



CHALMERS



Handkraft

Av-elektrifiering av matberedare

Kandidatarbete inom Maskinteknik

Marcus Banér
Gizem Eken
Moa Kuhlin
Albin Mårdh
Philip Ngo
Felicia Smedbäck

Institutionen för Industri- och Materialvetenskap (IMS)

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2022
www.chalmers.se

Handkraft

Av-elektrifiering av matberedare

Kandidatarbete inom Maskinteknik

IMSX15-22-18



Marcus Banér
Gizem Eken
Moa Kuhlin
Albin Mårdh
Philip Ngo
Felicia Smedbäck

Institutionen för Industri- och Materialvetenskap (IMS)

Handledare: Pontus Wallgren

Examinator: Helena Strömberg

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2022
www.chalmers.se

Handkraft

Av-elektrifiering av matberedare

© MARCUS BANÉR, GIZEM EKEN, MOA KUHLIN, ALBIN MÅRDH, PHILIP NGO, FELICIA SMEDBÄCK

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Maskinteknik

Institutionen för Industri- och Materialvetenskap (IMS)

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg, Sverige

Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag: Projektets slutkoncept visualiserat med hjälp av Catia V5. Ägare av bilden är projektets författare.

Chalmers digitaltryck Göteborg, Sverige 2022

Ordlista

Ordlistan är till för att underlätta förståelsen av ämnesspecifika begrepp och programvaror som tas upp i rapporten.

- *Autodesk Inventor Professional*, programvara som används för CAD, simulering och för att automatisera arbetsprocesser inom design (Autodesk-Inventor-Inc., 2022). Programvaran benämns fortsättningsvis som *Inventor* i rapporten.
- *Av-elektrifierad*: Apparat som tidigare använt el men för vilken elen sedermera helt tagits bort.
- *Bill of Materials (BOM)*: Lista med samtliga komponenter för en produkt numrerade och med material och vikt angivet. (Lindstedt & Burenius, 2003)
- *CAD*: Datorstödd maskinkonstruktion från engelska Computer Aided Design. Syftar på 2D- och 3D-modellering samt rendering av delar, produkter och ritningar (Nationalencyklopedin, u. å.-a).
- *Eco-Audit*: Ett verktyg inom Granta som jämför olika produkters miljöpåverkan, exempelvis med hänsyn till dess energikonsumtion och koldioxidavtryck (Ansys-Inc., 2022).
- *Elektrifierad*: Apparat som inte tidigare använt sig av el men som fått detta implementerat på senare tid.
- *Granta EduPack*: En databas med tusentals material som rangordnar material, bland annat på pris, densitet och elasticitetsmodul (Ansys-Inc., 2022). Databasen benämns fortsättningsvis som *Granta* i rapporten.
- *Informationsdon*: De element på en maskin som används för att förmedla information till användaren. Exempelvis skärmar, lampor och klockor (Osvalder & Ulfvengren, 2015).
- *Manöverdon*: De element på en maskin som användaren kan interagera med. Exempelvis knappar, reglage och spakar (Osvalder & Ulfvengren, 2015).
- *Out of the loop*: Fenomenet att ju mer tekniskt komplicerad en produkt är desto svårare får användaren att förstå hur produkten faktiskt fungerar. Detta gör att gränssnittet förenklas för att användaren ska veta hur produkten ska användas vilket i sin tur leder till att användaren distanseras från produkten och därmed hamnar ”out of the loop” (Endsley, 1995).

Abstract

In many kitchens today there are several household appliances run by electricity with the purpose to simplify the preparation of food. However, due to them using electricity the energy consumption has increased over the years which may have had an effect both on the environment as well as the economy of the household. This project has sought to develop a food processor that requires no electricity but still functions as good as an electrical food processor.

The project was carried out on behalf of the Department of Industrial and Materials Science at Chalmers University in Gothenburg, Sweden. The purpose of this project was to analyze whether there is a demand and a need for a de-electrified food processor on the market today. Furthermore the performance of the de-electrified food processor was analyzed with regard to the electric version to compare to which extent performance was equivalent between the two versions. The environmental impact between the electric and de-electrified food processors were also compared with regard to the energy consumption as well as the carbon dioxide emissions during the full life cycle of each product.

The development began by studying the market of the food processor, both with interviews and with a survey. The results were then compiled to determine which requirements the food processor had to fulfill. These results were then used in the development of the de-electrified food processor where the focus went to developing which mechanical components could be put together to correspond to the previous electric motor. When the mechanical elements were determined the overall design was developed. With these steps finished the material for each component was determined to both convey the desired aesthetic as well as to ensure that performance was at an optimal level.

The project resulted in a food processor consisting of a crank connected to several gears in a gearshift where the user can turn the crank which in turn makes the nozzle connect to the accessories, e.g. knives, turn inside the food processor. The physical prototype that was made managed to achieve the expected number of revolutions per second, 1 revolution/second, and the overall desired aesthetic impression was achieved. However the prototype was unable to handle the resistance from all types of food that were evaluated. When analyzing the environmental impact the de-electrified food processor had lower net carbon dioxide emissions and lower net energy consumption compared to the electric food processor. A prediction of the cost for manufacturing the developed food processor was made and the estimation came to an interval of 428-475 SEK depending on batch size.

Sammanfattning

Många hushållsprodukter drivs idag med elektricitet. Trots att detta lett till ett ökat kundvärde i form av enkelhet har lösningarna ofta en negativ miljöpåverkan, kräver mycket energi och bidrar med oljud. Detta arbete har utforskat möjligheten att ta en elektrisk matberedare och omvandla den till en motsvarande variant som enbart drivs av handkraft. En så kallad av-elektrifierad matberedare. För att få en bild av dagens användning av matberedare analyserades marknaden genom marknads- och kundundersökningar vilket gav en grund för vilka delar som var viktiga att behålla i en av-elektrifierad matberedare. Genom att analysera befintliga lösningar och konkretisera vad som praktiskt utgör matberedaren valdes områden i behov av förbättring ut som sedan genomgick en utveckling. I och med att de tidigare lösningarna varit elektriska lades stor vikt på hur de mekaniska komponenterna teoretiskt skulle konstrueras för att matberedaren skulle kunna prestera på samma sätt som en elektrisk variant. En elektrisk referenslösning användes för möjligheten att kunna göra intressanta jämförelser.

När ett vinnande koncept etablerats gjordes såväl en digital modell och en fysik prototyp för att analysera utformning samt praktiskt kontrollera att konceptet fungerade som tänkt. Den digitala modelleringen visualiserade utformningen både ur ett estetiskt perspektiv men också för att visa hur komponenterna behövde anpassas efter varandra och kravspecifikationen. Prototypen avsåg att testa känsla och funktion vid användning. Tänkt resultat på produktupplevelse och utväxling uppnåddes, men en effekt som var likvärdig ett elektriskt alternativ uppnåddes inte. Den kändes behaglig att använda och kunde uppnå ett varvtal som stämde överens med referenslösningen när vevhastigheten var 1 varv/sekund, dock stannade mekanismen så fort ett högre motstånd uppstod.

Utifrån modellerna valdes även material för respektive komponent ut för att både bidra med en bra produktupplevelse samt för att produkten skulle förmedla den känsla som presenteras i rapportens moodboard. Med dessa modellerna genomfördes även ytterligare analyser, exempelvis avseende miljöpåverkan samt kostnadsuppskattning för att producera konceptet. Dessa analyser gav en inblick i hur det av-elektrifierade konceptet som togs fram presterade jämfört med den elektriska referenslösningen och där blev det klart att vad gäller total energiförbrukning under en livscykel minskade detta för den av-elektrifierade matberedaren jämfört med den elektriska referenslösningen. Koldioxidutläppet minskade även för den av-elektrifierade matberedaren vad avser hela dess livscykel. Kostnadsanalysen visade på möjlighet att kunna skapa en konkurrenskraftig av-elektrifierad variant med en uppskattad produktionskostnad mellan 428-475 kr men en mer omfattande analys är nödvändig för en fullständig uppfattning om de ekonomiska implikationerna till följd av av-elektrifiering.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och mål	1
1.3	Frågeställningar	1
1.4	Avgränsningar	2
1.5	Rapportens disposition	2
2	Teoretisk referensram	3
2.1	Vad är en matberedare?	3
2.2	Modulär design	4
2.3	Vad är en produktupplevelse?	4
2.4	Prototyp	4
2.5	Mekaniska komponenter	5
3	Metod och genomförande	6
3.1	Problemidentifiering	6
3.1.1	Marknadsundersökning och referenslösning	6
3.1.2	Kundundersökning	7
3.1.3	Kravspecifikation	7
3.2	Konceptgenerering	8
3.2.1	Genereringsmetoder	8
3.2.2	Designgenerering	9
3.3	Vidareutveckling och analys	9
3.3.1	Modellering	9
3.3.2	Feleffektsanalyser	10
3.3.3	Materialval	10
3.3.4	Eco-audit	10
3.3.5	Kostnadsuppskattning	11
4	Resultat av problemidentifiering	12

4.1	Marknadsundersökning	12
4.1.1	Lågpris	12
4.1.2	Mellanpris	13
4.1.3	Högpris	14
4.2	Analys av referenslösning	14
4.2.1	Beskrivning av referenslösning	15
4.2.2	Blackbox och funktionsstruktur av referenslösning	16
4.2.3	Komponentlista och demontering	17
4.3	Kundundersökning	19
4.3.1	Resultat från enkätundersökning	19
4.3.2	Resultat från intervjuer	19
4.4	Identifierade krav och önskemål	20
5	Resultat av konceptgenerering	21
5.1	Idégenerering	21
5.2	Sällning av koncept	22
5.2.1	Elimineringsmatris	22
5.2.2	Ihopsättning av helhetslösningar	22
5.2.3	Pugh-matriser	24
5.3	Slutgiltigt koncept	25
5.4	Designgenerering	26
5.4.1	Moodboard	27
5.4.2	Mekanisk design	27
5.4.3	Chassi	28
5.4.4	Handtag på behållare	29
5.4.5	Skålar	29
6	Resultat av vidareutveckling och analys	31
6.1	Mekanism och växling	31
6.2	CAD-modeller	32
6.2.1	Mekanisk del	32

6.2.2	Utformning	34
6.3	Prototyp	36
6.4	Feleffektsanalyser	39
6.5	Materialval	40
6.6	Eco-Audit	41
6.7	Kostnadsuppskattning	42
7	Diskussion	44
7.1	Verifikation	44
7.1.1	Hur är behovet och efterfrågan på en av-elektrifierad matberedare?	44
7.1.2	I vilken utsträckning kan en matberedare av-elektrifieras likvärdigt ett befintligt elektriskt alternativ?	45
7.1.3	Vilken inverkan på miljön har en av-elektrifierad matberedare relativt ett befintligt elektriskt alternativ?	46
7.2	Process	47
7.3	Framtida produktutveckling	47
	Referenser	49
	Bilagor	51

1 Inledning

I följande avsnitt presenteras en bakgrund till kandidatarbetet samt dess syfte och mål. Utefter detta formuleras frågeställningar som kommer utredas och besvaras. Därefter presenteras de avgränsningarna som råder för projektet och slutligen dispositionen för rapporten.

1.1 Bakgrund

Länge har den tekniska utvecklingen och bilden av att jordens resurser är oändliga, kombinerat med en minskad kostnad för massproduktion av elektriska komponenter, resulterat i att en ökad elektrifiering gett ett ökat kundvärde. I dagsläget är flertalet elektrifierade produkter som producerats och utvecklats skadligt högljudda (Zolfagharifard, 2014), har en hög energiförbrukning relativt till vad de gör, en kort livscykel och en hög miljöbelastning (Hischiera, Realebc, Castellanib & Sala, 2020). Går det istället att utveckla produkter som går emot den här trenden och därmed genom av-elektrifiering ger ett ökat kundvärde?

Inom många produktkategorier finns det av-elektrifierade alternativ men dessa är ofta av sämre kvalitet, ineffektiva, inte användarvänliga och generellt oattraktiva. Detta beror på att alternativen oftast lanseras och ses som lågprisalternativ, vilket de inte behöver vara. Ett ökat kundvärde kan också uppnås genom att förmedla en känsla och en upplevelse som inte är beroende av verkningsgrad och tidseffektivitet. Det ligger i vår samtid att vara mer miljömedveten och känna sig involverad i processen (Lejtenyi, 2019). I takt med ökad automatisering av produkter minskar ofta förståelsen för hur dessa produkter fungerar vilket kan leda till exempelvis ett *out of the loop*-problem, alltså att användaren känner sig fränkopplad från produkten (Endsley, 1995).

Ett kök är något alla hushåll har och applikationerna har hög potential för av-elektrifiering. Matberedaren är en av de produkter som idag är drivna av elektricitet utan konkurrerande av-elektrifierade alternativ. Detta trots att inget hindrar de ingående komponenterna från att ha mekaniska motsvarigheter som i teorin kan uppnå samma resultat i form av funktion, vilket är överföring av kraft och rotation. Matberedaren används inte i den utsträckning den har potential till i förhållande till vilka behov den uppfyller, trots att den finns i nästan alla större hushåll.

Konsekvenserna av klimatkrisen är oundvikliga och svåra att ignorera, på både individ- och samhällsnivå. För att uppnå klimatresiliens krävs det att enskilda människor gör aktiva handlingar och val som motverkar den negativa klimatutvecklingen (SMHI, 2022). Förutsättningar för att göra aktiva val är medvetenhet om hur produkterna som används påverkar miljön samt att det finns bra valmöjligheter inom alla segment, inte minst köket vilket matberedaren som typexempel illustrerar. Ämnet "handkraft", aspekterna av att generera den kraft och rotation man behöver för hand, kommer därmed bli allt mer aktuellt och viktigt.

1.2 Syfte och mål

Det huvudsakliga syftet är att utforska fördelarna med att av-elektrifiera hushållsprodukter. Målet är att av-elektrifiera en matberedare som effektivt överför handkraft och samtidigt uppfyller användarens behov. Den tekniska lösningen önskas vara robust för att uppnå högre kvalitet, modulär för att vara flexibel samt ha en hållbar design.

1.3 Frågeställningar

Utifrån bakgrunden till projektet, genom undersökning av marknaden och utvecklandet av en teknisk lösning ämnar projektet undersöka följande frågeställningar:

- Hur är behovet och efterfrågan på en av-elektrifierad matberedare?
- I vilken utsträckning kan en matberedare av-elektrifieras likvärdigt ett befintligt elektriskt alternativ?
- Vilken inverkan på miljön har en av-elektrifierad matberedare relativt ett befintligt elektriskt alternativ?

1.4 Avgränsningar

I och med att detta projekt är ett kandidatarbete är det därmed begränsat i sitt omfång. Detta leder till att olika avgränsningar sätts på själva projektet.

En del av projektet är en produktutvecklingsprocess som är nödvändig för att besvara frågeställningarna presenterade i *1.3 Frågeställningar*. Omfattningen av processen är avgränsad till att inte sträckas längre än till prototypstadiet. Detta innebär att hänsyn till färdig produktion, det vill säga serieproduktion, och de aspekter som följer med detta inte studeras på detaljnivå.

Resurserna för att producera prototypen är avgränsade till att innefatta det som finns tillgängligt via verkstäder på Chalmers Tekniska Högskola och ett eventuellt behov av handledning vid användning av verkstäderna och dess resurser. Prototypplabbet är en mekanisk verkstad med material, tillverkningsmaskiner och experter anställda till projektets förfogande. Budgetavgränsningar för eventuella inköp under projektets gång bestäms utefter förhandling med handledare.

Projektets metod kommer utformas så att alla delaktiga ska känna sig säkra och respekterade. Vid användarstudier, se Bilaga A, rör det sig om att undvika risker vid utformningen av produkten så som vassa kanter, tunga och otympliga prototyper eller materialval som kan vara skadliga eller allergener så som nickel. Vid insamling av data i form av enkäter skickas dessa ut till grupper med förhoppning om spridning inom olika samhällsklasser och bakgrunder för att inkludera så många som möjligt. Insamling av känslig data ska samtidigt undvikas och endast det som är relevant för projektet ska betraktas. Hela projektet präglas av tydlig information och kommunikation med utomstående parter för att ett samtycke ska råda.

Vidare begränsas den utvecklade matberedaren praktiskt, till exempel avgränsningar gällande maximal vikt och höjd vilket konkretiseras i en kravspecifikation, se Bilaga B. Dennas funktion är främst att avgränsa produkten snarare än arbetsgången.

1.5 Rapportens disposition

Följt av inledningen ges en teoretisk inblick i vad som kommer tas upp i rapporten och en teoretisk referensram presenteras. Därefter kommer ett kapitel som beskriver projektets metod och genomförande. Inledningsvis presenteras de olika metoderna som använts i resultatet, följt av hur de implementerats i detta arbete.

Resultatet delas sedan in i tre kategorier. Först kommer resultat av probleminentifiering där marknadsundersökning, analys av referenslösningen och kundundersökningen ingår. Utefter resultatet av probleminentifieringen konkretiseras kravspecifikationen. Därefter presenteras resultat av konceptgenerering, vilken systematiskt går från idé till slutligt koncept. Slutligen presenteras resultatet av vidareutvecklingen och analysen av det slutgiltiga konceptet. Det slutliga konceptet beskrivs mer ingående på detaljnivå och analyser med hänsyn till feleffekter, miljö och kostnad utförs.

