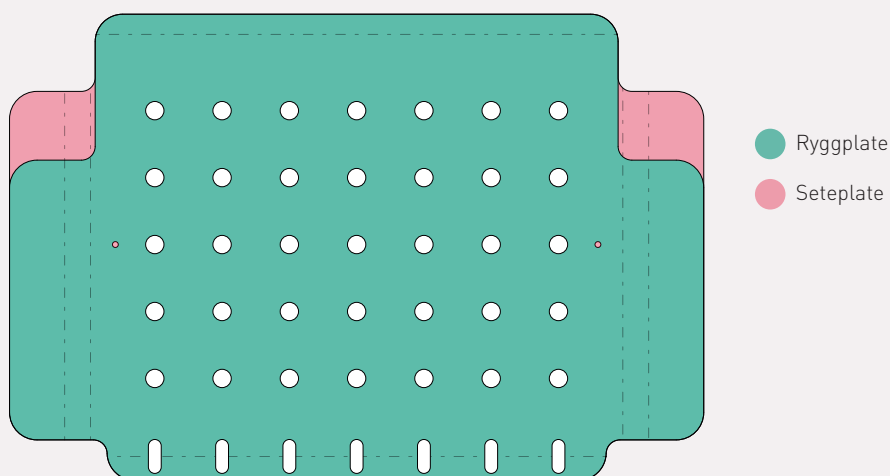
Lik knekkprosedyre

Sete- og ryggplatene er utformet slik at de kan bøyes med samme knekkprosedyre. Det som skiller dem er minimale forskjeller i laserskjæringsmønsteret.

Ryggplaten har kortere sideflenser for sporene til rørprofilene, samt at hullene til sikkerhetspinnene har en annen plassering. Ryggplaten tar opp rundt 7% av vekten til personen som sitter i stolen og trenger derfor ikke like mye støtte fra understellet som seteplaten.

Rørprofilene er derfor kortere som også fører til kortere sideflenser som vist i Figur 62. Dette vil også gi ryggplaten en naturlig svikt i øvre del av ryggen.

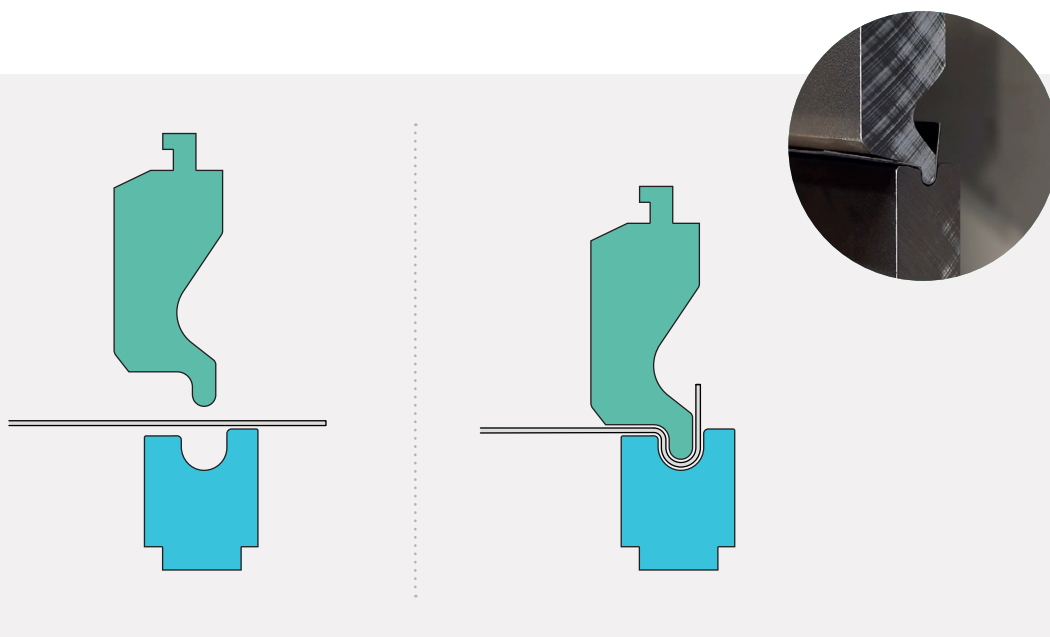
Ettersom begge delene skal bøyes på akkurat lik måte vil ikke disse små variasjonene fra laserskjæringsmønsteret ha noen innvirkning på knekkprosedyren. Dermed trenger man kun å sette opp en knekkprosedyre som vil være kostbesparende i produksjonen.



Figur 62. Sammenligning av rygg- og seteplate før knekking.

Kantpressing

Etter at platene er ferdig skåret ut kan de formes i en kantpresse. Flensene på hver kant av seteplaten stiver opp og øker styrken til komponenten. Sideflensene fungerer som spor til rørprofilene og er viktige for stabiliteten til stolen. Sporene låser rørene i posisjon og hindrer stolen i å falle sammen. Sporene er utformet slik at de klemmer rundt rørprofilene og har derfor en indre radius på 10 mm. Disse sporene er utfordrende å forme med standardverktøy, men kan formes med et spesialverktøy (Figur 63).