Slutligen diskuteras rapporten i sin helhet. Resultaten samt frågeställningarna verifieras, processen granskas och framtiden för en av-elektrifierad matberedare lyfts.

2 Teoretisk referensram

I följande kapitel definieras relevanta teoretiska områden, såsom hur en matberedare och kugghjul är uppbyggda. Dessa kommer både att presenteras och beskrivas i syfte att underlätta förståelsen för det fortsatta arbetet och rapporten om den av-elektrifierade matberedaren.

2.1 Vad är en matberedare?

En matberedare är en typ av hushållsassistent som bland annat kan användas för att hacka, skiva, riva, blanda och knåda mat (Nationalencyklopedin, u. å.-b). Matberedare kan ibland förknippas med exempelvis blenders, en annan typ av hushållsassistent men den huvudsakliga skillnaden mellan dessa är att matberedare riktar sig till fasta livsmedel medan blenders riktar sig till vätskor. Matberedare finns dessutom i flera olika storlekar, volymen på bägaren varierar mellan 0.7-3.7 liter eller mer där en större variant generellt innebär fler funktioner (David & Mednelsohn, 2021). Matberedare avser att spara tid för användaren genom att klara av flera funktioner, bidrar med ett jämnt resultat i beredningen av mat samt vara enkel att diska (Elon, 2021). En konventionell matberedare består av en behållare, ett matningsrör, tillbehör av olika slag såsom knivar och rivjärn samt ett underrede med inbyggd elmotor. Figur 1 illustrerar hur en typisk matberedare brukar se ut.



Figur 1: Typisk matberedare med tillbehör. Återgiven med tillstånd.

2.2 Modulär design

Modulär design är en designmetod som skapar ett system utav oberoende delar eller moduler med standardgränssnitt. Detta innebär att exempelvis två system lätt kan kopplas samman och detta medför till en enkelhet i gränssnittsdesignen som i sin tur minskar beroendet av en modul till en annan. Modulära konstruktioner tenderar även att ha fördelar för kunden på grund av att det inte finns ett högt beroende mellan modulerna. Detta leder till att ändringar i systemet inte är lika svåra och leder inte till djupare problem i själva systemet (Otto & Wood, 1996).

En modulär design tillåter också återanvändning av moduler i samma design vilket ger kostnadsbesparingar och minskningar av tidsutgifter. Detta blir en möjlighet eftersom det tillåter återanvändning och stegvis uppgradering i motsats till att man ersätter ett helt system. I många fall leder detta till att en kultur av ”gör det själv” utvecklas kring design som är modulär, vilket ökar produktupplevelsen för kunden (Otto & Wood, 1996).

Icke-modulär design är när en design är för komplex för att enkelt byta ut eller reparera hemma. Till exempel är många olika elektroniska produkter avsiktligt utformade så att de måste repareras av tillverkaren. Detta leder till att icke-modulära designer kan ha kommersiella fördelar för många tillverkare eftersom de uppmuntrar människor att byta ut enheter eftersom de lätt kan uppgraderas och ersättas (Otto & Wood, 1996).

2.3 Vad är en produktupplevelse?

En produktupplevelse delas upp i tre delar; estetiskt intryck, semantisk tolkning och emotionell respons. Dessa komplementerar varandra för att maximera produktupplevelsen som i sin tur höjer kundvärdet hos en produkt (Lindstedt & Burenius, 2003).

Den första av tre delar som produktupplevelsen omfattas av är det estetiska intrycket vilket är den initiala känslan som upplevs hos användaren när produkten uppfattas som något attraktivt och tilltalande. Däremot är det estetiska intrycket ett subjektivt koncept då varje individ har sina egna uppfattningar för vad som anses vara tilltalande.

Den andra delen av produktupplevelsen är den semantiska tolkningen som beskriver hur en produkt kommunicerar med sina användare. Detta omfattar förståelsen för produkten kring huruvida den funkar, vad den syftar till och förmedlar. En produkt med en bra semantisk tolkning är en produkt med självförklarande användning då det tyder på en ökad kommunikation mellan produkt och användare.

Den sista delen av produktupplevelsen omfattas av den emotionella responsen som utgörs av de känslor som förmedlas till upplevelsen när en produkt är under användning. Den emotionella responsen ökar när en användare blir mer delaktig i en produkts användning vilket både kan leda till ett förhöjt och sänkt kundvärde på grund av att en användares föreställning är individuellt. På grund av den anledningen är det viktigt att rikta en produkt mot rätt kundgrupp för att öka den emotionella responsen mot den positiva riktningen och därmed kundvärdet.

2.4 Prototyp

En prototyp är en modell av en ny produkt. Flera typer av prototyper går att konstruera. Dels kan en funktionell prototyp tillverkas vilket är en fysisk modell, vanligen handgjord, med syfte att testa en specifik funktion. Dels kan en designprototyp tillverkas, vilket även det är en fysisk prototyp men med fokus på prototypens form, färg och storlek. Även så kallade rapid-prototypes kan tillverkas. Dessa skapas vanligen med hjälp av någon form av maskin för snabbare framställning (Lindstedt & Burenius, 2003).

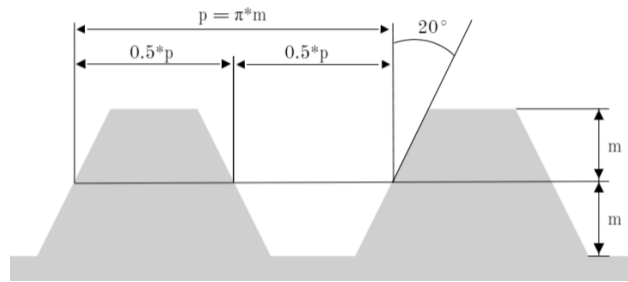
2.5 Mekaniska komponenter

Teorin om alla maskinelement som presenteras baseras på läroboken *Maskinelement* skriven av Mart Mägi, Kjell Melkersson och Magnus Evertsson (2017).

En kuggväxel består av två eller flera kugghjul som samverkar genom att ett drivande kugghjul roterar, dess kuggar slår emot ett angränsande kugghjul och på så sätt för den roterande rörelsen vidare. En kuggväxel används för att öka eller minska rotationshastighet eller kraft, något som uppnås genom att variera antal kuggar på hjulen, deras kugghjul. En mekanisk utväxling av rörelse och kraft är resultatet av en hastighetsökning följt av en minskad kraft, respektive tvärt om. I Ekvation 1 presenteras formeln för utväxling med vinkelhastighet ω , kuggtal z och moment M .

$$i = \frac{\omega_{in}}{\omega_{ut}} = \frac{z_{in}}{z_{ut}} = \frac{M_{ut}}{M_{in}} \quad (1)$$

Om en kuggväxel exempelvis har en utväxling på 4 och det drivande hjulet har en vinkelhastighet på 1 rad/s kommer det angränsande hjulet, med ett mindre kuggtal, ha en rotationshastighet på 4 rad/s. För att kuggarna ska kunna samverka på bästa möjliga sätt behöver de ha samma modul. Modulen är ett standardiserat mått som används för att ta fram den delningen mellan kuggarna. I Figur 2 visas en standardiserad referensprofil skapad baserat på modulen enligt standarden SMS. I figuren visas även pressvinkeln $\alpha_o = 20^\circ$, som också är en standardisering enligt SMS. Kuggarna har en evolventprofil vilket är en geometri för att ge en konstant utväxling och samtidigt göra att de är lätta att tillverka och som är den vanligaste kuggformen.



Figur 2: Standardiserad referensprofil enligt SMS. Författarnas egna bild.

Momentet, M , som genereras på det drivande kugghjulen påverkas av kraften användaren applicerar, F , och hävarmen, r och förhållandet beskrivs i Ekvation 2.

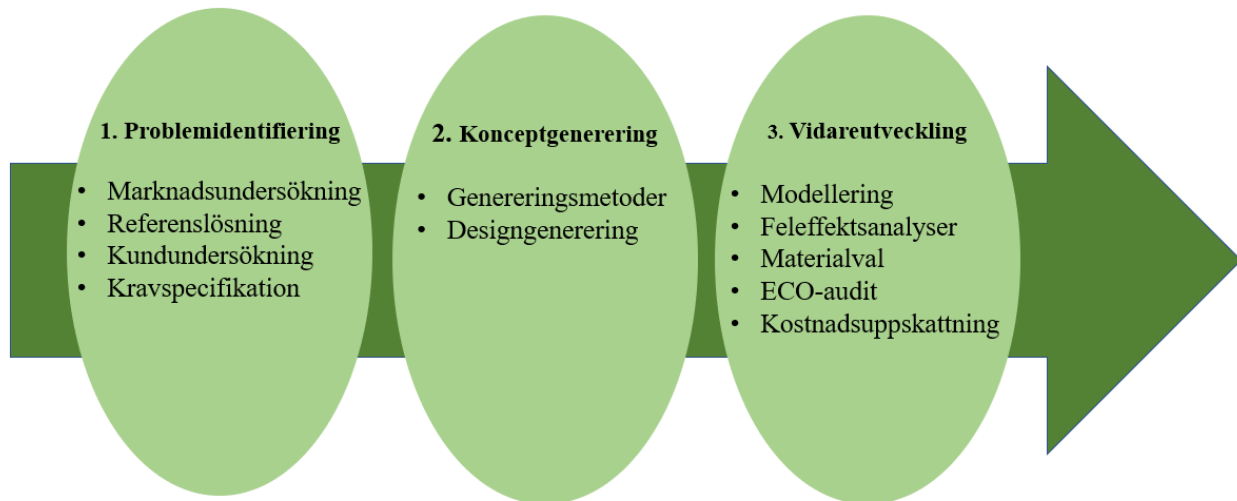
$$M_{\odot} = F * r \quad (2)$$

Effekten i roterande system beskrivs enligt Ekvation 3 där M är momentet beskrivet i Ekvation 2 här ovan och ω är vinkelhastigheten på kugghjulet i fråga som roterar.

$$P = M_{\odot} * \omega \quad (3)$$

3 Metod och genomförande

I det följande kapitlet beskrivs den metodik som använts i arbetet. Syftet är här att ge en teoretiskt förankrad beskrivning av hur de olika metoderna fungerar och visa i vilken kontext de applicerats i arbetet. Arbetet kan ses följa tre primära huvudområden och texten har därför indelats i dessa; problemidentifiering, konceptgenerering och vidareutveckling. Detta illustreras med hjälp av Figur 3 nedan.



Figur 3: Övergripande metodik. Författarnas egna bild.

3.1 Problemidentifiering

Detta delkapitel beskriver projektets inledande arbete med att förstå marknaden för matberedare i dagsläget, kunders preferenser hos en matberedare samt en detaljerad undersökning av matberedarens komponenter och funktion.

3.1.1 Marknadsundersökning och referenslösning

För att analysera marknaden av matberedare genomfördes en analys av existerande lösningar i tre olika prisklasser: lågpris, mellanpris och högpris. Detta gav insikt i vad som tidigare ansetts ge ett högt kundvärde till produkterna gällande design, form och kvalitet kopplat till de varierande priserna. De olika prisklasserna bestämdes genom att betrakta existerande priser på hemsidor för hemelektronik. Därefter betraktades vid vilka priser nya funktioner tillkom, alternativt var stora förändringar i priserna skedde. För varje prisklass betraktades tre olika matberedare för att sedan kunna föra en analys kring likheter och skillnader mellan de olika prisklasserna.

Efter genomförandet av marknadsundersökningen valdes en existerande produkt som en referenslösning. Detta gjordes för att få en förståelse för hur en matberedare fungerar och är uppbyggd (Otto & Wood, 1996). Analysen inkluderade undersökning av referenslösningens funktion, nedmontering i mindre delar och upprättning av en komponentlista samt undersökning av referenslösningens ingående system. Genom val av en referenslösning kunde således utvecklingspotential av hela produkten eller speciella delar av den uppmärksammas.

Med hjälp av referenslösningen skapades en black box modell för att illustrera in- och utflöden av material,

energi och signaler hos referenslösningen samt för att etablera en övergripande uppfattning av produktens huvudfunktion (Otto & Wood, 1996). Black box-modellen användes till att förstå vad referenslösningen gör utan att delfunktionerna specificeras. Angreppssättet bidrog till att en potentiell utveckling av huvudfunktionen kunde börja genereras fritt, utan fokus på särskilda delfunktioner.

En demontering genomfördes därefter genom att montera isär referenslösningen och identifiera alla ingående komponenter för att upprätta en komponentlista över delarna. Syftet var att få en överblick över funktionerna och hur dess delsystem samverkar.

Efter att black box-modellen och demonteringen av referenslösningen genomförts kunde en funktionell modell upprättas. Den funktionella modellen användes för att beskriva och analysera vad som sker inuti referenslösningen, en beskrivning av vilka delfunktioner som leder fram till att huvudfunktionen uppfylls (Lindstedt & Burenius, 2003). Till skillnad från black box-modellen som enbart beskrev in- och utflöden, illustrerar den funktionella modellen de ingående funktionerna som kunde fastställas med hjälp av demonteringen.

3.1.2 Kundundersökning

Efter analysen av referenslösningen genomfördes en enkätundersökning. Enkätundersökningen gjordes för att samla in kundbehov och existerande marknadsbehov för att kunna prioritera var fokus skulle ligga i projektet (Lindstedt & Burenius, 2003). Enkäten skickades ut på sociala medier för att nå en stor grupp människor i olika åldrar för att på så vis få en bredd i undersökningen. Totalt deltog 80 personer i enkätundersökningen. Bland de som deltog var 30% 19-26 år gamla, 34% 27-50 år och 24% 51-65 år, resterande var över 65 år gamla.

Parallellt med enkätundersökningen genomfördes även intervjuer för att samla in kompletterande kundbehov och marknadsbehov. I intervjuerna ingick det, utöver frågor likt de i enkäten, interaktiva moment. Intervjuerna syftade till att ge insikter om deltagarnas känslor och tankar kring det som tillfrågades, presenterades och testades. Fokus under intervjuerna låg på att lyssna på deltagaren snarare än att interagera och leda för att fånga mer subtila uttryck som kan vara relevanta men svåra att uppfatta i enkätundersökningen (Lindstedt & Burenius, 2003). Intervjuerna arrangerades av två gruppmedlemmar där den ena drev intervjun medan den andra antecknade det som försegick och sades. Fyra personer deltog i enskilda intervjuer som pågick i 30 minuter vardera. För att få en spridning bland deltagarna intervjuades personer från olika åldrar och kön. Två deltagare var mellan 20-30 år, en mellan 50-60 år och en var äldre än 60 år. Sex olika delar ingick i intervjuerna och under varje del behandlades separata fokusområden. Delarna som ingick var: *Utformning, Färg, Material, Storlek, Vikt och Mekanism*.

3.1.3 Kravspecifikation

Med hjälp av informationsinsamlingen från marknadsundersökningen, analys av referenslösningen samt kundundersökningen sammanställdes en kravspecifikation. Kravspecifikationen kvantifierades och sammanställdes i en tabell varpå mätbara, numeriska värden tilldelades funktionerna och kundbehoven (Lindstedt & Burenius, 2003). Detta gjordes i numeriska intervall med toleransvärden som matberedaren ska prestera inom. En rangordning av kravens betydelse genomfördes med hjälp av poängsättning. Kravspecifikationen användes sedan som hjälpmedel för att ha en tydlighet i vilka krav och önskemål som ska upprätthållas under produktutvecklingsprocessen. Kravspecifikationen uppdaterades parallellt under projektets gång i samband med att nya viktiga funktioner eller toleransvärden identifierades.

3.2 Konceptgenerering

Efter problemidentifieringen genomfördes en konceptgenerering. I denna del av arbetet bestämdes först fokusområden för produktutvecklingen av den av-elektrifierade matberedaren. Idéer genererades därefter med hjälp av brainstorming och slutligen sällades ett vinnande koncept fram för vidareutveckling.

3.2.1 Genereringsmetoder

För att kunna inleda konceptgenereringen behövde fokusområden för produktutvecklingen fastställas. Detta gjordes med hjälp av Re-principerna som identifierar vilka delsystem som är av intresse att exempelvis bevara, omforma eller utveckla för en produkt. Principerna applicerades successivt under olika delar av arbetets gång för att avgöra hur förhållningssättet skulle vara till olika delar hos en matberedare då de uppkom i arbetet (Lindstedt & Burenius, 2003). Principerna är:

- Re-use: bibehållning av delsystem
- Re-fine: finjustering av delsystem med högt värde.
- Re-duce: eliminering av delsystem med lågt värde.
- Re-inforce: tillförande av nya delsystem med ökande värde.
- Re-form: modifiering av delsystem för ökat värde.
- Re-place: eliminering av delsystem varpå andra delsystem övertar delfunktionen.

Efter att fokusområden för matberedaren fastställts kunde en idégenerering påbörjas. Metoden som användes var brainstorming som gick ut på att generera en stor mängd lösningsförslag på problemet som hanteras. Viktiga kännetecken för brainstorming är att kritik ej uppmanas till i denna typ av forum, utan fokuset ligger på att generera många idéer snarare än att utvärdera dem (Lindstedt & Burenius, 2003). Flera brainstorming-sessioner genomfördes och varje session fokuserade på en dellösning till varje delssystem som krävdes. Skisser användes för att presentera och förtydliga de olika dellösningarna som togs fram under brainstorming-sessionerna.

De olika dellösningar som togs fram under brainstorming-sessionerna användes senare i en morfologisk matris för att generera nya helhetslösningar. Det gjordes genom att de olika delfunktionerna placerades i matrisens rader och dellösningar i kolumnerna. Helhetslösningar skapades sedan genom att kombinera de olika dellösningarna till respektive delfunktion. Det gjordes genom slumpmässig och manuell kombinerings. Detta för att undvika att för många lösningar som inte är praktiskt genomförbara genererades, men samtidigt undvika att den kreativa processen blev låst och att *think outside of the box*-lösningar förbisågs (Cheshire, 2010).

Efter generering av helhetslösningar så påbörjades sällningsprocessen för det slutgiltiga konceptet. Först användes en elimineringsmatris för att grovsälla koncepten från den morfologiska matrisen. Elimineringsmatrisen gick till på så vis att alla lösningsförslag undersöktes med avseende på produktens huvudfunktion och de krav som etablerades i kravspecifikationen. Om lösningen inte motsvarade förväntningarna kraven ställde så elimineras den. Eliminering kunde även ske på andra premisser än kraven i kravspecifikationen, exempelvis att lösningen ej var praktiskt realiserbar eller att tillräckligt med information för att genomföra den saknades (Pahl, Beitz, Feldhusen & Grote, 2007).

Fortsättningen av sällningsprocessen gick ut på att reducera antalet kvarstående koncept efter elimineringsmatrisen till ett vinnande koncept. Detta gjordes med hjälp av Pugh-matriser, en iterativ process där det för varje iteration väljs ett referenskoncept som övriga koncept därefter viktas mot med avseende på utvalda kriterier. Kriterierna som användes för jämförelsen var krav och önskemål hämtade från kravspecifikationen.

Genom att avgöra huruvida koncepten var bättre, sämre eller lika bra som referenskonceptet kunde koncepten rangordnas från bäst till sämst (Lindstedt & Burenius, 2003). Efter ett antal iterationer med byte av referenskoncept för varje iteration konvergerade matriserna till samma rangordning av koncepten och ett vinnande koncept kunde utses.

3.2.2 Designgenerering

Till följd av att den mekaniska delen av det vinnande konceptet fastställdes upprättades en moodboard. En moodboard är ett kreativt verktyg i form av ett bildcollage i syfte att upprätta en viss känsla, tema eller atmosfär (Erlhoff, Marshall, Bruce & Lindberg, 2007). Moodboarden upprättades genom sammanfogning av flera bilder i ett bildcollage och känslan som skulle förmedlas grundade sig i vad som framkommit som betydelsefullt under kundundersökningen.

Efter sällning och val av vinnande koncept genomfördes designgenerering med fokus på dess utformning och design. För att kunna genomföra en systematisk designgenerering delades den hypotetiska utformningen upp i olika komponenter. Under designgenereringen fick gruppmedlemmarna i uppgift att skissa tänkbara utformningar för respektive komponent i omgångar om 30 minuter för att sedan sammanställa dessa i en gemensam skiss i syfte att jämföra de framtagna designidéerna. Det estetiska intryck som den framtagna moodboarden ska förmedlade låg sedan till grund för hur matberedarens design.

3.3 Vidareutveckling och analys

Efter att ett vinnande koncept valts vidareutvecklades och analyserades det. Dels konstruerades digitala modeller och fysiska prototyper över det valda konceptet. Parallellt med konstruktionsarbetet genomfördes feleffektsanalyser, materialval, en kostnadsuppskattning samt en miljöanalys i form av en ECO-audit.

3.3.1 Modellerings

För att visualisera och få en bättre överblick på hur det slutgiltiga konceptet skulle se ut användes CAD, *Computer-Aided Design*, inom programvaran *Catia V5* och *Inventor* som är digitala hjälpmedel och modelleringsprogram. Programmen användes för att underlätta konstruktions- och ritarbetet utan att producera produkten i verkligheten (Nationalencyklopedin, u. å.-a).

Den digitala modelleringen av konceptet delades upp i två delar; dess mekaniska del med de inre komponenterna och dess utformning i form av de yttre delarna. De ingående komponenterna modellerades i separata delar i *Catia V5* som sedan sattes ihop till en så kallad "assembly". För att utforma de mer avancerade mekaniska komponenterna användes *Inventor* och dess inbyggda funktioner för att underlätta processen. Genom att tilldela material till komponenterna kunde sedan det slutgiltiga konceptet visualiseras. Efter val av material så skedde en rendering av modellen med hjälp av *Catia V5*. Detta gjordes med syftet att skapa en realistisk bild för CAD-modellen och hur den ser ut i en relevant miljö.

I vidareutvecklingen av konceptet framtogs en prototyp i skala 1:1 för att testa användning och funktion. Utifrån den digitala modelleringen 3D-printades de ingående mekaniska komponenterna för att ge en indikation på hur rörelse och utväxling skulle fungera i verkligheten. Ett chassi och en vev tillverkades i Prototypplabbet, se Kapitel 1.4 *Avgränsningar*, för att komponenterna skulle kunna samverka och för att ge en känsla av hur mycket rymd produkten skulle ta upp vid exempelvis förvaring eller på köksbänken.

3.3.2 Feleffektsanalyser

Ett tillvägagångssätt för att förutspå och åtgärda problem rörande en produkts funktioner är att analysera dess feleffekter och orsaker. Metoden som användes kallas för feleffektsanalys av process, *Process Failure Mode Effect Analysis* (PFMEA), och presenterar bland annat en produkts funktioner, feltillstånd, orsaker och konsekvenser. Analysen bygger på att beräkna feleffektens riskprioritetsnummer (RPN) utifrån dess poängsättning för att sedan finna åtgärder som sänker RPN (Lindstedt & Burenius, 2003).

Poängsättningen av feleffekten delades upp i tre delar; sannolikhet att felet uppstår, dess allvarlighet och sannolikhet att upptäcka felet. Poängen gavs utifrån ett intervall mellan ett till tio som sedan multiplicerades för att ge riskprioritets-numret. Utifrån de beräknade RPN-värdena kunde feleffekten rangordnas i en prioritetsordning för vidareutveckling.

På liknande sätt som för en PFMEA genomfördes även en feleffektsanalys för produktens designaspekter. Metoden som användes kallas för *Design Failure Mode Effect Analysis* (DFMEA) och syftar till att identifiera produktens designfel och åtgärder. Till skillnad från en PFMEA presenterar denna feleffektsanalys produktens synliga komponenter, feltillstånd, orsaker och konsekvenser. De feltillstånd som presenteras väljs utifrån förutbestämda aspekter såsom tillverkning, användning, åldrande och miljö. Utifrån identifierade feltillstånd undersöks hur avvikelser rörande designens färg, textur och utformning kan uppkomma. Därefter jämförs relaterade komponenter för att identifiera ytterligare avvikelser (Lindstedt & Burenius, 2003).

Poängsättningen i denna feleffektsanalys utgick ifrån sannolikheten att avvikelsen kunde uppstå, hur mycket feleffekten störde designen och hur synlig avvikelsen var. RPN beräknades på samma sätt som gjordes för PFMEA dock utan att de sänktes.

3.3.3 Materialval

För att välja material till en produkt kan olika metoder användas. Ofta används antingen "Original design" som syftar till att skapa en helt ny produkt från noll och välja material som anses rimligt efter detta. En annan metod är att använda "Redesign" vilken utgår från en befintlig produkt och efter detta ändra material på det som inte anses uppfylla de krav som ställs på den produkt som ska tas fram (Ashby, Shercliff & Cebon, 2014).

I detta arbete användes främst metoden Re-design då arbetets syfte främst varit att utveckla en befintlig produkt. Efter en analys av referenslösningen kunde olika aspekter som var bra respektive i behov av förbättring fastställas. Från detta valdes vilka material som skulle behållas och de som önskades bytas ändrades. Ändringarna av material skedde bland annat genom att studera fler produkter på marknaden och även genom att använda databasen Granta för förslag på lämpliga material.

3.3.4 Eco-audit

I syfte att analysera hur referenslösningen respektive den av-elektrifierade matberedaren påverkade miljön genomfördes en miljöanalys av produkternas livscykel i termer om energikonsumtion vilket mäts i megajoule och koldioxidavtryck vilket mäts i kilogram koldioxid. Analysen utfördes med hjälp av verktyget *Eco-Audit* inom programvaran *Granta*. Ett verktyg som tar hänsyn till produktens material, tillverkning, transport, användning och kassering.

För att erhålla ett resultat fyllde verktyget med information om referenslösningens respektive matberedarens komponenter vilket inkluderade dess material, tillverkningsmetod, kvantitet och kasseringsmetod. Informationen för referenslösningens och matberedarens komponenter hämtades från den genomförda komponentlistan, se Bilaga C respektive fastställda materialval, se Bilaga D.

Vidare fastställdes transport av produkterna genom val av leveransfordon och vilka länder produkten kan tänkas fraktas till. Därefter fylldes verktyget på med information om produkternas effekt under användning. Efter inmatning av all nödvändig information skapades tabeller och grafer för att visualisera skillnaderna mellan produkternas energikonsumption och koldioxidavtryck.

3.3.5 Kostnadsuppskattning

För att beräkna kostnaden för att producera en mekaniskt driven matberedare gjordes en analys med hjälp av programvaran *Granta* som kallas *part cost estimator*. Denna beräknade både vad materialet kostade samt vilken kostnad som tillkom vid produktion. Detta gjordes genom att lista deras material för samtliga komponenter samt produktionsmetod för satsstorlekarna 1.000 komponenter respektive 10.000 komponenter. Genom att variera satsernas storlek kunde en skillnad i pris tas fram av *Granta*. Slutligen summerades samtliga komponentkostnader för att hitta maximal respektive minimal produktionskostnad.

4 Resultat av problemidentifiering

Följande kapitel behandlar problemidentifieringens resultat vilket lade grunden för konceptgenereringen och vidareutvecklingen av det vinnande konceptet. Kapitlet inkluderar marknadsundersökningen, analys av referenslösningen från KitchenAid, kunderundersökningen samt de krav och önskemål som dessa moment resulterat i. Övergripande har dessa moment varit viktiga för att undersöka behovet och efterfrågan på en av-elektrifierad matberedare.

4.1 Marknadsundersökning

Nedan redovisas resultatet av marknadsundersökningen för att ge en bild av hur olika elektriska matberedare fungerar och ser ut i prisklasserna; lågpris, mellanpris och högpris.

4.1.1 Lågpris

Först betraktades matberedare i den lägre prisklassen av vad som hittades på marknaden. Det prisspann som sattes för lågpris var mellan 599-999 kr. Att 599 kr var det lägsta priset berodde på att detta var det lägsta priset som fanns på marknaden för elektriska matberedare. Exempel på en matberedare i denna kategori ses i Figur 4.



Figur 4: Exempel på matberedare i kategori lågpris från Bosch. Återgiven med tillstånd.

Gemensamt för matberedarna inom denna prisklass var att de har en relativt begränsad kapacitet, behållaren för livsmedel varierade mellan 0.8 till 2.3 liter. Matberedarnas funktioner var begränsade till att endast ändra hastigheten mellan två lägen och dess effektivitet var relativt låg. Det fanns en viss variation bland erbjudna tillbehör. Alltså fanns få tilläggsfunktioner för att höja kundvärdet och därmed den emotionella responsen i denna prisklass.

Materialvalet för denna prisklass bestod matberedarna till stor del av plast vilket gav matberedarna en känsla av att inte vara särskilt tåliga. Formen för dessa matberedare var samtliga väldigt raka och kantiga.

4.1.2 Mellanpris

Denna prisklass innefattar varianter i intervallet 1000-2499 kr. Det övre priset 2499 kr valdes för att matberedare över den kostnaden har större prisskillnader för lika stora ökningar i kundvärde som för lågprisklassen. Exempel på matberedare i denna prisklass presenteras i Figur 5.



Figur 5: Exempel på matberedare i kategori mellan från KitchenAid. Återgiven med tillstånd.

Kapacitet, effekt och mängden tillbehör var generellt större, högre och fler än i lågpriskategorin. Volymen varierade mellan 1.5 till 3 liter. Munstyckena varierade mellan matberedarna, både i typ och antal, exempelvis fanns en citruspress, en smoothie blender samt ett extra matningsrör bland de olika matberedarna. Ytterligare en funktion som hade tillagts var möjligheten att finjustera hastigheten mellan flera olika lägen vilket kan vara en konsekvens av starkare motorer och ett därmed större spann att röra sig i vad gäller bladens rotationshastighet.

Likt lågpris-alternativen hade dessa matberedare många detaljer i plast men det fanns även inslag av metall vilket saknades i lågprisklassen. Generellt i denna kategori det att desto närmare maxbeloppet som matberedaren befann sig desto fler metalliska inslag tillkom. Formen av matberedarna för denna kategori var fortfarande mestadels raka men vissa inslag av avrundningar fanns. Jämfört med lågprisvarianterna var baserna, där elektroniken återfanns, ofta cylindriska med en cylindrisk behållare ovanpå.

4.1.3 Högpris

Vid analys av matberedare som tillhör den högre prisklassen var det uppenbart att de skiljde sig från billigare varianter i design, form och materialkvalitet. Analysen baserades på tre olika matberedare med ett pris högre än 2499 kr. Ett exempel på en matberedare i denna kategori kan ses i Figur 6.



Figur 6: Exempel på matberedare i kategori högpris från Bosch. Återgiven med tillstånd.

Likheter för matberedare i detta prisintervall var att samtliga matberedare erbjöd minst två olika behållare med olika volymkapacitet. Maxkapaciteten varierade mellan 3.7 till 3.9 liter. Ett stort antal tillbehör ingick vilket medförde att fler funktioner tillkom. Exempelvis tillkom degredskap, ballongvisp, citruspressar och skärskivor. Samtliga matberedare var mer kraftfulla och hade fler steg i dess hastighetsreglage vilket medförde att användaren kunde justera hastigheten mer noggrant.

Vidare kunde likheter mellan valda material noteras, exempelvis fanns en metallisk trend hos samtliga varianter. Kombinationen av rostfritt stål och tritanplast, en sorts copolyester plast, som både var estetiskt tilltalande och förmedlade en lyxig uppfattning som förhöjde det estetiska intrycket. Utformningen och sammankomsten av olika komponenter var integrerade på ett smidigare sätt vilket bidrog till föreställningen om en mer komplex design. Produkterna inom prisgruppen hade gemensamt den mer varierande konturen. Däremot medförde dessa faktorer en ökning i både storlek och vikt. Dock var samtliga produkter modulariserade på ett sätt som bidrog till att användaren enkelt kunde plocka isär behållare och tillbehör för enklare underhåll.

4.2 Analys av referenslösning

I följande avsnitt presenteras resultatet av analysen av den valda referenslösningen. Detta gav en utgångspunkt till en framtida jämförelse mellan den elektrifierade och av-elektrifierade matberedaren.

4.2.1 Beskrivning av referenslösning

Den valda referenslösningen var en matberedare från varumärket *KitchenAid*. Den var modulariserad till den grad att det fanns flera tillbehör, vilket gjorde att den kunde utföra flera olika funktioner (KitchenAid, u. å.). Till exempel kunde den både riva och hacka vilket gjordes med en roterande skiva respektive roterande knivar. I Bilaga E kan specifikationer för referenslösningen ses. Referenslösningen visas i Figur 7.



Figur 7: Referenslösning från KitchenAid. Återgiven med tillstånd.

Priset på referenslösningen var 1799 kr, gick att beställa i fem olika färger och den bestod mestadels av plast med mindre inslag av rostfritt stål. Priset, som tillhör mellanprisklassen, förväntades ge en produkt med en mer estetiskt och ett mindre plastigt intryck vilket inte var fallet för denna lösning. Materialvalet för skålen var tritanplast som både kunde användas för matlagning och kunde diskas i en diskmaskin.

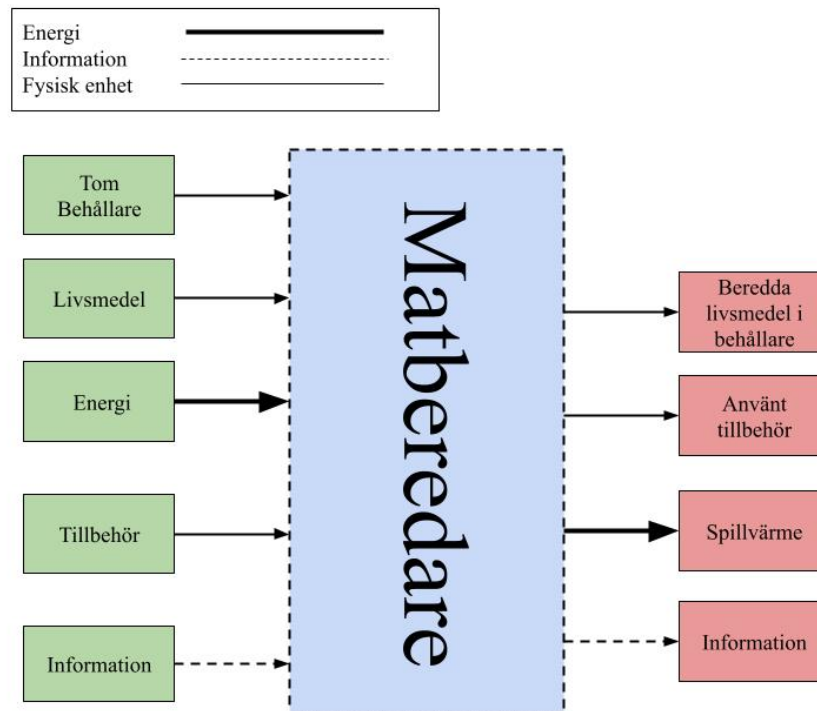
Visuellt sett var referenslösningens utformning, valda färger och material likartat med de inventerade lösningarna från marknaden. Locket var integrerat med matningsröret vilket medförde att det uppstod en risk för spill vid användning då det inte följde med ett mindre lock för att försluta hålet ifall man inte använde pressen i matningsröret. Vidare rymde referenslösningen upp till 1.7 liter och gick att säkra med en låsfunktion av metall på skålens utsida. Produktens mått hade en höjd på 390 mm. Ännu ett viktigt mått var referenslösningens bruttovikt som låg på 3.9 kg. Resterande specifikationer går att se i Bilaga E.