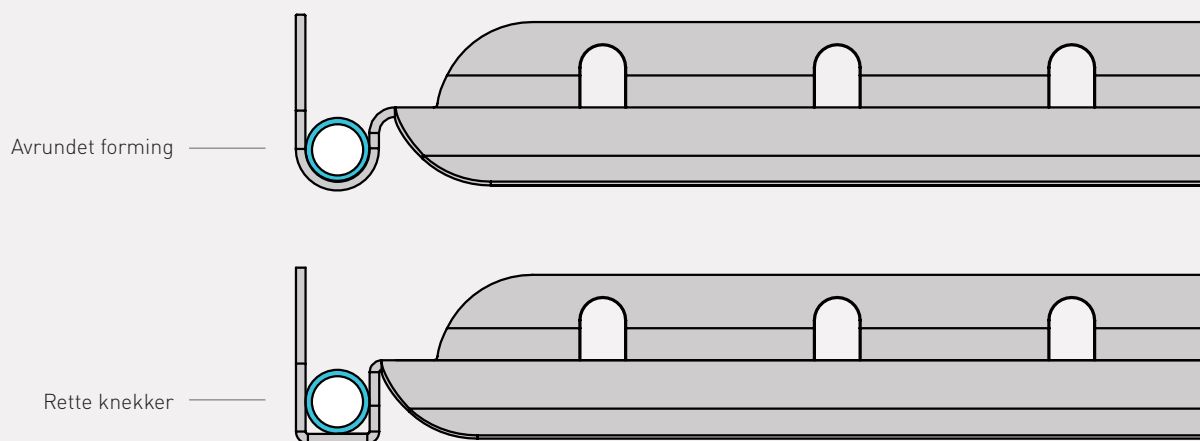


Figur 63. Tverrsnitt av verktøy for knekking av rørsprene langs sidene (Tecnostamp SRL, 2019)

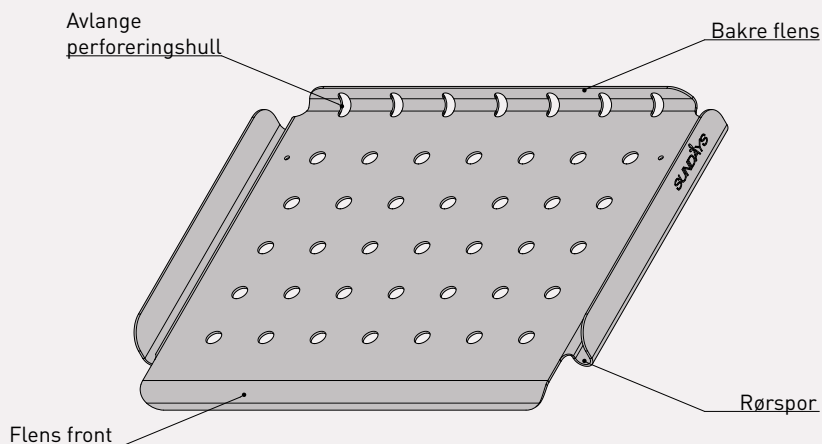
Alternativ utforming

Sporene kan alternativt formes med rette knekker uten at det påvirker stødigheten og stabiliteten i stolen. Stolen vil miste litt av sin helhetlige myke og avrundede utforming, men vil dermed slippe bruk av spesialverktøy i produksjonen.

Produksjon av spesialverktøy for kantpresser har derimot lave kostnader og ved masseproduksjon vil den ekstra kostnaden være minimal.



Figur 64. To ulike alternativer for forming av rørsprene.



Figur 65. Isometrisk tegning av ferdig knekt seteplate.

Perforeringshull og flenser

Perforeringshullene i platen sørger for god lufting og drenering av vann fra puten. De avlange perforeringshullene som finnes i bakre flens er viktige for at vann ikke skal samles opp og bli liggende i bøyen. Tilsvarende perforeringshull finnes også på seteplatene i Core-serien til Sundays.

Flensen som befinner seg i bakre kant av seteplaten sikrer at puten ikke sklir bakover, mens flensen foran avrunder fronten slik at fronten skal virke mer innbydende og at platen ikke skal gnage på lårene til brukere med kortere ben.

Rørprofiler

Bøyeradier

Ettersom rygg- og seteplatene skal fungere som "skuffer" som skyves inn i rørprofilene er det gunstig om bøyeradien i sporene til platene er så liten som mulig. Dersom bøyeradien økes vil avstanden mellom stolbena reduseres.

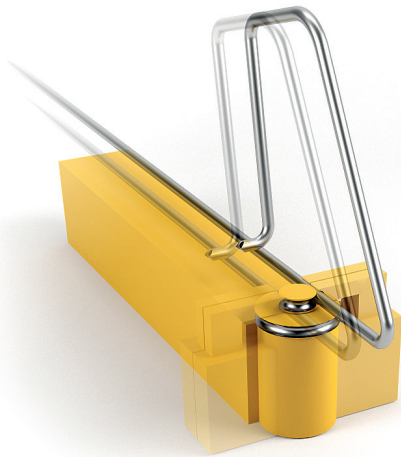
Minimum bøyeradie som er mulig å produsere avhenger av valgt aluminiumslegering, rørdimensjoner og type rørbøyer som skal anvendes i produksjonen. I den endelige utformingen av understellet er minste bøyeradie satt til 30 mm. For at rørene skal være mulig å bøye uten å ta skade i produksjonen må det benyttes en aluminiumslegering med stor formbarhet. Samtidig må stolen kunne bære vekten av et voksent menneske. Dermed må legeringen også ha gode styrkeegenskaper. En måte å få til dette på er å velge en legering med tilstandskode -O og utherde profilene etter bøyning til tilstandskode T6. Dette vil sikre god formbarhet under bøyning, samt tilstrekkelige styrkeegenskaper i det ferdige produktet. Aluminiumslegeringen 6061-O lar seg både varmebehandle og har god formbarhet og styrke. Etter bøyning kan legeringen utherdnes til 6061-T6.

Hver rørprofil gjennomgår til sammen ni bøyninger der det veksles mellom 30 mm og 70 mm senterlinjeradius.

Kollisjoner

For å unngå at rørprofilen ikke kolliderer med den CNC-styrte rørbøyeren som skal benyttes i produksjonen, må rørbøyeren ha mulighet for å bøye både til høyre og til venstre i samme syklus (Figur 66). Nye og avanserte rørbøyerer får til dette ved at verktøyet roteres og røret flyttes slik at det kommer på motstående side (Soco, 2015).

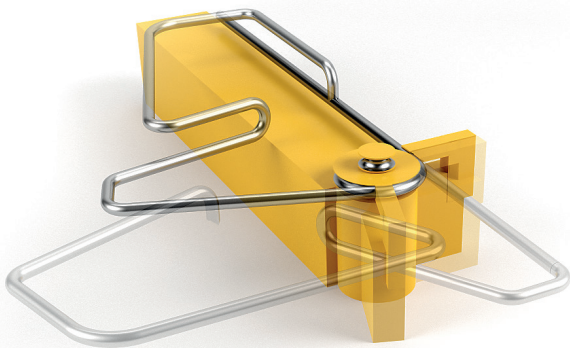
Som illustrert i Figur 68 vil den ene enden på røret bøyes inn mot rørprofilen som ligger på rørbøyeren i nest siste steg av bøyeprosedyren. Enden har blitt laserskåret på forhånd med et tverrsnitt som gjengir en "fiskemunn" slik at den vil passe vinkelrett på rørprofilen. Selv om det bare gjenstår en bøyeoperasjon etter dette steget, kan det potensielt oppstå utfordringer dersom enden ikke legger seg riktig oppå røret. Etter at røret er ferdig bøyd skal enden sveises fast på røret.



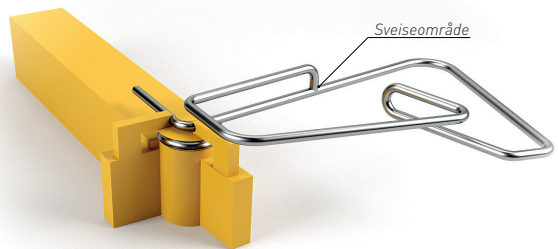
Figur 66. Avanserte rørbøyerer tillater bøying både til høyre og venstre for å unngå kollisjoner i rørdesign med kompleks utforming.



Figur 67. 180° bøy med 30 mm senterlinjeradius.



Figur 68. I nest siste steg av bøyeprosedyren vil den ene rørenden legge seg inntil rørprofilen.



Figur 69. Ferdig bøyd understell klar for sveising.

Alle stegene i rørbøyeprosedyren er illustrert i Vedlegg 4.

Sikkerhetspinner

For å låse alle komponentene sammen benyttes sikkerhetspinner (quick release lock pins).

I hver pute er det festet to sikkerhetspinner som skal føres igjennom hvert sitt hull i platen, og til slutt også igjennom hele rørprofilen. Dette gjør at pute, plater og rør holdes på plass og hindrer platene i å gli ut under bruk og håndtering.

Sikkerhetspinnene klikkes enkelt på plass og må dras ut igjen før man kan demontere stolen.

Sikkerhetspinnene er festet på undersiden av puten med en plastskive på begge sider av setetrekket (Figur 71).



Figur 70. Sikkerhetspinner



Figur 71. Sikkerhetspinnene er festet på undersiden av seteputen og føres igjennom både platen og rørprofilen.



Figur 72. Illustrasjon av 50. persentil mann sittende i lenestolen.

Endeknotter

I hver ende av rørprofilene finnes det en endeknott som har som funksjon å beskytte underlaget for riper, samt skape friksjon slik at stolen ikke glir. Knotten trykkes inn i enden av røret og har ribber som holder den på plass. De kan lages av sprøytetøpt LDPE (low-density polyethylene). LDPE er slitesterkt og er mye brukt som materiale for endeknotter. Slike knotter finnes som hyllevare og behøver derfor ikke et eget verktøy for sprøytetøping.



Figur 73. Endeknott med ribber laget av sprøytetøpt LDPE.



Figur 74. Endeknott montert på stolben.

Seteputer

Seteputene skjæres ut av et spesialskum som heter Urecel QuickDry. Dette skummet er laget med en prosess som heter *hydro-blast reticulation* som gjør at skummet får en åpen cellestruktur (Urecel, u.å.). Den åpne strukturen gjør at skummet får vanddrenerende egenskaper og egner seg godt i utemøbler. Skummet brukes blant annet i alle putene i Frame-serien til Sundays Design.

Den rektangulære utformingen til seteputene gir minimal materialsvinn ved kutting av puteskummet og vil være kostnadsbesparende i produksjonen.

Setetrekket sys av det slitesterke tekstilet Duox som består av polypropelene og polyester, samt et vannavstøtende lag med polyuretan. Putetrekket har to langsgående rander i sømmene langs sidene som kalles for *self welt seams*.



Figur 75. Puter i ulike farger med dobbel self welt søm.

Overflatebehandling

For å oppnå en slitesterk og værbestandig overflate skal aluminiumskomponentene pulverlakkernes. Pulverlakkering er en overflatebehandling som utnytter de konduktive egenskapene i metallet. Komponentene som skal lakkernes er elektrisk jordet og får sprayet på en pulverblanding som består av et negativt ladet pigment og et harpikspulver. Denne elektrostatiske ladningen gjør at pulveret fester seg som et jevnt belegg over komponenten. Senere bakes komponenten i en ovn slik at pulveret smelter og binder seg til metallet (Lefteri, 2012).

Selv om pulverlakkering bruker ekstra energi under baking av pulveret, er det en rimelig overflatebehandling sammenlignet med sprøytemaling og emaljering (Lawson, 2013)

Pulverlakkering gir også et stort utvalg av mulige fargekombinasjoner og samtlige møbler som finnes i porteføljen til Sundays Design bruker pulverlakkering som overflatebehandling.



Figur 76. Pulverlakkert aluminium.