En designaspekt var att bottendelen som håller elektroniken var större än behållaren som maten skulle beredas. Detta innebar ineffektivt utnyttjande av utrymme för matberedaren. Referenslösningens gränssnittsdesign lämnade mycket att önska för att ge användaren en bättre känsla. De manöverdon som fanns var två hastighetsknappar samt en knapp för både pulsfunktion och avstängning. De två knapparna som reglerade hastigheterna trycktes in en gång vilket ledde till att centrumdelen sedan roterade med konstant hastighet. För att tydliggöra vilken hastighet som var aktiverad användes lampor på knapparna som informa-

tionsdon. För att stänga av dessa funktioner användes antingen samma knappar eller knappen *puls/off*, om matberedaren redan var avstängd och knappen *puls/off* trycktes in ledde det till att centrumdelen roterade.

4.2.2 Blackbox och funktionsstruktur av referenslösning

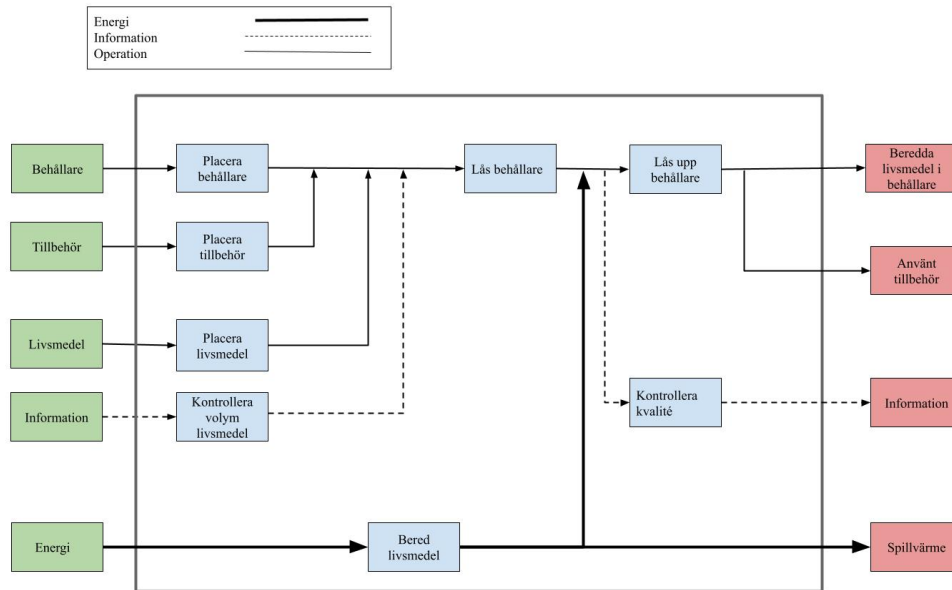
I Blackbox-modellen kan man se vad som går in respektive ut ur matberedarens systemgräns, in- och utflöden bestod av processens material, energi och information vilket kan ses i Figur 8.



Figur 8: Referenslösningens blackbox-modell. Författarnas egna bild.

Black box-modellen gav information om vad som krävdes för att driva en matberedare och modellen förblev densamma för den av-elektrifierade varianten eftersom samma in- och utflöden skulle hanteras. Skillnaden blev dock i energiflödet då detta gick från elektricitet till handkraft.

Vidare genomfördes en hypotetisk funktionsstruktur vilket kan ses i Figur 9. Likt black box-modellen bevarades även funktionsstrukturen för den kommande av-elektrifierade matberedaren.



Figur 9: Funktionsstruktur. Författarnas egna bild.

I figuren ovan kan man se matberedarens funktioner och hur de förhåller till sig varandra med hjälp av pilar. Analysen av huvudfunktionerna resulterade i att olika delfunktioner kunde delas in i relevanta huvudområden för att uppnå en av-elektrifierad matberedare. Detta innebär att beredningen av livsmedel behövde lösas genom en viss rörelse då elektricitet blev uteslutet.

Analys av funktionsstrukturen gav ytterligare fokusområden samt uppdelning av huvudfunktionen. Detta innebär att de elektriska komponenterna ersattes med en dynamisk lösning. De identifierade fokusområden och delfunktionerna blev rörelse, överföring av rörelseenergi, rotationsalstring, utväxling och stabilitet. Huvudfunktionen *bereda livsmedel* löstes genom att införa en viss rörelse som delades upp i sammankopplade delfunktioner vilket motsvarar överföring av rörelseenergi, rotationsalstring och utväxling. Området som rörde produktens stabilitet infördes med anledning av att lösa ett potentiellt problem som uppkom vid diskussion kring dess ökade rörlighet vid användning.

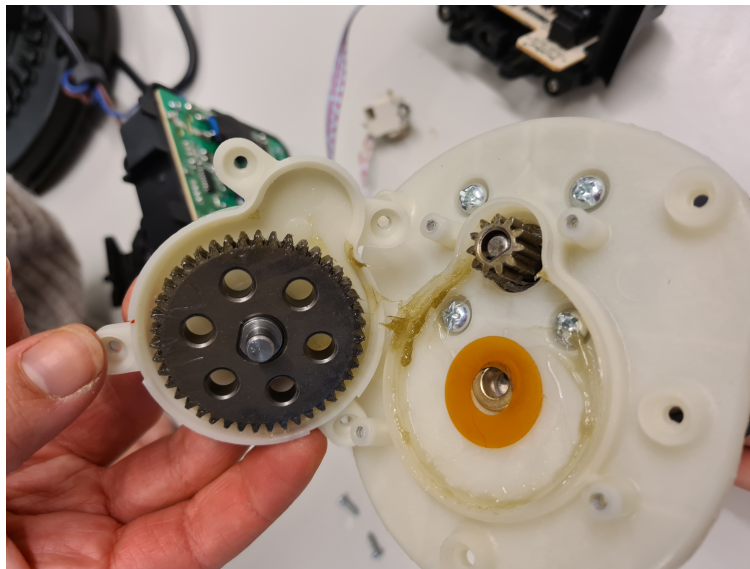
4.2.3 Komponentlista och demontering

Referenslösningens särplockade komponenter placerades likt en sprängskiss och numrerades från första till sista demontering, vilket kan ses i Figur 10.



Figur 10: Numrerad sprängskiss av referenslösning. Författarnas egna bild.

Eftersom referenslösningen var elektrisk studerades mekanismen där den elektriska energin omvandlades till rörelseenergi och vilka de viktigaste mekaniska komponenterna var som samarbetade för att göra det möjligt att driva matberedaren. I detta fall användes en PMDC motor för att skapa rotation. En axel ansluten till motorn var i sin tur kopplad till en kuggväxel som skulle växla dess rotationshastighet vilket kan ses i Figur 11 nedan. Kuggväxeln användes för att öka rotationshastigheten in i matberedaren, se 2.5 *Mekaniska komponenter*. Från denna analys togs inspiration om vilka mekaniska komponenter som användes, så som exempelvis kuggväxeln i Figur 11, med till idégenereringen.



Figur 11: Kuggväxel inuti referenslösning. Författarnas egna bild.

Vidare placerades varje komponent och motsvarande numrering i en komponentlista. I denna ingick namn på komponenten och dess motsvarande nummer i sprängskissen, kvantitet, material och vikt. Detta kallas för en *Bill Of Materials* (BOM) och kan ses i Bilaga C.

4.3 Kundundersökning

I nedanstående kapitel presenteras de erhållna resultaten från enkätundersökningen och intervjuerna som genomfördes i syfte att få information om hur användare förhåller sig till en av-elektrifierad matberedare.

4.3.1 Resultat från enkätundersökning

Av enkätundersökningen, se frågorna i Bilaga A, framgick det att de flesta använde sin matberedare antingen några gånger i månaden eller mer sällan, men generellt hade matberedaren använts oftare om den var lättare, smidigare och snyggare samt om den hade haft fler funktioner. De funktioner som nyttjades i störst utsträckning av deltagarna var att hacka, skiva, blanda, knåda och riva sin mat. 95% av de som deltog hade en elektronisk matberedare idag och de vanligaste tillverkarna var Bosch och Philips.

Problemen som deltagarna ansåg framstående med den matberedare de hade hemma idag var framförallt att den tar mycket plats, var svår att diska samt att dess ljudnivå var för hög. Ingen upplevde att elförbrukningen var ett problem med matberedaren men drygt hälften av de som deltog hade ändå velat minska sin elkonsument i köket. En möjlighet att byta ut den elektriska matberedaren mot en av-elektrifierad ansågs vara intressant om den hade varit mer hållbar eller mer effektiv. Även designen och känslan av hantverk hade ökat intresset av ett av-elektrifierat alternativ.

De användare som menade att den inte fanns någon efterfrågan på ett handdrivet alternativ ansåg att en elektrisk matberedare var mer tidseffektiv och hade högre prestanda gentemot ett av-elektrifierat alternativ, dessutom ville de slippa att anstränga sig fysiskt i matlagningen. Detta innebär att av-elektrifierad matberedare alltså bör uppnå en effektivitet som är jämförbar med den elektriska varianten utan att det ska vara särskilt fysiskt ansträngande för att även attrahera kunder som dessa.

4.3.2 Resultat från intervjuer

I Tabell 1 presenteras en sammanställning av resultaten som framkom under intervjuerna. Sammanställningen inkluderade de sex olika ämnena som behandlades under intervjuerna och de viktigaste resultaten som erhöles för var och ett av dessa. För en detaljerad sammanställning av vad som tillfrågades deltagarna, se Bilaga F.

Tabell 1: Intervjusammanställning.

Ämne	Resultat
Utformning	• Matberedaren ska kännas bekant • Synligt visade funktioner • Funktionalitet, utseende och storlek ska samspela
Färg	• Stora ytor i neutrala färger • Detaljer får mer än gärna sticka ut • Är det en produkt man är stolt över så är det tvärtom • Färgen ska inte framhäva smuts, fläckar och damm • Kunden bör få välja färg
Material	• Funktion ska styra materialval • Naturmaterial skapar hållbarhetskänsla men hur väl uppfyller det funktion • Rostfritt stål eller dylikt är snyggt men lätt smutsigt
Storlek	• Arbetsvolymen får inte vara för liten, då är det mer värt att använda kniv eller rivjärn • Mellanstorlek (20x20x20) var populärast då den var lätthanterlig, bör uppfylla alla funktioner • En större variant vinner alltid i hur mycket mat som kan beredas
Vikt	• Lätt vikt innebär lätt förflyttning • Tyngd kan innebära kvalité om det görs rätt • Måste vara och kännas stabil • Väger matberedaren över 5 kg så börjar förflyttning bli obehaglig
Mekanism	• Naturligt att: - Vrida - Röra runt - Veva (horisontellt och vertikalt) - Dra i rep • Inte naturligt att skaka, klämma, trampa och trycka.

Som tabellen ovan visar framkom en rad viktiga användarsynpunkter under intervjuerna. Något som var synnerligen viktigt för detta arbete var de synpunkter som behandlade mekanismen, eftersom det huvudsakliga fokuset var att ersätta en motor med handkraft. Som går att utläsa framgick det exempelvis att vevande och rörande mekanismer uppfattades som naturliga, medan exempelvis skakande och tryckande ej gjorde det.

4.4 Identifierade krav och önskemål

Baserat på sammanställningen av kundundersökningen togs en kravlista med kundkrav fram. Kraven utgjorde varför kunden hade valt en av-elektrifierad matberedare och anledningar till varför de skulle använda köksverktyget mer frekvent. De huvudsakliga kraven var att matberedaren skulle ta mindre plats, ha en lägre ljudnivå, vara enklare att rengöra, billigare, mer hållbar, lättare, smidigare och ha en högre produktupplevelse.

Från marknadsundersökningen kunde även andra krav formuleras inom områden som funktion, prestanda, energiförbrukning och kostnad. Ytterligare krav på hållbarhet, hållfasthet, ergonomi, säkerhet och moduläritet etablerades utifrån de grundläggande förväntningar som finns på produkten. Kraven sammanställdes i en kravspecifikation där samtliga krav och önskemål i de olika delarna av produkten och dess processer listades och kvantifierades. Se kravspecifikationen i sin helhet i Bilaga B.

5 Resultat av konceptgenerering

Detta kapitel har till syfte att klargöra resultatet av konceptgenereringen för en av-elektrifierad matberedare. Detta inkluderar konceptgenerering och sållning till ett vinnande koncept, med avseende på både mekanism och design.

5.1 Idégenerering

I det första steget av konceptframtagningen gjordes en idégenerering. Arbetet avgränsades till att främst fokusera på att byta ut de elektriska komponenterna och dess överföring till rotation i matberedaren i enlighet med Re-principen *Re-form* (Lindstedt & Burenius, 2003). De komponenter som redan var icke-elektroniska och som ansågs kunna behållas även i en av-elektrifierad matberedare behölls i enlighet med Re-principen *Re-use*. Exempelvis låsfunktionen för skålen (33 i Bilaga C) till chassit skulle bevaras och valdes därför att inte vidareutvecklas mer ingående. Vidare fastställdes även att fäste för munstycken (38 i Bilaga C) samt munstycken behölls (43-48 i Bilaga C) från referenslösningen.

Utifrån referenslösningens konstruktion och vad som önskades utvecklas för den av-elektrifierade matberedaren fastställdes det att delsystemet som först genomgick idégenerering var *skapa rotation*. De delfunktioner som antogs krävas i en handdriven matberedare var rörelse, överförare, rotationsalstring och växling. Dessa delfunktioner interagerar med varandra för att skapa rotationen i matberedaren. I och med att det antogs att matberedaren kommer utsättas för mer påfrestningar ställdes därmed högre krav på dess stabilitet vilket alltså medförde att delfunktionen *stabilitet* återfinns i idégenereringen. Resultatet från idégenereringen för delfunktionerna presenteras i Figur 12 och vad delfunktionerna innebar mer konkret beskrivs nedan.

Rörelse beskrev vilken interaktion användaren hade med matberedaren och syftade alltså främst till vilken fysisk rörelse användaren utförde för att driva matberedaren. Denna delfunktion studerades även under intervjudelen av projektet men i denna fas av arbetet beaktades inte detta utan alla idéer sammanställdes för att sedan bli kritiskt granskande i elimineringen.

Överförare beskrev de mekaniska komponenter som kopplas samman med användarens rörelse. Dessa hade praktiskt en begränsning eftersom inte alla överförare kunde användas beroende på rörelse. Till exempel kunde inte en ballong användas för att utföra rörelsen veva men den skulle kunna användas för att pressa och klämma.

Rotationsalstring beskrev möjligheten att alstra rotation eller dämpa den med hjälp av olika delsystem. Denna delfunktion klargjorde hur överföraren som beskrevs ovan kopplades samman med ytterligare en mekanisk komponent för att skapa en rörelse.

Växel beskrev hur matberedaren skulle växla för att generera en snabbare rotation av axeln i skålen än den som användaren tillförde med hjälp av delfunktionen rörelse.

Stabilitet beskrev hur matberedaren skulle stå stilla även vid användning då det från intervjuerna i Kapitel 4.3.2 framkom att var viktigt att konceptet stod stabilt vid användning.