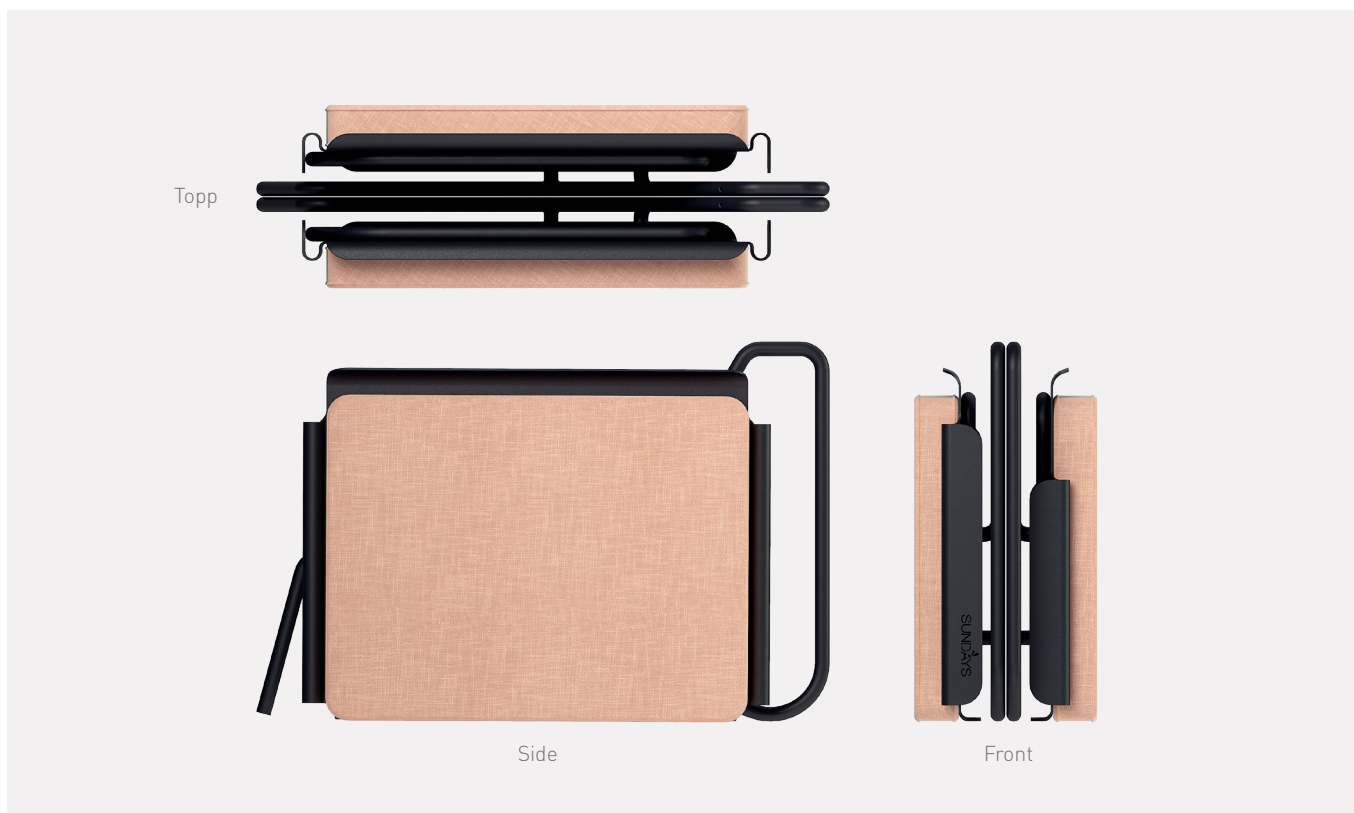
Emballasje

En stor fordel med sammenleggbare møbler er at de kan gi store plass- og kostbesparelser med tanke på varelagring og frakt. Det bør derfor legges vekt på en emballasje som drar nytte av denne fordelene.

I stolens demonterte tilstand er alle komponentene frie, noe som kan være tungvint å håndtere. For å gjøre det enklere å oppbevare og flytte stolen i sin

sammenlagte tilstand bør den ha en dimensjonstilpasset emballasje som egner seg for både lagring, frakt og flytting.

Den arrangementen av komponentene som gir minst volum er når putene plasseres ytterst på hver side av platekomponentene med rørprofilene i midten, som illustrert i Figur 77.



Figur 77. Illustrasjon av lenestolen i sammenlagt tilstand.



Figur 78. Emballasje som inneholder komplett stol i demontert tilstand. Ytre dimensjoner på emballasjen er 26 x 80 x 55 cm.



Figur 79. Innsiden av emballasjen, flatpakket lenestol i deler.

I stolen sammenlagt tilstand vil esken ha en volumreduksjon på ~70% sammenlignet med om lenestolen skulle blitt sendt ferdig montert inni esken (Tabell 5).

Komponentene som opptar størst volum er rørprofilene og er dermed størrelsesgivende for høyden og lengden til emballasjen. For å unngå at aluminiumskomponentene riper opp hverandre bør disse pakkes i tynn skumplast (1 mm) for å separere overflatene fra hverandre.

Putene som befinner seg på hver side vil kunne absorbere trykk og støt påført på emballasjens største flater og eliminerer dermed

behovet for ekstra indre polstring i esken, noe som vil være plass- og kostbesparende for emballeringen.

En sammenleggbare lenestol skal ikke kun være sammenleggbare for å frigi plass, men også gjøre flytting og oppbevaring mer praktisk. For å øke brukeropplevelsen under flytting og oppbevaring av stolen er det gunstig å ha en emballasje som komplimenterer disse funksjonene. Resultatet er derfor en praktisk og robust eske med bærehåndtak som kan fraktes med én hånd.

Ytre dimensjoner	Sammenlagt i eske	Ferdig montert i eske
Lengde (M)	0,80	0,84
Bredde (M)	0,26	0,66
Høyde (M)	0,55	0,69
Volum (M ³)	0,11	0,38
Volumreduksjon	~70 %	-

Tabell 5. Sammenligning mellom dimensjoner på emballasjen i sammenlagt og montert tilstand.



Figur 80. Arrangering av 12 esker på en Europall med en total stablehøyde på 156 cm.

Diskusjon

Måloppnåelse

Dette prosjektet har helt fra starten vært preget av at produktet som skulle utvikles skulle ha en form for sammenleggbarhet. I begynnelsen av prosjektet hadde jeg derfor et stort fokus på å skaffe en bred forståelse for ulike mekaniske prinsipper for sammeneleggbarhet og oversikt over eksisterende løsninger. Jeg fikk raskt en forståelse av at sammenleggbarehetsfunksjonalitet gjorde utformingen av en lenestol mye mer komplisert. Det ble derfor brukt mye tid på utforskning av prinsippene og flere ulike konsepter ble utprøvd. Ofte er det enkleste designet det vanskeligste å oppnå og flere av konseptene ble fort unødvendig komplekse. Dette førte til at jeg bestemte meg for å ta et steg tilbake og fokusere på reduksjon av kompleksitet og antall elementer i utformingen. Dette endte med et konsept med en enkel og ærlig konstruksjon som er fullstendig strippet for mekaniske hengsler og svingledd. Konseptet ble deretter videreutviklet til et løsningsforslag jeg mener svarer godt på oppgavebeskrivelsen og dermed også høy grad av ønsket måloppnåelse for prosjektet.

Største utfordringer

Før jeg begynte med prosjektet hadde jeg veldig lite erfaring med bøyning av rørprofiler. Etter hvert som jeg begynte å utforske anvendelse av runde rørprofiler i understellet tok jeg kontakt med spesialister på rørbøyning. I de første iterasjonene hadde rørprofilene en veldig liten bøyeradie jeg lærte raskt at dette var vanskelig å produsere i ett stykke. Derfor satt jeg meg inn i både materialeegenskaper til ulike knalegeringer og muligheter med avanserte rørbøyere. Utformingen av understellet ble deretter utbedret med større bøyeradier som lar seg bøye på en rotasjonsbøyer. Utformingen av rørprofilene og produserbarheten av disse var dermed også en av de største utfordringene i løpet av prosjektet.

Metodikk

Ettersom hovedmålet med prosjektet innebar å utforme et nytt produkt var det naturlig med en praktisk tilnærming. De anvendte metodene er dermed også sterkt knyttet opp mot praktisk arbeid som skissering, modellering og visualisering. Under designprosessen byttet jeg mellom ulike modelleringsteknikker når det følte naturlig. Konseptene som var veldig mekaniske viste seg å være lettere å utforme enten med en fysisk modell i papp eller ved bruk av CAD. Modellering både fysisk og digitalt var blant de mest betydningsfulle metodene som er anvendt i prosjektet og er trolig også de jeg har brukt mest tid på.

En metode som jeg er spesielt fornøyd med i prosjektet er byggingen av ergonomijiggen. I utgangspunktet var det ikke planlagt å bygge en justerbar og brukbar mockup i tre, men idéen dukket opp som et naturlig steg etter bygging av skalamodell. Ergonomijigen gjorde det enkelt å teste ulike vinkler i stolen og er en metode som jeg vil anbefale alle som skal utvikle en ny stol eller andre typer møbler.

Valgt sammenleggbarhetsprinsipp

I begynnelsen av designprosessen var konseptene stort sett preget av løsninger med hengsler og lignende mekanismer. De aller fleste sammenleggbare stolene på markedet benytter dette prinsippet og det var dermed lett å la seg påvirke av slike løsninger. Etter hvert klarte jeg å løsrive meg fra denne tankegangen ved å fokusere på reduksjon av unødvendig kompleksitet. Ved å destillere antall komponenter og sammenføringer ned til et minimum endte jeg opp med en løsning med få sveiseområder og helt uten behov for skruer.

Prototype

I løpet av prosjektet har det hele veien vært et stort ønske å få laget en prototype i fullskala. En prototype kunne validert både konstruksjonsmessige og funksjonelle aspekter som ikke kommer frem ved skalamodeller og ergonomitesting med ergonomijig. Utformingen av rørprofilene krever en avansert rørbøyer med tilpassede verktøy som har vært utfordrende å få tak i. Selv om et utvalg av rørbøyeverkstedene jeg har vært i kontakt med i løpet av prosjektet kan bøye profilene med valgt utforming, har produksjon av dimensjonstilpassede bend dies både en kostnad og ledetid som ikke var mulig å møte i dette prosjektet. Det ble derfor gjort en avgjørelse om å ikke prioritere bygging av prototype.

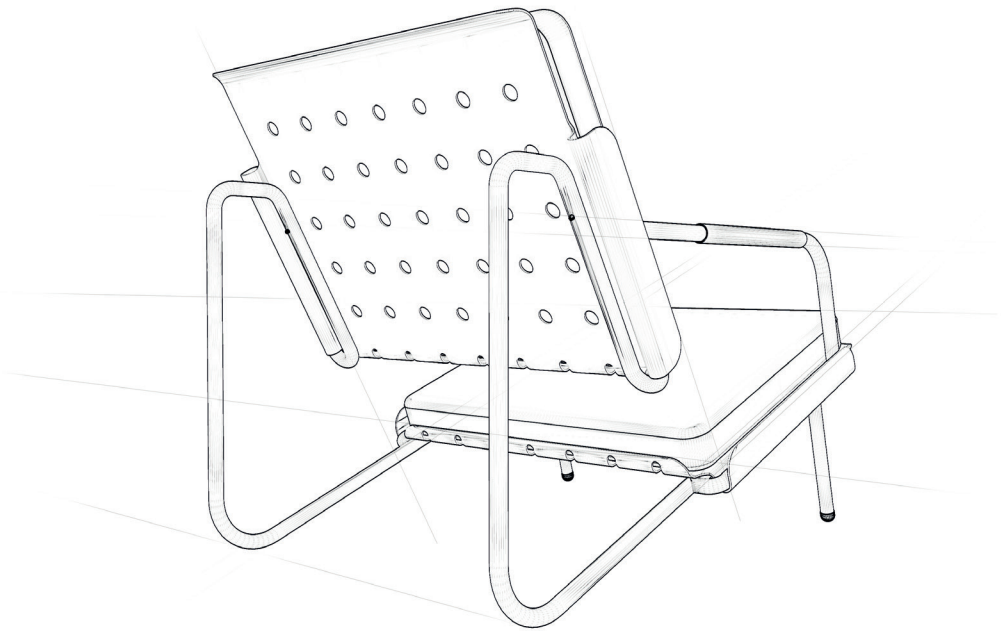
Produksjonsvennlighet

I løpet av prosjektet har jeg hele veien tatt hensyn til produksjon. Etter besøket på fabrikken som produserer møblene til Sundays fikk jeg se hvor mye manuelt arbeid som går inn i produksjonen av stolene deres i form av sveising og pussing. Ønsket var derfor å få ned antall sveiseområder og behov for pussing til et minimum for å gjøre det nye produktet mer produksjonsvennlig og effektivt. Lenestolen utformet i dette prosjektet har dermed kun to sveiseområder for hvert eksemplar.