<u>Överförare</u>	<u>Rörelse</u>	<u>Rotationsalstring</u>	<u>Stabilitet</u>	<u>Växling</u>
Lina	Veva	Spiralfjäder	Sugpropp	Kuggväxel
Vev	Pumpa	Sytrådsrulle-mekanism	Vikter	Remväxel
Pinna	Trycka	Torsionsfjäder	Limma fast	
Rep	Trampa	Drivfjäder	Skruva fast	
Dragkedja	Hålla	Kastspö	Friktion	
Kedja	Sparka	Inget	Separat fäste	
Cykelkedja	Piska	Kuggghjul	Monterad	
Ratt	Dra	Rullningslager	Hänga på vägg	
Spak	Blåsa	Glidlager	Handhållen	
Ballong	Springa		Tygfötter	
Hamsterhjul	Hacka		Gummifötter	
Knapp	Dra		Hänga från tak	
Handtag	Skaka		Krokar	
Axel	Klämma			
Balk	Hoppa			
Dyna	Vrida			
	Banka			
	Pressa			
	Kasta			

Figur 12: Dellösningar från brainstorming. Författarnas egna bild

5.2 Sällning av koncept

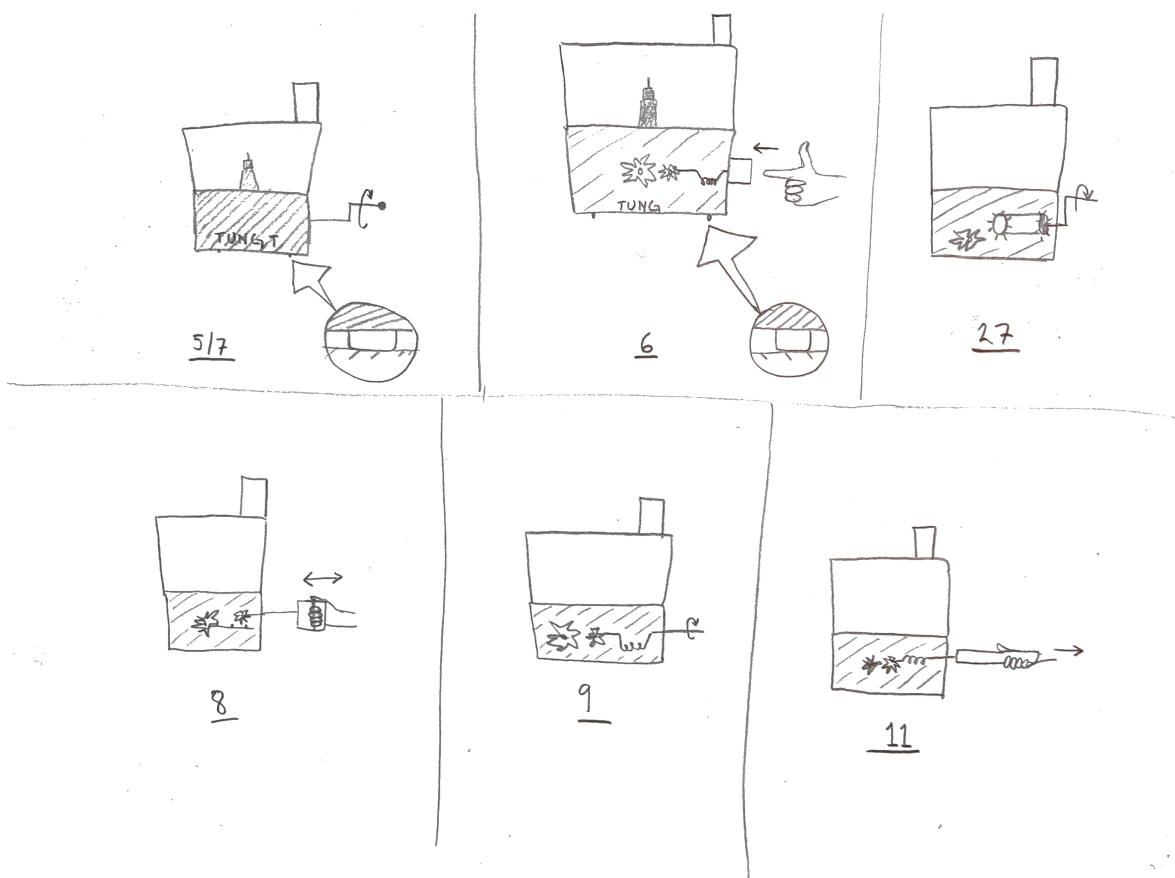
Efter idégenereringen skapades helhetslösningar genom att kombinera de olika dellösningarna i en morfologisk matris. Den morfologiska matrisen fylldes med både delfunktioner såsom exempelvis *överföra energi* och *skapa rotation* samt potentiella idéer som löser dessa vilka kan ses i Bilaga G. Resultatet av korsbefruktningen gav en konceptkatalog med 38 manuellt valda helhetslösningar som återfinns i Bilaga H. Eftersom 38 koncept ansågs vara för många att hantera manuellt behövde dessa sällas vilket presenteras i detta kapitel. Detta gjordes i tre steg; med en elimineringsmatris, genom ihopsättning av helhetslösningar samt med Pugh-matriser.

5.2.1 Elimineringmatris

Helhetslösningarna i konceptkatalogen infogades i en elimineringsmatris som skapades med hjälp av relevanta elimineringskrav samt utvalda krav från både intervjuerna och kravspecifikationen, exempelvis gällande livslängd och användning. Varje helhetslösning analyserades med hänsyn till de valda elimineringskraven och därefter beslutades om den gick vidare till nästa steg. Detta resulterade i att 12 av 38 koncept gick vidare för fortsatt granskning vilket kan ses i Bilaga I.

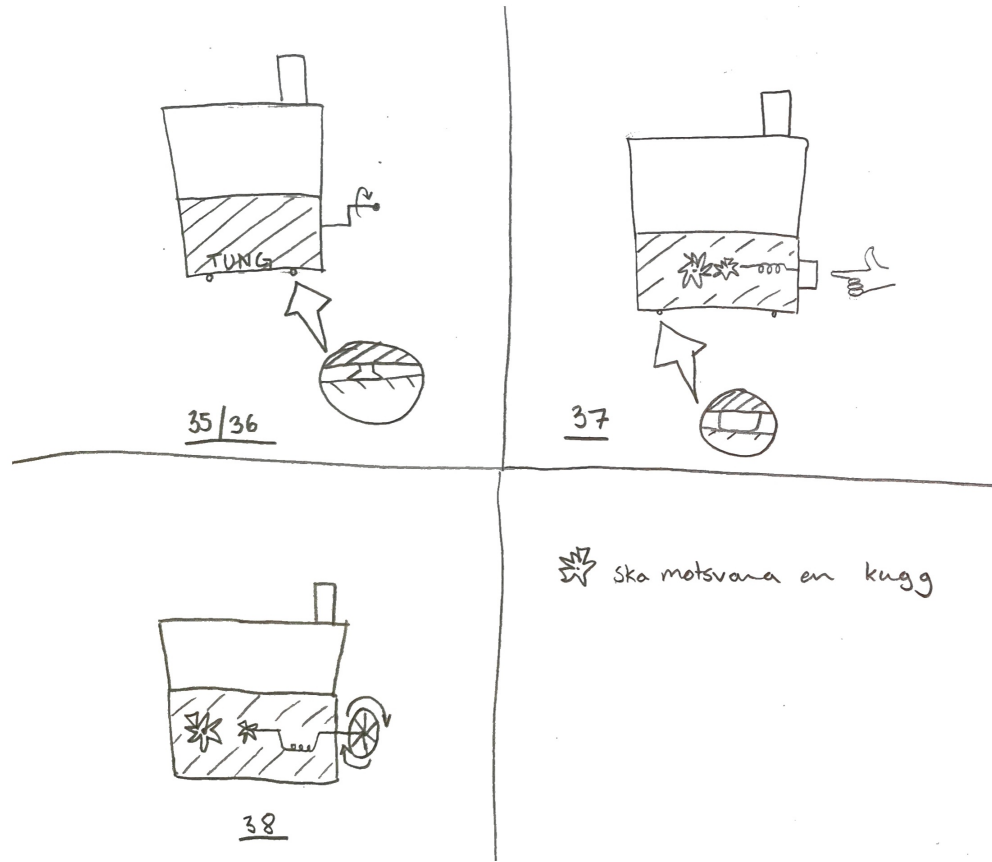
5.2.2 Ihopsättning av helhetslösningar

De 12 koncept som återstod efter elimineringsmatrisen granskades med avseende på delfunktioner. Detta gav upphov till att likheter upptäcktes mellan vissa helhetslösningar, exempelvis var lösningen för funktionen *stå stabilt* det enda som skiljde sig åt mellan koncept 35 och 36, vilket var en anledning till att dessa sattes ihop till koncept 35/36. På liknande sätt granskades resterande helhetslösningar för att potentiellt sätta ihop liknande koncept till ett. Därefter skapades en ny katalog som inkluderade de ihopsatta helhetslösningarna, se Bilaga J. De koncept som infogades i den nya konceptkatalogen skissades upp för att ge en tydligare bild av de skilda funktionerna. Koncept 5/7, 6, 27, 8, 9 och 11 kan ses i Figur 13 nedan.



Figur 13: Skisser på koncept (I). Författarnas egna bild

I figuren ovan visualiseras enbart matberedarens potentiella mekanism vilket är anledningen till att chassit, skålen och matningsröret är utformade på liknande sätt. Exempelvis i skissen för både koncept 5/7 och 6 är syftet med zoomeffekten att visualisera att material av hög friktion används. Skisser på de resterande koncepten kan ses i Figur 14.



Figur 14: Skisser på koncept (II). Författarnas egna bild

I figuren ovan visar zoomeffekten i skissen för koncept 35/36 däremot att den använder sugproppar för att öka matberedarens stabilitet därav en annan design.

5.2.3 Pugh-matriser

De 10 koncept från den nya konceptkatalogen infogades i en Pugh-matris tillsammans med elimineringskrav från elimineringsmatrisen. I den första Pugh-matrisen valdes referenslösningen från KitchenAid som referens vid jämförelsen. Resultatet från den första Pugh-matrisen visade att alla framtagna koncept presterade bättre än referenslösningen. Dessutom rangordnades koncepten utifrån deras poängsättning vilket kan ses i Bilaga K. Detta visade att koncept 11 och 35/36 delade första plats i rangordningen medan koncept 9, 37 och 38 låg sist.

Utifrån den givna rangordningen från den första Pugh-matrisen valdes referensen till nästa Pugh-matris vilket ansattes till koncept 9 då den presterade märkbart sämre än resterande koncept. Vid analys av koncepten skiljde resultatet från den första med resultatet från den andra Pugh-matrisen. De flesta koncept presterade bättre än referensen förutom referenslösningen och koncept 33. Däremot fick många koncept låga värden trots att de presterade bättre än referensen, exempelvis fick både koncept 11, 37 och 38 net-värdet 1. Koncept 35/36 fick återigen ett högt värde och delade första plats med koncept 5/7 och 27 vilket kan ses i Bilaga L.

Koncept 35/36 valdes som referens i nästa Pugh-matris för att se om andra koncept skulle kunna prestera bättre än denna då konceptet delat första plats i både den första och andra Pugh-matrisen. Resultatet av jämförelsen av resterande koncept med referensen 35/36 visade att samtliga presterade sämre då alla hade

negativa net-värden vilket kan ses i Figur 15.

Pughmatris 3											
CHALMERS											
Kandidatgrupp IMSX15-22-18		Skapad: 2022-03-03 Modifierad:									
Krav											
	Ref	5/7	6	8	9	11	27	33	35/36	37	38
Uppfyller funktionskraven	-	0	0	0	0	0	0	0	R E F E R E N S	0	0
Livstid (> 3 år)	-	0	-	-	-	-	0	-		-	-
Användarvänligt enligt användarstudie*	+	0	+	0	-	-	0	-		+	0
Passa i bestämd miljö	-	0	0	0	0	0	0	0		0	0
Stabilt underlag	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Inga påfrestande rörelser	+	0	+	0	-	-	0	-		0	0
Utformning enligt kravspec	-	0	0	0	0	0	0	0		0	0
Modulär design	-	0	-	-	-	-	0	-		-	-
Enkel mekanism	-	0	-	0	-	0	0	0		-	-
Säker att använda	-	0	0	0	0	-	0	-		0	0
Tillräcklig information	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
Σ+	2	0	2	0	0	0	0	0	S	1	0
Σ 0	1	10	5	8	5	5	10	5		6	7
Σ -	8	1	4	3	6	6	1	6		4	4
Net värde	-6	-1	-2	-3	-6	-6	-1	-6		-3	-4
Rank	5	1	2	3	5	5	1	5	Ja	3	4
Vidareutveckling	-	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej		Nej	Nej
Beslut	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-

Figur 15: Pugh-matris 3.

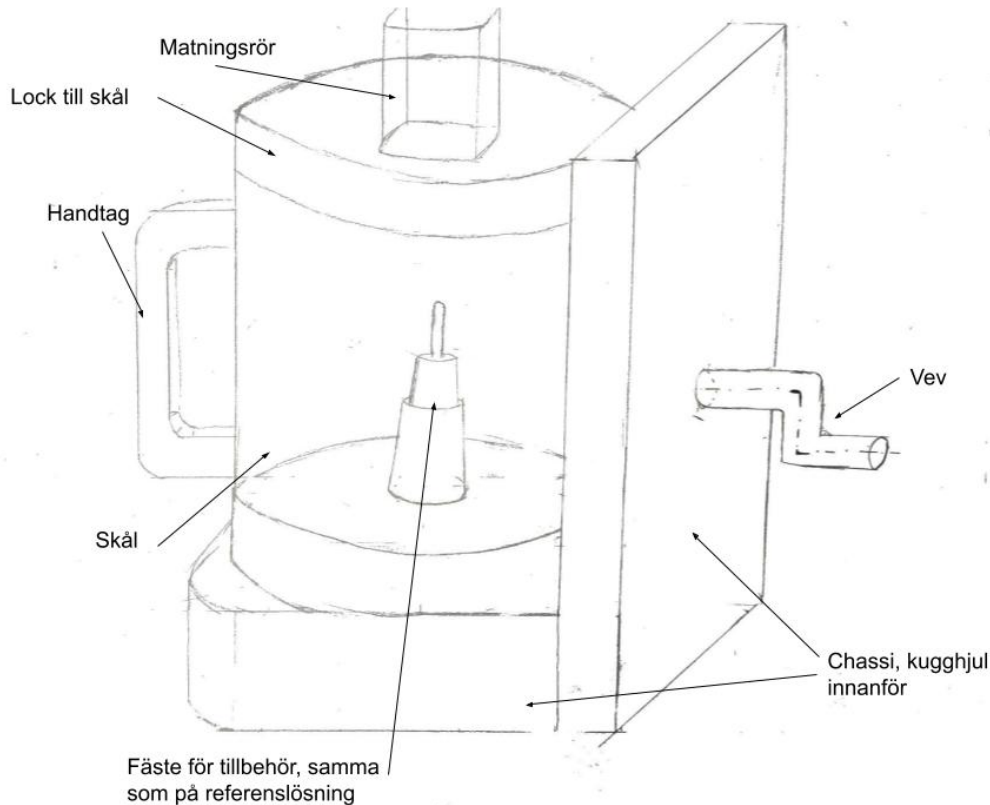
De koncept som presterade bäst vid jämförelse med koncept 35/36 som referens var koncept 5/7 och 27 med högst rangordning. Både koncept 5/7 och 27 hade återkommande höga värden vilket föranledde till att dessa, tillsammans med koncept 35/36 togs vidare i utvecklingen. Detta markerades med ett *Ja* i Pugh-matrisen.

5.3 Slutgiltigt koncept

De tre koncepten som återstod efter Pugh-matriserna hade flera gemensamma egenskaper, *veva*, *inget* (direkt rotationsöverföring), *kuggväxel* och *vikt*. Alla koncepten baserades på att användaren vevar något redskap, horisontellt eller vertikalt, för att kunna generera en roterande rörelse som sedan genom kuggväxlar roterar matberedarens munstycken. *Vikten* representerade en tyngd som specifikt integrerades i konstruktionen för att göra den mer stabil.

Koncept 27 eliminerades på grund av att det hade en cykelkedja för att överföra energi, något som upplevdes som en inbördes komponent och svårt att visualisera som en komponent som interagerade mellan människa och mekanism. Vidare eliminerades även koncept 35/36 eftersom att sugproppar kunde minska användarvänligheten. Det ansågs lika viktigt att matberedaren skulle vara lätt att flytta runt horisontellt när matberedaren var uppe på arbetsbänken samt vertikalt in och ut från eventuell förvaring som att det ska vara stabilt under användning. Koncept 5/7 blev på grund av detta det slutgiltiga konceptet.

Konceptet har *veva*, *vev*, *inget* (direkt rotationsöverföring), *kuggväxel*, *vikt* och *friktion/gummifötter* som lösningar på delfunktionerna. En skiss av det preliminära konceptet visas i Figur 16.



Figur 16: Skiss av slutgiltigt koncept innan vidareutveckling. Författarnas egna bild.

Utifrån definitionen av en matberedare, se 2.1 *Vad är en matberedare?*, och Re-principen Re-use, se 3.2.1 *Re-principerna*, och krav på höjd, se Bilaga B *Kravspecifikation*, placerades veven på sidan av produkten eftersom matningsröret placerades på locket av behållaren. Överföringen av energin kommer därmed att ske genom att användaren roterar en vev vertikalt. Genom att en kuggväxel kopplades till veven kunde en utväxling ske mellan användarens och matberedarens rotationshastighet.

Matberedaren skulle vara så liten som möjligt utöver vad som krävdes för mekanismens storlek, behållarens kapacitet och ergonomin för användaren, se Bilaga B *Kravspecifikation*. För att möjliggöra att användaren själv ska kunna välja om vevrörelsen ska vara till höger, vänster eller framför sig begränsades matberedarens höjd också av att personens hand inte skulle kollidera med arbetsytan. Till följd av detta bestämdes det också att det ska finnas en möjlighet att ha knivar och andra munstycken i båda rotationsriktningarna.