Både laserskjæring, kantpressing, rotasjonsbøying og sveising er utbredte og kjente produksjonsmetoder og kan i stor grad automatiseres. Selv om noen av komponentene vil kreve tilpassede verktøy har stolen et stort potensiale til å være veldig produksjonsvennlig dersom disse anskaffes. Imidlertid kan det oppstå uforutsette utfordringer ved produksjonen som fører til at utformingen må tilpasses.

Kostnadseffektivitet

Ettersom stolen består av få komponenter og lite manuelt arbeid som sveising og pussing har den et potensial for å bli svært kostnadseffektiv sammenlignet med de eksisterende lenestolene til Sundays. Sammenleggbarheten vil også gi besparelser ved frakt og lagring. På den andre siden vil lenestolen ha en oppstartskostnad i form av produksjon av spesialverktøy til bøying av rørprofilene og forming av platene dersom produsenten ikke allerede har dette.



Konklusjon

Målet med denne masteroppgaven var å utforme en sammenleggbar lenestol for den norske møbelbedriften Sundays Design. Stolen skulle utformes med hovedkomponenter i aluminium og passe inn under merkevareidentiteten til bedriften. Lenestolen som er utformet i dette prosjektet trekker tydelige referanser til tidligere produkter i porteføljen, samtidig som den har et helt nytt uttrykk og funksjonsaspekt. Lenestolens tilpasningsevne er muliggjort gjennom en enkel og unik sammenleggbarhetsfunksjon som baserer seg på et monterings- og demonteringsprinsipp. Utformingen av understellet og platekomponentene gir stolen en naturlig selvlåsende funksjon og holder stolen stabil og stødig uten behov for skruer.

Med fokus på komfort, kvalitetsfølelse og funksjon skiller lenestolen seg fra resten markedet for sammenleggbare lenestoler. Lenestolens minimalistiske estetikk passer godt inn i en huslig og urban kontekst og kan anvendes både utendørs og innendørs.

Som et resultat av et utviklingsløp med fokus på produksjonsvennlighet har den sammenleggbare lenestolen et stort potensiale for en kostnadseffektiv produksjon og distribusjon.

Videre utviklingsløp

Det neste naturlige steget i utviklingsløpet vil være å produsere en prototype i fullskala. Den største produksjonsmessige utfordringen vil ligge i bøyingen av understellet. Utfordringen ligger i at legeringen må være myk nok til å la seg bøye med liten bøyeradie, samt sterk nok i bruk. Det vil derfor bli nødvendig å eksperimentere med ulike aluminiumslegeringer og legeringstilstander etterfulgt av utharding etter bøying før produksjon.

Selv om lenestolen vil få en slitesterk overflate ved pulverlakkering kan det være nyttig å teste i hvor stor grad stolen blir utsatt for slitasje over tid. Dersom overflatebehandlingen raskt slites ned som følge av montering, demontering eller generell bruk bør det utvikles en mer slitesterk løsning i kontaktflatene, for eksempel ved bruk av gummibelegg eller innfelte gummiknotter på rørene.

Det vil også være nødvendig med en kostnadsanalyse for masseproduksjon av lenestolen og en markedsundersøkelse for å validere kjøpsinteressen og kartlegge betalingsvilligheten for lenestolen blant målgruppen.

Referanser

BLM Group. (u.å.). *BLM Group Smart*. Hentet fra <https://www.blmgroup.com/en/tube-bending/smart>

Byantikvaren og Plan- og bygningsetaten. (2015). *Balkongveileder : Veileder til plan- og bygningsloven §§ 29-1, 29-2 og 31-1*. Oslo kommune.

Diffrient, N., Tilley, A. & Bardagjy, J. (1974). *Humanscale 1, 2, 3*. Cambridge: The MIT Press - Massachusetts Institute of Technology.

Eckert, C., & Stacey, M. (2003). *Sources of Inspiration in Industrial Practice. The Case of Knitwear Design*. *J. Of Design Research*, 3(1), 0. doi: 10.1504/jdr.2003.009826

Erlhoff, M., & Marshall, T. (2008). *Design Dictionary: Perspectives on Design Terminology* (p. 266). Birkhauser.

Hayes, William C. (1990). *Scepter of Egypt II: A Background for the Study of the Egyptian Antiquities in the Metropolitan Museum of Art: The Hyksos Period and the New Kingdom (1675-1080 B.C.)*. Cambridge, Mass.: The Metropolitan Museum of Art, p. 202, fig. 116.

Herber Engineering AB. (u.å). *Tube Bending Guide*. Hentet fra https://www.herber.se/images/meny/maskin_produkter/Herber_Tube_Bending_Guide_Web.pdf

Hydro Extruded Solutions. (2011). *Aluminum Pipe And Tube Bending/Forming*. Hentet fra <https://www.hydro.com/Document/Index?name=Pipe%20%26%20Tube%20Technical%20Data&id=5797>

Jürgens, H. W., Matzdorff, I., & Windberg, J. (1998). *International Anthropometric Data. International Anthropometric Data for Work-Place and Machinery Design*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Karjalainen, T. (2007). It Looks Like a Toyota: Educational Approaches to Designing for Visual Brand Recognition. *International Journal of Design*, 1(1), 67-81.

Kaufman, J. G. (2000). *Introduction to aluminum alloys and tempers*. ASM international.

Lawson, S. (2013). *Furniture design : an introduction to development, materials and manufacturing*. London: Laurence King Publishing.

Letteri, C. (2012). *Making it : Manufacturing techniques for product design*. (2nd ed.). London, UK: Laurence King.

Li, H., Yang, H., Zhan, M., & Kou, Y. L. (2010). *Deformation behaviors of thin-walled tube in rotary draw bending under push assistant loading conditions*. *Journal of Materials Processing Technology*, 210(1), 143-158.

Mentella, A., & Strano, M. (2012). *Rotary draw bending of small diameter copper tubes: predicting the quality of the cross-section*. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 226(2), 267-278. <https://doi.org/10.1177/0954405411416306>

Mollerup, P. (2006). *Collapsibles : A design album of space-saving objects* (New ed.). ed.). London: Thames & Hudson.

Sheasby, P. G., & Pinner, R. (2001). *The surface treatment & finishing of aluminium & its alloys*. (Surface treatment and finishing of aluminium and its alloys.) Materials Park, Ohio: ASM International.

Soco Machinery Co. (2019, 1. september). *Left and Right Tube Bending* [Videoklipp]. Hentet fra <https://www.youtube.com/watch?v=V7RnTiu8aFw>

Sundays Design. (2019). *Om Sundays Design*. Hentet fra <https://www.sundays-design.no/om-oss/>

Tecnostamp SRL. (2019, 25. mars). *Special Tool Radius Bend* [Videoklipp]. Hentet fra <https://www.youtube.com/watch?v=Zj8LzvA82uA>

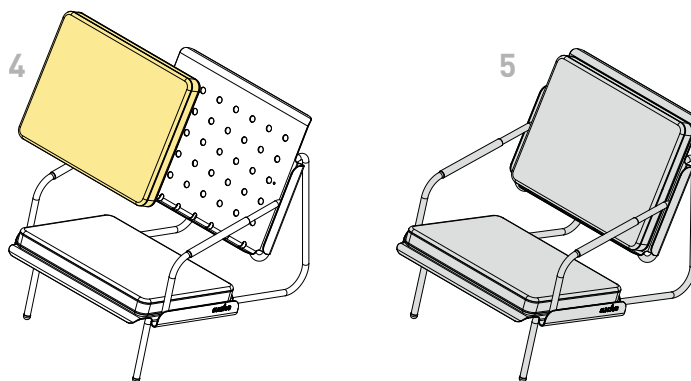
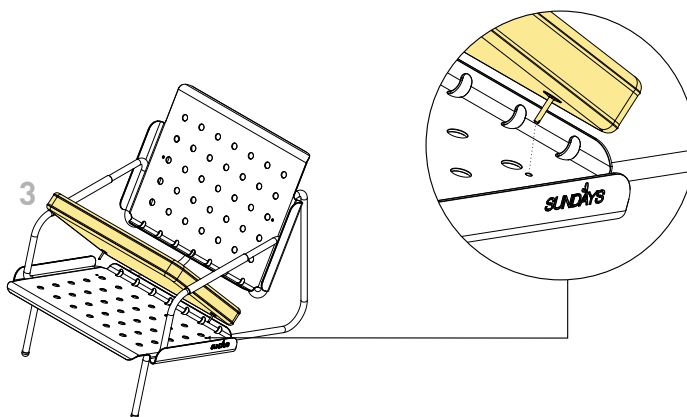
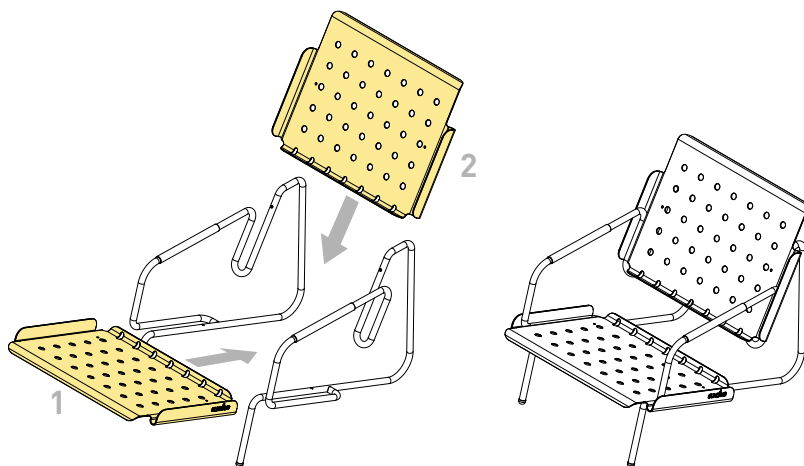
Urecel. (u.å.). *Urecel QuickDry*. Hentet fra https://urecelquickdry.com/downloads/Urecel_Quickdry.pdf

Voland, G. (2004). *Engineering by design* (2nd ed.). Upper Saddle River, N.J: Pearson/Prentice Hall.