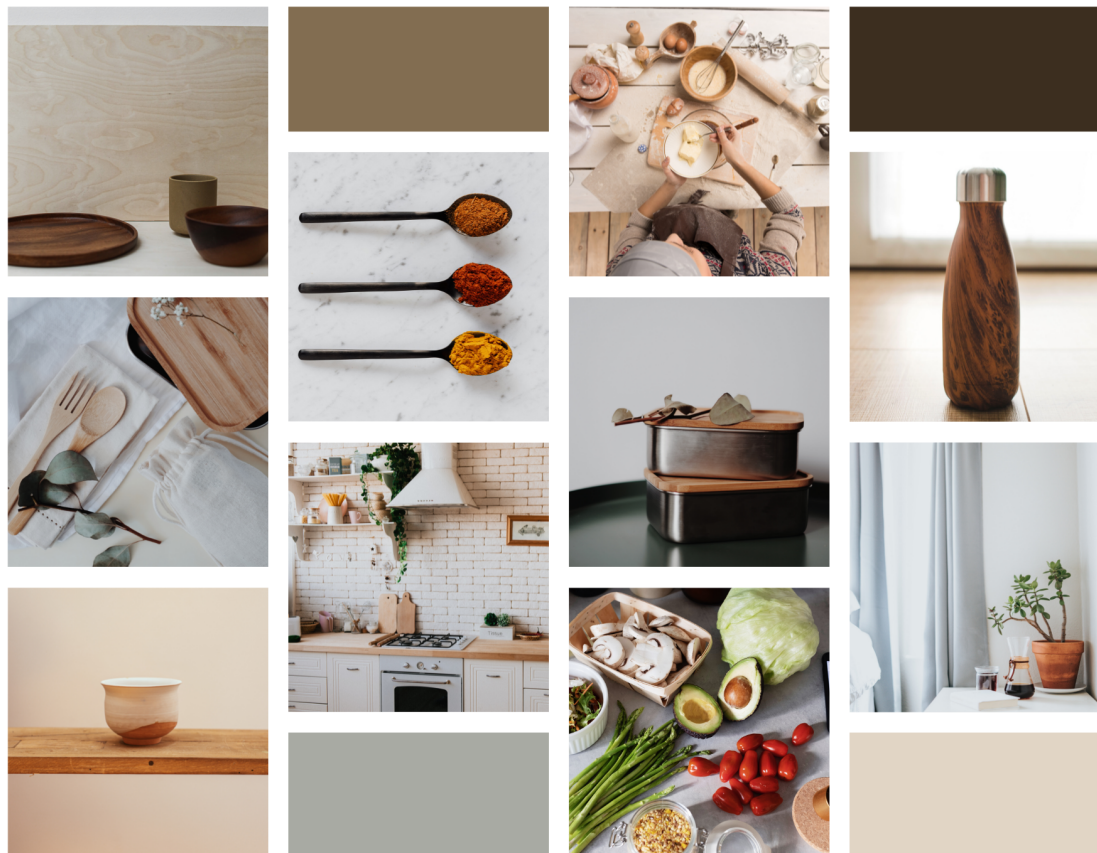
Den vikt som inte genererades av komponenterna i mekanismen valdes att tillföras genom eventuell vikt i bottenplattan, för att flytta tyngpunkten närmare arbetsbänken. Bottenplattan bestämdes att vara täckt av ett material som ökar friktionen mellan matberedaren och arbetsytan.

5.4 Designgenerering

En matberedare förmedlar genom sin design någon form av uttryck och i detta kapitel presenteras resultatet för hur detta bestämdes. Främst betraktades olika komponenter på matberedarens former och hur de skulle kunna se ut och detta sammanställdes i skisser. Bland annat betraktades handtag, utformning av skålen och design av chassi för matberedaren. Chassit påverkades av den mekaniska designen som presenteras nedan.

5.4.1 Moodboard

Produkten skulle förmedla moderna, minimalistiska och hållbara intryck vilka blev utgångspunkterna vid valet av bilder till moodboarden nedan. De färger som valdes bygger på de svar som erhöles från kundundersökningen samt känslan som produkten ska förmedla till användaren. Specifika färger förknippas med specifika känslor och i detta samband brukar jordnära färger såsom beige, brunt och grönt förknippas med hållbarhet och modernitet vilket föranledde valet av färgerna. Moodboarden kan ses i Figur 17.



Figur 17: Moodboard. Bilder återgivna med tillstånd.

De metalliska inslagen infördes i collaget i figuren ovan för att förmedla en känsla av att produkten är modern samtidigt som den är hållbar. Dessutom inkluderades bilder på både livsmedel och användning av en visp för att visualisera produktens användningsområden och samtidigt skapa en behaglig produktupplevelse.

5.4.2 Mekanisk design

Enligt specifikationerna på referenslösningen, se Bilaga E, hade den ett varvtal på 750 - 1500 varv per minut. För att användaren inte skulle behöva veva med samma varvtal i det slutgiltiga konceptet fastställdes att en utväxling behövdes. Eftersom veven skulle vara placerad på sidan av matberedaren, behövde även

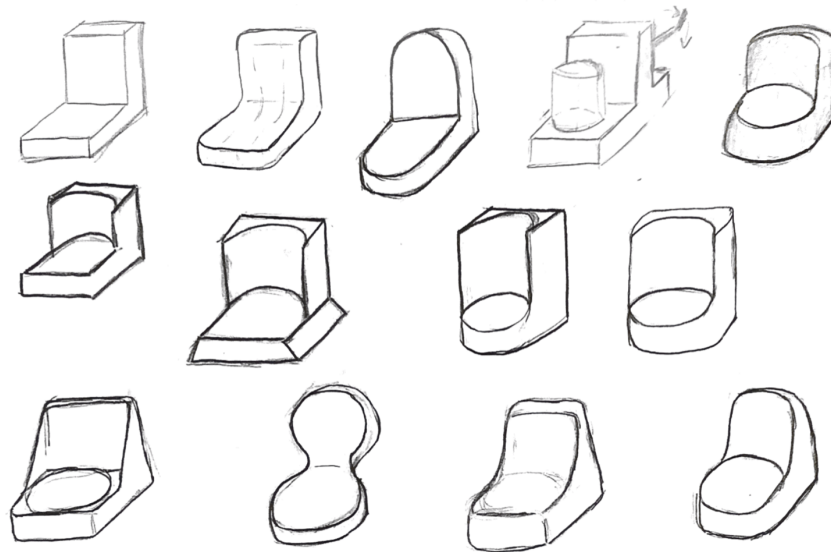
rotationen omvandlas från en vertikal till en horisontell rörelse. Det finns många sätt att uppnå det på, exempelvis med en skruvhjulsväxel, en hypoidväxel eller en konisk växel (Mägi, Melkersson & Evertsson, 2017). Hur dessa kugghjul samverkar begränsades av de krav som fanns på storlek, komplexitet och ergonomi, se *Kravspecifikation* i Bilaga B.

För att ta hänsyn till krav gällande ergonomi samt att användarens hand inte ska kollidera med arbetsytan, se 5.3 *Slutgiltigt koncept*, utfördes ett antal användarstudier för att bestämma vilken vevradie som kändes mest bekväm. Personerna som deltog fick imitera att veva med hjälp av en penna på en tavla. Testet genererade ett antal cirklar där en medelradie kunde tas fram på ungefär 10-12 cm.

Längden på vevradien var också hävarmen för momentet som kom att genereras av användaren. Ekvation 2 visar förhållandet mellan moment, kraft och hävarmen (vevradien), vilket innebär att ju kortare hävarm matberedaren hade desto mer kraft kom användaren att behöva använda för att uppnå samma moment. Effekten, enligt Ekvation 3, som konceptet kommer generera kommer troligtvis vara lägre än referenslösningens effekt, se Bilaga E, men avvägningen gjordes att användarvänligheten prioriterades framför att försöka uppnå samma effekt.

5.4.3 Chassi

Matberedarens chassi täcker den mekaniska konstruktionen och möjliggör att behållaren kan placeras stabilt. Utformningen och designen av chassit gav matberedarens helhetsintryck och var den största bidragsfaktorn till dess estetiska intryck. Designgenereringen, se Figur 18, utgick från information från intervjuerna, se Kapitel 4.3.2 *Intervjuer*, tillhörande krav, se Bilaga B samt att designen ska integrera med samtliga andra komponenter på ett naturligt sätt.

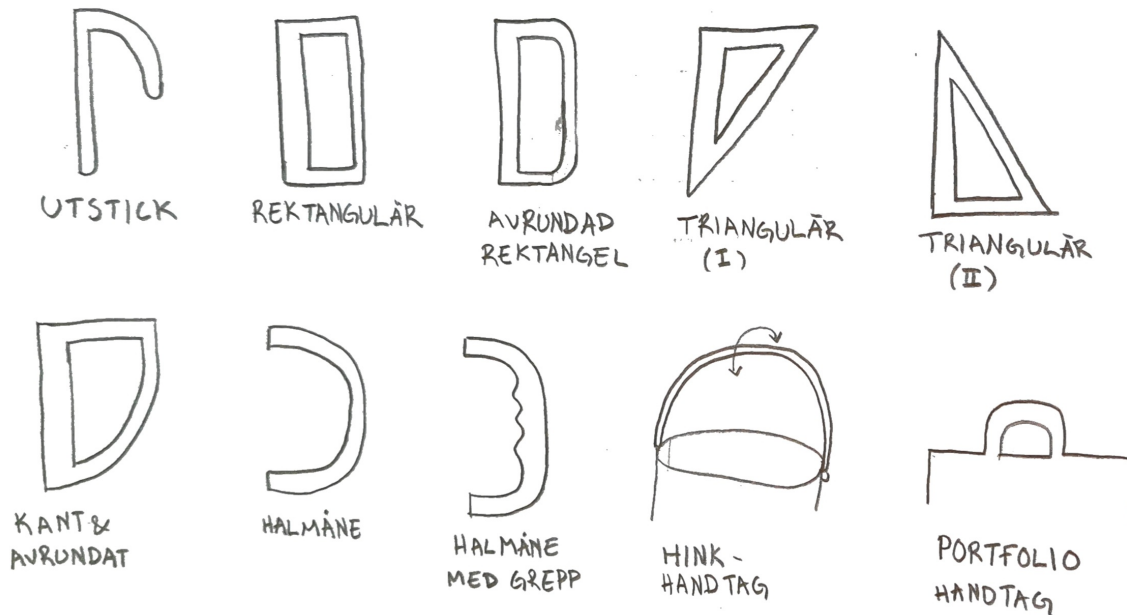


Figur 18: Designgenerering av chassi. Författarnas egna bild.

I figuren ovan presenteras sammanställningen av de potentiella designerna av chassit. Den utformning som blev utvald var tredje skissen i sista raden, sett från vänster. Anledningen till att detta chassi valdes var att den ansågs uppfylla krav och önskemål från kund och kravställare.

5.4.4 Handtag på behållare

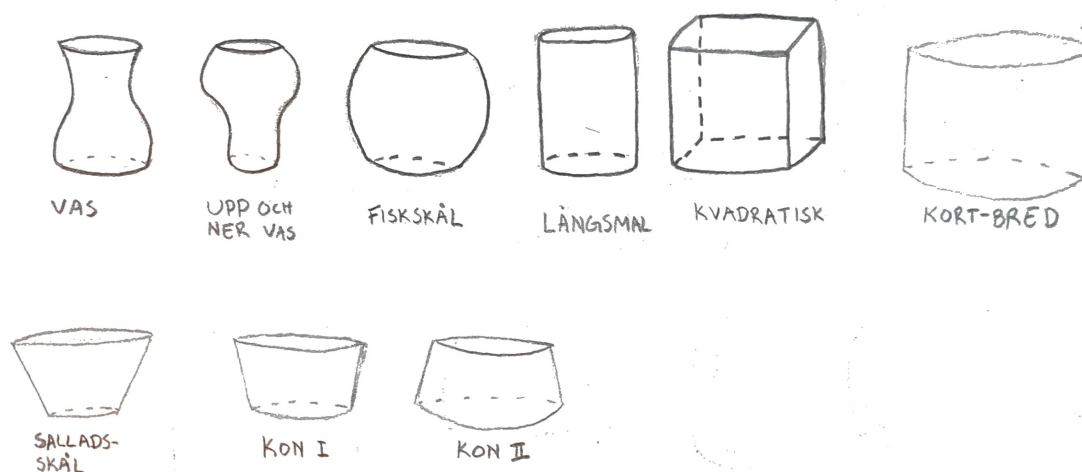
Handtaget på matberedarens hade en påverkan på matberedarens form och därför genererades flera koncept för möjliga handtag vilka presenteras i Figur 19. Genom att studera kravspecifikationen i Bilaga B fanns det en önskan om att designa matberedaren så att handleden skulle ansträngas så lite som möjligt vid användning, alltså borde designen underlätta en neutral handled vid användning. *avrundad rektangel* valdes, anledningen till att detta var att den ansågs uppfylla krav och önskemål från kund och kravställare. Detta handtag är den tredje utformningen i första raden i figuren nedan.



Figur 19: Designgenerering av handtag. Författarnas egna bild.

5.4.5 Skålar

Skålar, likt handtag, påverkade matberedarens känsla eftersom olika former på skålar förmedlar olika uppfattningar av matberedaren. Många olika skålar togs fram under idégenereingen och dessa presenteras i Figur 20. Utifrån detta betraktades kravspecifikationen i Bilaga B där det framkom att matberedaren skulle vara enkel att diska vilket gjorde att skålar med raka kanter föredrogs eftersom det gjorde att redskapen lättare når livsmedlet i behållaren. Vidare påverkade den mekaniska designen i Kapitel 5.4.2 designen då väggarna inte kunde vara vinklade. Höjden begränsade också designen eftersom det var önskvärt att ha en matberedare som inte var särskilt hög. En annan observation var att knivarna inuti matberedaren roterar vilket gjorde att en cirkulär design föredrogs. Därför valdes skålen som benämns *kort-bred* som skål till matberedaren vilket går att se i första raden i figuren nedan.



Figur 20: Designgenerering av skålar. Författarnas egna bild.

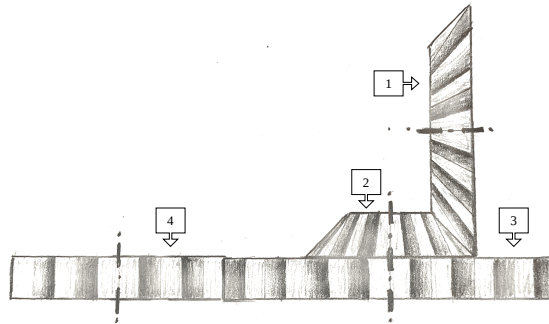
6 Resultat av vidareutveckling och analys

I detta kapitel beskrivs vidareutvecklingen av det slutgiltiga konceptet på ett djupare plan. Bland annat presenteras hur dess kuggväxel och utformning blev samt hur konceptet analyserades med hjälp av feleffektanalyser, kostnadsuppskattning, materialval samt miljöanalyser.

6.1 Mekanism och växling

För att omvandla rotationen från användarens vertikala rörelse till matberedarens horisontella så användes en konisk kuggväxel. Denna typ av kuggväxel var fördelaktig på grund av att den var enkel att producera, hade lägre förluster och en högre verkningsgrad än andra alternativ (Mägi m. fl., 2017).

Eftersom designen på koniska växlar begränsas av dess mekaniska preferenser och modul hade det mindre kugghjulets mittpunkt inte möjlighet att vara centrerad under matberedarens behållare. Därmed konstaterades att det skulle behövas minst två ytterligare kugghjul. Då ett koniskt kugghjul inte kunde interagera med ett cylindriskt behövdes ett kugghjul som delade samma axel som det horisontella koniska kugghjulet. Angränsande till det placerades ett sista cylindriskt kugghjul som delade axel med matberedarens munstycken. En konceptuell skiss över mekanismen presenteras i Figur 21, där de två koniska kugghjulen är numrerade 1 och 2 och de cylindriska 3 och 4.



Figur 21: Skiss av konceptuella kugghjul. Författarnas egna bild.

För att bestämma vilken hastighet som var mest naturlig att veva i genomfördes användarstudier där vevrörelsen testades och en genomsnittlig varvstid togs fram. Varvstiden resulterade i 1-1.5 sekunder. Referenslösningens varvtal, se Bilaga E, har ett intervall på 750 - 1500 rpm. Målvärden valdes till att användaren skulle veva i cirka 1 varv/sekund och att varvtalet inne i matberedaren skulle vara 1000 rpm. Valet betydde att vid normal användning skulle matberedaren ha en hastighet inom referenslösningens intervall, ofta i ett varvtal närmare övre intervallgränsen. Om användaren skulle veva något långsammare än målvärdet på 1 varv/sekund så skulle detta resultera i ett varvtal som fortfarande låg inom intervallet efter utväxlingen. Användarens olika vevhastigheter motsvarade också olika hastighetslägen på referenslösningen. Målvärdet för utväxlingen kunde beräknas till 16.667, vilket kan ses i Ekvation 5.

$$i = \left[1 \frac{\text{varv}}{\text{sekund}} = 60 \text{rpm} \right] = \frac{1000 \text{ rpm}}{60 \text{ rpm}} = 16.667 \quad (4)$$

Efter iteration av modul, kuggtal och radie med avseende på utväxling, storlekskrav och de mekaniska komponenterna resulterade konstruktionen i fyra komponenter med en total utväxling på 16.667, se Ekvation 5.

$$i = i_{cylindrisk} * i_{konisk} = \frac{40}{12} * \frac{75}{15} = 16.667 \quad (5)$$

Kuggväxeln hade en utväxling i två steg, det första i den koniska växeln och det andra i den cylindriska växeln. De två kuggväxlarna hade en utväxling på 3.333 respektive 5. Data på de olika komponenterna numrerades i Figur 21 återfinns i Tabell 2.

Tabell 2: Kugghjulsdata.