Vedlegg

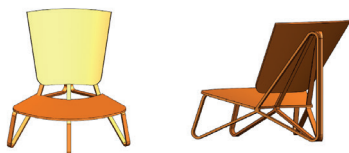
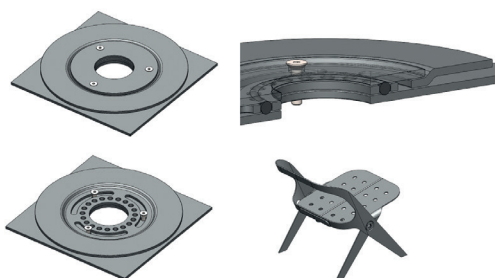
Vedlegg 1

Monteringsanvisning



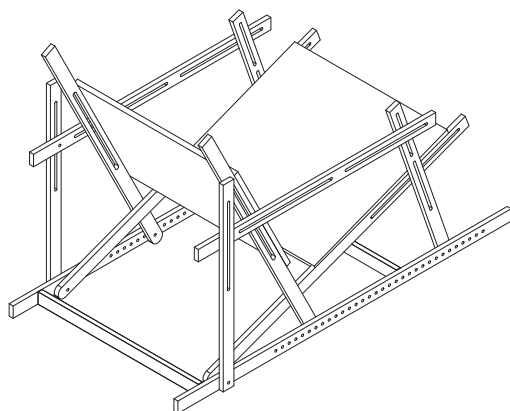
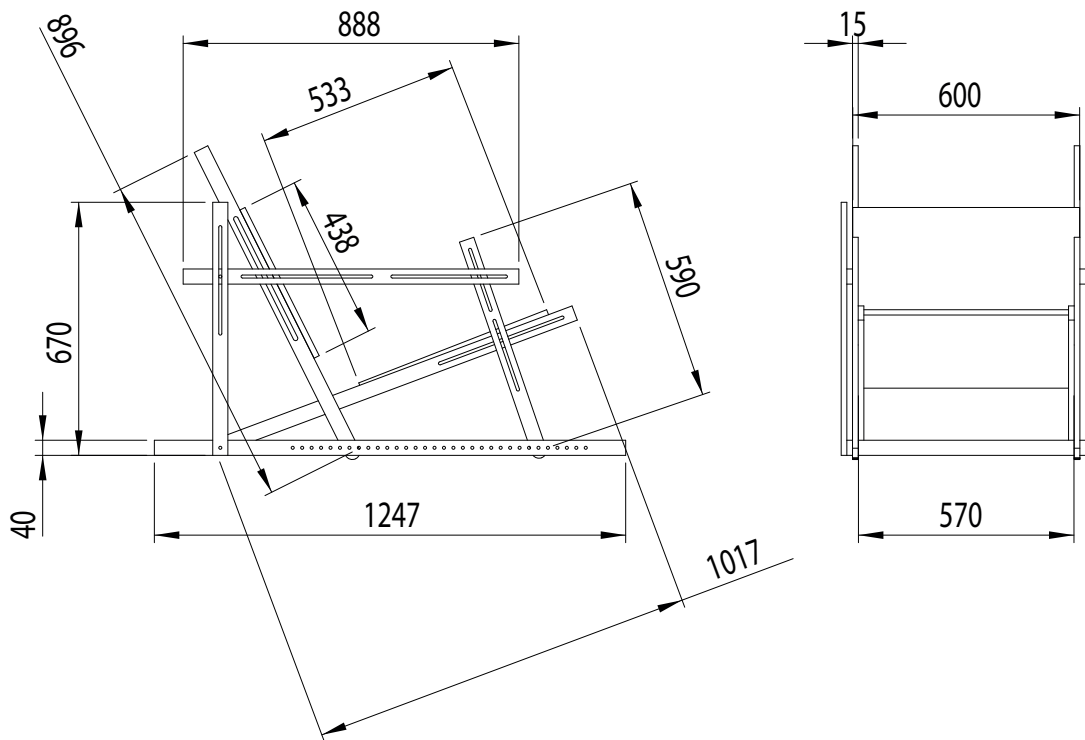
Vedlegg 2

CAD-skisser



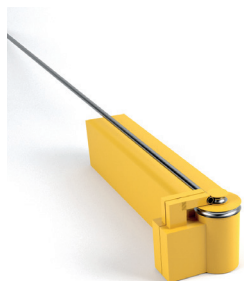
Vedlegg 3

Teknisk tegning ergonomijig



Vedlegg 4

Rørbøypesedyre



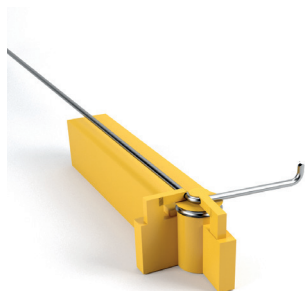
Steg 0



Steg 1
Bøy 90°, radius 30 mm



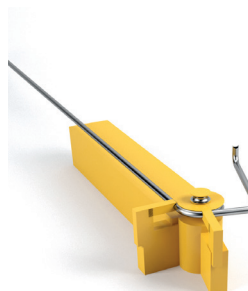
Steg 2
Skyv frem og roter 90° til høyre



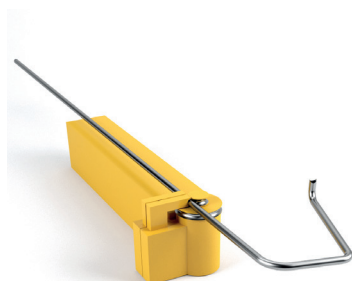
Steg 3
Bøy 84.10°, radius 30 mm



Steg 4
Skyv frem



Steg 5
Bøy 74.90°, radius 70 mm



Steg 6
Skyv frem



Steg 7
Bøy 120°, radius 30 mm



Steg 8
Skyv frem og roter 90° mot høyre



Steg 9
Bytt vektøyside



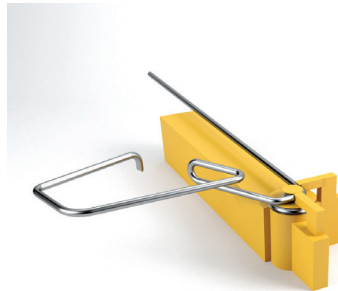
Steg 10
Bøy 180°, radius 30 mm



Steg 11
Skyv frem, roter 90° mot venstre



Steg 12
Bøy 60°, radius 30 mm



Steg 13
Skyv frem, bøy 90°, radius 30 mm



Steg 14
Skyv frem



Steg 15
Bøy 110°, radius 70 mm



Steg 16
Skyv frem og bytt vektøyside



Steg 17
Bøy 94.90°, radius 30mm