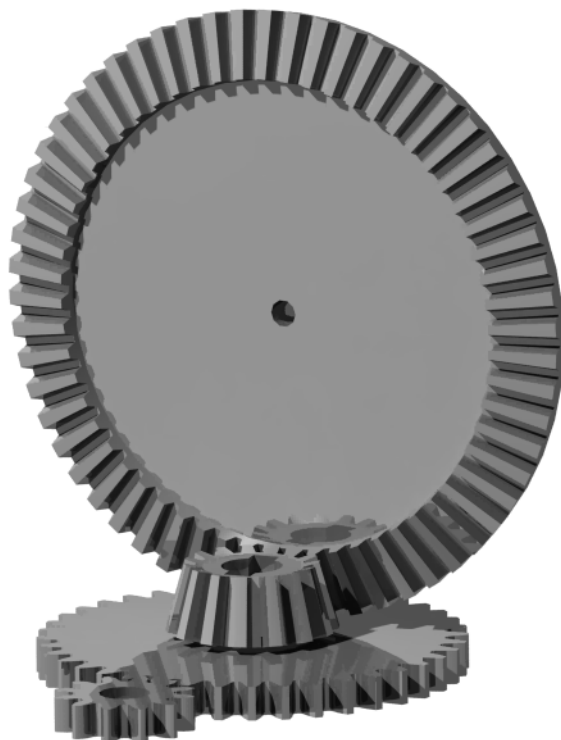
Data kugghjul			
Kugghjul	Modul	Kuggtal	Diameter [mm]
1	2	75	153
2	2	15	34
3	3	40	120
4	3	12	36

6.2 CAD-modeller

Nedan presenteras den digitala modelleringen i två delar, en del som representerar den av-elektrifierade mekanismen och en del som visualiserar de delar som är synliga för användaren.

6.2.1 Mekanisk del

De inre mekaniska komponenterna, de fyra kugghjulen, modellerades skilt från de resterande komponenterna för att visualisera hur de interagerar och är placerade i förhållande till varandra. De två kugghjulen interagerar horisontellt och en konceptuell konisk kuggväxel, se Figur 22, modellerades i *Catia V5*.



Figur 22: Renderad konceptuell kuggväxel. Författarnas egna bild.

Den koniska kuggväxeln var endast konceptuell för att testa storlek på den sammansatta mekanismen men den var inte möjlig att använda 3D-printad på grund av att modellen inte hade evolventprofil. Den korrekta koniska kuggväxeln modellerades med hjälp av en kuggenerator i Inventor, se Figur 23 och 24.



Figur 23: Kugghjul 1 (renderad). Författarnas egna bild.



Figur 24: Kugghjul 2 (renderad). Författarnas egna bild.

6.2.2 Utformning

Utformningen som modellerades skilt från de inre komponenterna bestod utav standardkomponenter för en matberedare samt extra tillbehör. Dessa delar modellerades utifrån mått från kravspecifikationen samt standardmått ifrån referenslösningen. Med hjälp av funktioner i *Catia V5* gjordes en sprängskiss vilket kan ses i Bilaga M.

Ytterligare en CAD-modell, se Figur 25-27, togs fram för att visa hur utformningen av chassit kan anpassas efter konceptets moodboard och utifrån designgenereringen. Chassit är också anpassat efter att minska matberedarens material och storlek.



Figur 25: Chassi från sidan utan vev. Författarnas egna bild.



Figur 26: Isometrisk vy. Författarnas egna bild.



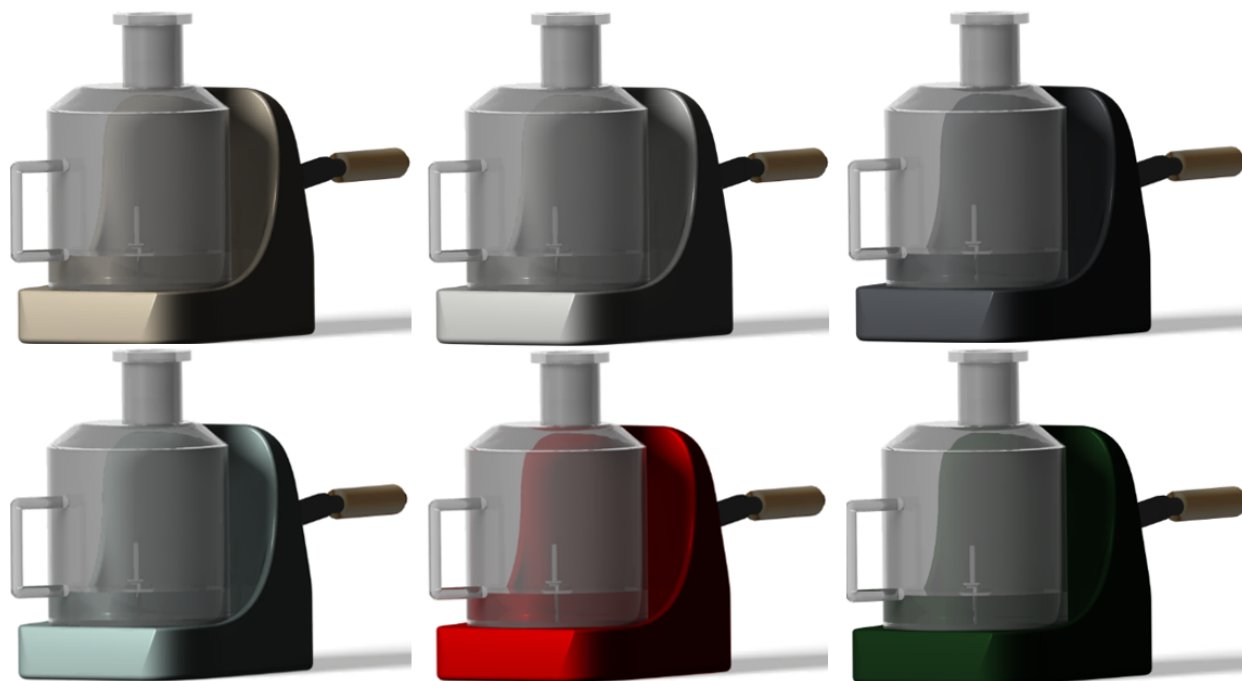
Figur 27: Ovanifrån. Författarnas egna bild.

En rendering av modellen i ett kök gjordes, se Figur 28, för att få en uppfattning om hur väl modellen passade in i den tänkta miljön.



Figur 28: Matberedare i ett kök. Författarnas egna bild.

För att se hur matberedarens intryck kunde ändras med hjälp av färg renderades även modelleringen med olika färgkombinationer, se Figur 29. Färgerna är valda utifrån intervjuerna och de färger som fanns tillgängliga på referenslösningen. Färgerna som togs fram var beige, grå, svart, ljusblå, röd och grön vilket framgår i figuren.



Figur 29: Matberedare med olika färgkombinationer. Författarnas egna bild.

6.3 Prototyp

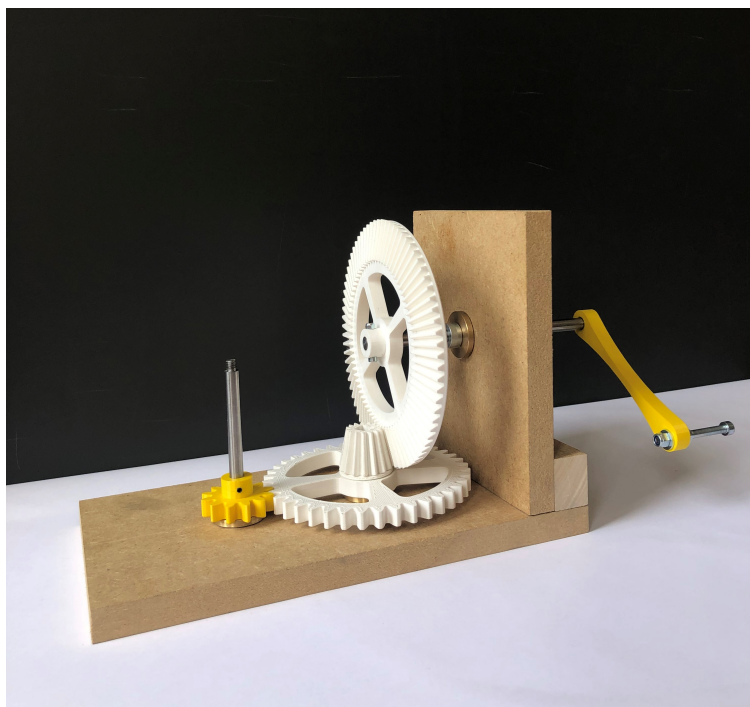
Den färdigställda prototypen presenteras i Figur 30.



Figur 30: Prototyp. Författarnas egna bild.

Den består av de fyra kugghjulen 3D-printade i skala 1:1, skapade utifrån den digitala modelleringen. För att

underlätta vid den additiva tillverkningen modifierades komponenterna genom att minska mängden material och konstruera olika bärande objekt. De fyra kugghjulen monterades på axlar som med hjälp av glidlager möjliggjorde rotation. Chassit bestod av två komponenter, en underdel i träfiber, masonit, och en överdel i polykarbonat, ett termoplast. Materialvalen gjordes på grund av att masonit är lätt att bearbeta och polykarbonat är transparent vilket exponerade mekanismen. För att kunna utföra användarstudier och verifiera frågeställningarna monterades ett handtag på axeln som är kopplad till det vertikala kugghjulet. De delar som tagits fram visas i Figur 31.



Figur 31: Prototyp utan återanvända delar. Författarnas egna bild.

Ett fäste från referenslösningen, se Figur 32, monterades på axeln som var tänkt att generera rotationen inuti matberedaren. På så sätt kunde även behållare och munstycken återanvändas från referenslösningen.



Figur 32: Återanvänt fäste monterat på prototypen. Författarnas egna bild.

De användarstudier som utfördes på prototypen var avsedda att testa känsla och funktion vid användning. Funktion testades genom att skära en banan med de återanvända knivarna och riva en gurka med rivjärnet och även de munstyckena återanvändes från referenslösningen. Generella slutsatser om konceptet gjordes därefter då det observerades att det inte behövdes fler livsmedel eller munstycken för att generera ny nyttig information. Nedan i Tabell 3 presenteras vilka tester som utfördes, testernas resultat samt kommentarer från användarna.

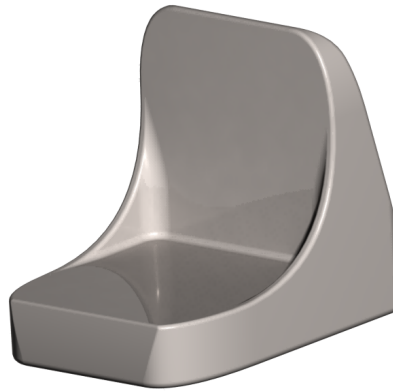
Tabell 3: Resultat från användarstudie av prototyp.

Test	Resultat	Kommentar
Vev	Bra, känns naturligt	Viktigt att behålla höjden på vevens nav så handen inte slår i arbetsytan och kan användas fritt i 360°. Även viktigt att handtaget är ergonomiskt och lättare att greppa.
Produktupplevelse	Hög. Uppnår alla basbehov och lite till	Rolig att använda och känns som om att man är involverad i processen. Användarna fick mersmak och ville testa mer. Hellre veva än att använda vanliga köksredskap.
Mekanism (utan livsmedel)	Lätt och snabb	Det går väldigt fort. Utväxlingen märks tydligt och synligt.
Skära banan	Ok	Fungerar men stannar ifall bananerna samlar sig längs behållarens kant, då motståndet blir för högt. Går att korrigera något mellan hastighet och kraft men användarvänligheten går ner snabbt.
Riva gurka	Dålig	Motståndet blir för högt när gurkan fastnar i rivjärnet och slår i matarrörets sida. Detta ledde till komponenter i prototypen lossnade och kugghjulen kärvar sig

6.4 Feleffektsanalyser

Resultatet av den genomförda feleffektsanalysen med avseende på konceptets process presenteras i Bilaga N. Noterbara resultat efter att åtgärder införts var exempelvis *montera tillbehör* och *sätta på matningsrör* på funktioner med högst RPN, riskprioritets-nummer. Dessa visar vitaliteten hos produktens användarvänlighet vid montering då dessa hade mest risk för defekt. Den funktion som däremot presterat bäst, alltså den funktion med lägst RPN, var *veva vev* då motståndet är högt vilket med enkelhet kan repareras. Således sänktes dess RPN vid införd åtgärd.

De resultat som erhöles från feleffektsanalysen med avseende på produktens designaspekter kan ses i Bilaga O. De resultat som uppmärksammades gällande de synliga komponenterna var designen på *skålen* då den erhöill högst RPN. Dess RPN låg på 336 på grund av att den med högst sannolikhet kan få brottskador i sitt material som stör användaren. Även designen på *bottenplattan med vägg* resulterade i ett högt RPN på 294 vilket beror på att damm och smuts kan samlas vid dess inre veck vilket kan ses i Figur 33.



Figur 33: Bottenplatta med vägg (Chassi). Författarnas egna bild.

Resultatet gällande relationerna mellan de synliga komponenterna visade att 6-8, förhållandet mellan locket och korklocket, gav upphov till det högsta värdet med ett RPN på 576. Detta beror på att korklocket var gjort utav sprött material vilket gav upphov till en hög sannolikhet till att brottskador uppstår vilket kräver att det åtgärdas med exempelvis en ytbehandling eller att man ändrar materialvalet vilket blev fallet.

6.5 Materialval

För att bestämma många av materialen till matberedaren användes *Re-design* vilket beskrevs i 3.3.3 *Materialval*. Exempel på material som behövs är materialet för skålen som i referenslösningen är gjord i tritanplast. Detta behövs eftersom denna plast har många egenskaper som eftertraktades som att den blir enkel att rengöra eftersom den kan diskas i diskmaskin, vilket var eftertraktat i kundundersökningarna. Främst valdes tritanplast eftersom materialet är godkänt för att användas i samband med mat. I och med att plasten är transparent medför det även att användaren kontinuerligt kan se hur pass långt den har kommit i beredandet av maten. Detta är önskvärt eftersom om exempelvis en grönsak ska hackas vill användarna enkelt se hur långt de kommit för att avgöra om de ska fortsätta hacka grönsaken.

Däremot fanns det mer att önska vad gäller chassit på referensprodukten. Eftersom väldigt stora delar var tillverkade av plast gav detta intrycket av att matberedaren var billig och inte lika tålig som om den vore tillverkad av något hårdare material vilket önskas förbättras till denna matberedare. Genom att kolla vad som fanns på marknaden konstaterades att aluminium skulle vara ett lämpligt material att välja då det dels kan vara robust och dels är lätt vad gäller sin densitet. Dessutom ansågs aluminium även ha ett mer tilltalande estetiskt intryck. För att öka efterfrågan på matberedaren värdesattes även att välja ett material till chassit som kan vara i flera färger i kundundersökningen och då aluminium kan färgas i flera färger ansågs detta material uppfylla de krav och önskningar som finns för matberedarens chassi.

Samtidigt bestod den av-elektrifierade matberedaren inte enbart av komponenter där materialvalet kunde baseras på hur de fungerar i dagsläget. Till exempel var veven och dess handtag samt kuggarna nya komponenter som material behöver fastställas för. Kuggarna som användes för detta projekt går att beställa från en extern leverantör och standard för det material som används för dessa kuggar är rostfritt stål vilket fortsatt valdes att användas för den av-elektrifierade matberedaren. För veven valdes aluminium eftersom detta material ansågs vara tåligt och kunna hålla för de rotationer som den kommer utsättas för. Dåremot eftertraktades ett material för handtaget som inte ledde värme lika väl då det inte är önskvärt att ta tag i ett kallt handtag när matberedaren ska användas och den stått stilla innan vilket ofta är fallet annars. Utifrån detta och i kombination med att införa material som passar estetiskt med den bild som presenterades på moodboarden i Figur 17 valdes handtaget på veven till att bli producerad i träsorten ek. För en fullständig

materiallista för komponenterna i matberedaren se Bilaga D.

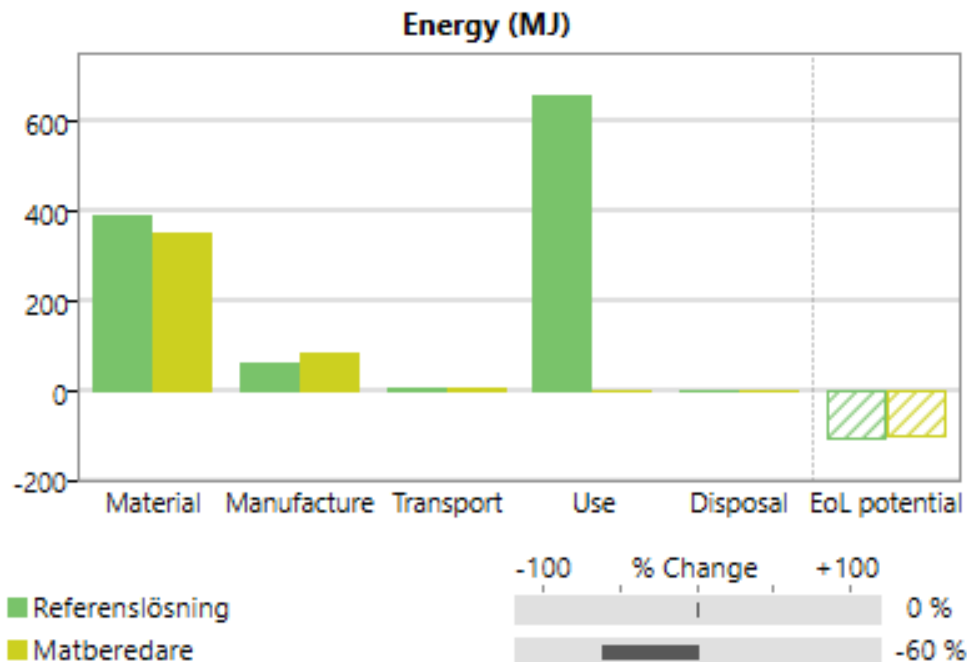
6.6 Eco-Audit

Det erhållna resultatet från *Eco-Audit* visade både energikonsumtionen och koldioxidavtrycket i produkternas olika livsfaser såsom vid materialutvinning, tillverkning, transport, användning och kassering.

Referenslösningens energikonsumtion och koldioxidavtryck visas i ett stapeldiagram som kan ses i Bilaga P där x-axeln visar de olika faserna och y-axeln visar procentandelen för hur stor del av livscykeln den faser omfattar. I bilagan ses staplar som är markerade *EoL potential* vilket visade hur mycket potential produkten hade för att minska sin energikonsumtion och koldioxidavtrycket. Det fanns störst potential för minskning på koldioxidavtrycket jämfört med energikonsumtionen. Resultatet visade även att den högsta energikonsumtionen för referenslösningen skedde under användning och lägst vid kasseringen. Vidare var koldioxidavtrycket som högst vid materialutvinningen och lägst vid kasseringen.

På samma sätt erhöles ett resultat för den av-elektrifierade matberedaren i ett liknande stapeldiagram med samma funktion på både x- och y-axeln vilket kan ses i Bilaga Q. Resultatet från Bilaga Q visar att både energikonsumtionen och koldioxidavtrycket var som högst under materialutvinningen. Både transport, användning och kassering visade sig vara nära noll procent. Dessutom ses att den av-elektrifierade matberedaren hade mer potential för att minska energikonsumtionen snarare än koldioxidavtrycket.

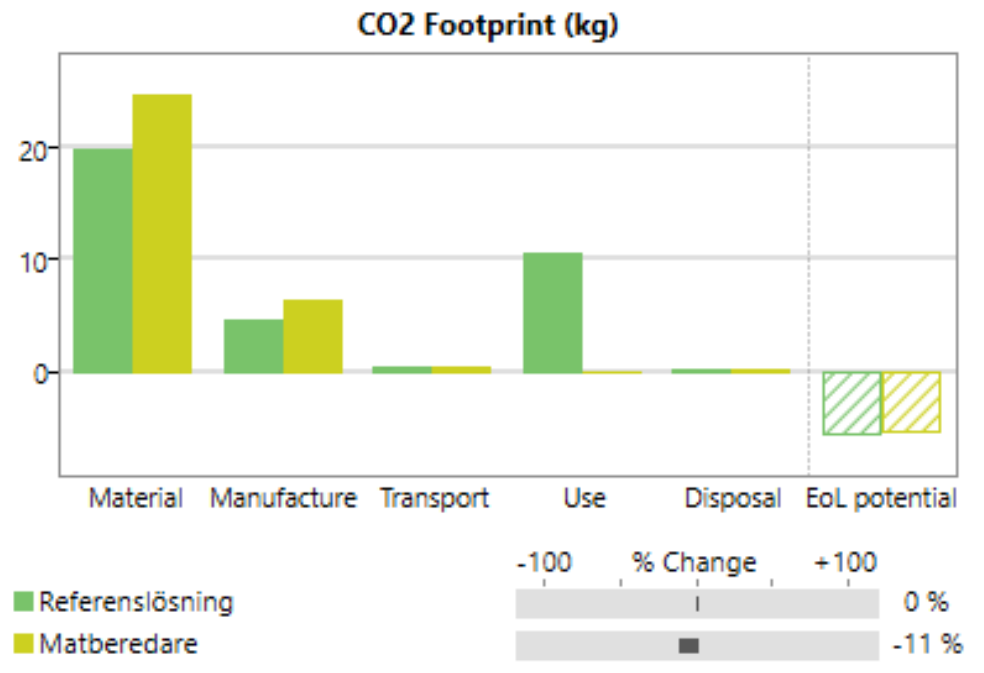
Vidare för att underlätta jämförelsen mellan referenslösningen och matberedaren skapades ytterligare två stapeldiagram för att presentera skillnader i energikonsumtionen och koldioxidavtrycket. I Figur 34 presenteras energikonsumtionen för båda produkterna i de olika livsfaserna samt hur mycket förändring referenslösningen respektive matberedaren har bidragit med i förhållande till varandra. Y-axeln anger mängden energi i megajoule [MJ] och x-axeln visar livsfasen produkten befinner sig inom.



Figur 34: Stapeldiagram över produkternas energikonsumtion [MJ] samt förändring. Författarnas egna bild.

I figuren ovan kunde stapeldiagrammet visa att referenslösningen, generellt sett, hade högre energikonsumption än matberedaren. Dessutom visade resultatet i figuren att matberedaren hade minskat energikonsumtionen i förhållande till referenslösningen med 60 procent.

Vidare presenterades skillnaderna i koldioxidavtryck, likt för energikonsumtionen, för båda produkterna i Figur 35. Däremot angav y-axeln mängden koldioxid i kilogram [kg] till skillnad från y-axeln i Figur 34 som visade EoL.



Figur 35: Stapeldiagram över produkternas koldioxidavtryck [kg] samt förändring. Författarnas egna bild.

Resultatet som kan ses i figuren ovan visar att, likt i Figur 34, hade referenslösningen ett högre utsläpp av koldioxid i förhållande till den av-elektrifierade matberedaren. Specifikt sett visade dock resultatet att materialutvinningen och tillverkningen för den av-elektrifierade matberedaren gav ett högre koldioxidavtryck än för referenslösningen. Detta berodde dels på att kugghjulen som analyserades var solida såsom illustrerades i Figur 22 och hade därmed en mycket hög massa jämfört med slutliga versionen. Dels berodde detta på att de elektriska komponenterna från referenslösningen togs inte alla med i beräkningarna då det var mycket svårt att hitta information om hur stort koldioxid utsläpp dessa komponenter hade i tillverkningen och därför togs dessa inte i beaktning. Således är sannolikt koldioxidutsläppet för materialet samt tillverkning av referenslösningen högre än vad som anges i Figur 35. Referenslösningen bidrog till en högre massa koldioxid vid användning. Den totala mängden koldioxid som den av-elektrifierade matberedaren avgav var 11 procent mindre än referenslösningen.

6.7 Kostnadsuppskattning

Kostnaden för att producera en mekanisk matberedare togs fram i ett intervall eftersom kostnaden per komponent varierade beroende på vilken satsstorlek som användes vid produktion. Därför jämfördes vad en komponent skulle kosta om 1.000 respektive 10.000 av samma komponent producerades. För samtliga komponenter blev det billigare att producera fler komponenter än om en mindre sats användes. Det fullständiga resultatet för respektive komponents kostnad finns att se i Bilaga R. Det slutliga resultatet av produktions-

kostnaden fastställdes för minsta möjliga produktionskostnad och den maximala produktionskostnaden där matberedaren som lägst kunde produceras för 428 kr och som mest för 475 kr.

7 Diskussion

Detta kapitel har till syfte att diskutera det som tidigare lyfts i rapporten och verifiera arbetet samt bedöma huruvida de forskningsfrågor som ställdes i det inledande kapitlet är besvarade. Därefter utvärderas processen som arbetet genomgått och avslutningsvis utreds aspekter för en av-elektrifierad matberedares framtida utveckling.

7.1 Verifikation

Utgångspunkten för det här arbetet har varit att undersöka behovet och efterfrågan på en av-elektrifierad matberedare, hur den presterar jämfört med en elektrisk variant och slutligen dess miljöpåverkan. Frågeställningarna diskuteras och utreds var för sig nedan.

7.1.1 Hur är behovet och efterfrågan på en av-elektrifierad matberedare?

Utifrån resultatet från problemidentifieringen framgick det att det fanns få konkurrerande av-elektrifierade matberedare. Detta speglade även det lilla behovet som fanns hos kunder som ansåg att det fanns fler fördelar med en elektrisk matberedare på grund av effektiviteten och enkelheten. Detta blev en utmaning och ett mål för att kunna uppnå en högre efterfrågan genom att minska oönskade funktioner och öka kundvärdet med nya funktioner samt krav. För att öka kundvärdet så valdes det att fokusera på att matberedaren ska ha en högre produktupplevelse, vara ergonomisk, ha en utformning som passar att kunna ha i olika köksmiljöer, kunna konkurrera kostnadsmässigt samt ha en bättre hållbarhet.

För att öka produktupplevelsen för produkten så fokuserades det på produktens estetiska intryck, semantiska tolkning och emotionella respons. Målet för det estetiska intrycket var att den initiala känslan hos användaren ska vara att produkten uppfattas som attraktiv och tilltalande. Produkten skulle ha en utformning som passade den valda miljön som speglas i moodboarden, se Figur 17, och kunna stå framme i köket samtidigt som den förmedlar en lyxig känsla. Detta anses matberedaren uppfylla, vilket man kan se i den renderade CAD-modellen i exempelvis Figur 28 som skapades, eftersom den kan stå ute i köket samtidigt som den smälter in väl i omgivningen. För att öka behovet ytterligare så behövdes den semantiska tolkningen och emotionella responsen även öka relativt befintliga elektriska matberedare. Detta sker under användning av matberedaren. När användaren får veva och vara delaktig i en produkts användning så ökar responsen och tolkningen för själva matberedarenprocessen vilket framgick ur användarstudierna av prototypen.

Ytterligare en aspekt som är av intresse avseende behovet och efterfrågan på en av-elektrifierad matberedare är den roll kostanden har. I marknadsundersökningen framgick det att dagens befintliga matberedare finns i många olika prisklasser och för var och en av dessa får slutkunden olika prestanda, kapacitet, upplevelse samt utformning. En slutsats är därmed att kunder anses villiga att betala både lite och mycket för matberedare i allmänhet och att kostnaden i detta fall behöver motsvara det man får ut av sin matberedare. Parallellen kan göras att liknande förväntningar skulle ställas på en av-elektrifierad matberedare. Den kan tillåtas ha ett varierande kostnadsspann så länge den uppfyller de kundbehov den förväntas ge i förhållande till vad den kostar.

Ser man då till det slutgiltiga konceptet som tagits fram i det här projektet så visade en *part cost analysis* att produktionskostnaden för produkten låg mellan 428-475 kr. Denna analys inkluderade inte en rad olika kostnader som påverkar produktens försäljningspris såsom transportkostnader, löner till produktionsarbetare och vinstpålägg, bland annat. Därmed är det ej rättvist att direkt jämföra den med de försäljningspris som hittades för olika elektriska matberedare i marknadsundersökningen. Däremot kan en rad intressanta reflektioner göras. Exempelvis var priset för den referenslösning som använts under projektet 1799 kr. Jämför man referenslösningen med slutkonceptet med avseende på kostnad så finns det uppenbarligen en stor marginal mellan den befintliga produktionskostnaden för slutkonceptet och försäljningspriset för referenslösningen.

Denna marginal kan anses täcka upp för det som i nuläget saknas bland de kostnadsposterna som finns. Eftersom marginalen upp till referenslösningens pris är stort finns även eventuellt en möjlighet att sänka försäljningspriset hos den av-elektrifierade matberedaren om kundbehoven ej uppnår samma nivå, alternativt höja kostnaden om den visar sig öka kundbehoven. Detta kräver dock en noggrannare ekonomisk analys. Vad som kan fastställas är däremot att den sannolikt har potentialen att bli konkurranskraftig så länge den uppfyller de motsvarande kundbehoven.

På samma sätt som för kostnad är hållbarhet också något som noterades ha en inverkan på framförallt efterfrågan på en av-elektrifierad matberedare. Detta uppmärksammades i synnerhet i kundundersökningen där en stor andel av de tillfrågade poängterade att just hållbarhet kunde få dem att välja en av-elektrifierad matberedare framför en elektrisk. Detta följdes dels upp i samband med den miljöanalys som genomfördes i projektet. Vad denna säger konkret om det slutgiltiga konceptets miljöpåverkan diskuteras i mer detalj senare i diskussionen, men den av-elektrifierade matberedaren visade sig ha en stor möjlighet att sänka sin energikonsumtion, medan koldioxidutsläppen ej minskade lika mycket relativt referenslösningen. Återkopplar man till just efterfrågan på en av-elektrifierad matberedare med avstamp i detta kan olika scenarion lyftas. Å ena sidan är den minskade energikonsumtionen något som hade kunnat öka efterfrågan eftersom just det är något som påverkar användaren då denna betalar för elen den använder. Koldioxidutsläpp är istället ett mer subtilt koncept som inte har en lika stor direkt inverkan på användaren. Om användaren inkluderar både energikonsumtion och koldioxidutsläpp i sin uppfattning om hållbarhet behöver efterfrågan nödvändigtvis inte öka då utfallet för dessa parametrar skiljde sig. Därmed kan det konstateras att en tydligare definition av vad de tillfrågade användarna definierar som hållbart behöver göras för att gå till botten med dess inverkan på efterfrågan på den av-elektrifierade matberedaren som tagits fram.

7.1.2 I vilken utsträckning kan en matberedare av-elektrifieras likvärdigt ett befintligt elektriskt alternativ?

För att besvara den andra frågeställningen byggdes en prototyp av det framtagna konceptet och det utfördes ett antal tester för jämföra funktionen med en elektrifierad matberedare. Mycket av diskussionmaterialet baseras därmed på resultatet av dessa tester, se Tabell 3. Det positiva var att produktupplevelsen av prototypen blev högre än för referenslösningen på grund av känslan av att vara involverad i processen. Den ansågs rolig att använda och det kändes naturligt att veva. Produktupplevelsen är även anmärkningsvärd då prototypen inte har något chassi, inget riktigt handtag, ingen tyngd som ska generera känslan av kvalitet, proportionerna som möjliggör att vevmekanismen fungerar åt alla håll saknas och komponenterna är 3D-printade i plast. Dessa är alla aspekter av det slutgiltiga konceptet som kommer höja produktupplevelsen ännu mer än den som kunde uppnås av prototypen.

Gällande funktionen så var det mer varierade slutsatser som kunde göras. Det önskade varvtalet uppnås och det är bekvämt att veva i hela hastighetsintervallet som referenslösningen kunde arbeta i. Effekten är dock avsevärt lägre, vilket framgick tydligt i testen där referenslösningens munstycken återanvändes för att skära och riva livsmedel. Det gick enkelt att bereda maten så länge det inte var något större motstånd, med hög hastighet och vassa munstycken blev jobbet gjort. När ett segare material eller en större mängd livsmedel introduceras så tar det däremot stopp fort. Om prototypen hade varit framtagen likt slutkonceptet, med kuggväxeln i metall, en mer rigid montering och uppfästning samt med ett riktigt handtag hade flera av dessa problem kring matberedningen minskat. Brist på effekt går dock inte att undvika, speciellt eftersom behovet av effekt kommer behöva anpassas under arbetsgången. Det finns två aspekter av det här, det första är att användaren är oförberedd när ett plötsligt högt motstånd uppstår och det andra är att motståndet behöver variera under processen. En elektrifierad matberedare kommer förbi det här fenomenet genom att jobba på en hög effekt hela tiden. Ur ett energiperspektiv är det slöseri men för att uppnå de funktioner som förväntas att en matberedare har så är det kritiskt med en hög konstant effekt.

För att mer konkret verifiera frågeställningen undersöktes hur många av kraven som uppfylldes från kravspecifikationen, se Bilaga B. Krav 1.1 *Hacka/skiva*, 1.2 *Vispa* och 1.3 *Blanda* kommer med stor sannolikhet uppfyllas. Dock kanske inte alltid på behagligt sätt på grund av oregelbundet motstånd och framför allt ett för stort

motstånd. Utöver detta så uppfyller varvtalet, handkraften och munstyckena de utsatta kraven. Krav som 1.4 *riva*, 1.5 *Pressa* och 1.6 *Knåda* är svårare att uppskatta utifrån enbart testerna på prototypen då tidigare resultat talade för att dessa krav var för svåra att testa och uppnå. Försättningsvis är resterande funktionskrav säkerligen uppfyllda. Andra krav värda att lyfta är 5. *Utformning* och 7. *Ergonomi*. Alla utformningskrav kommer uppfyllas med marginal då alla mekaniska komponenter är < 155 mm och behållaren är Re-used från referenslösningen, 160 mm i diameter, vilket definitivt innebär uppfyllda krav angående utformning och storlek på behållare då materialvalet inte heller är ett hinder för utformningen. Vikten reglerades genom materialåtgång på kugghjulen och via bottenplattan. Ergonomikrav som är uppfyllda i det slutgiltiga konceptet är bland annat 7.1 *Ergonomiskt handtag*, 7.2 *Bullernivå* och 7.4 *Inga påfrestande rörelser*. Resterande krav är beroende på samspelet mellan arbetsyta, användare och produkt vilka i detta fall antogs att användarens köksbänk kommer vara ergonomiskt anpassad.

Förutom produktupplevelsen är konceptet även modulärt på ett sätt som inte går att uppnå med en elektrisk konstruktion. Referenslösningen har en komplexitet som försvårar reparation och på så sätt förkortar livlängden, något som kunde undvikas i det av-elektrifierade konceptet. Den elektriska referenslösningen uppfyller alltså samtliga funktionskrav bättre än det av-elektrifierade, men det av-elektrifierade uppnår andra krav som referenslösningen inte har möjlighet att konkurrera med.

7.1.3 Vilken inverkan på miljön har en av-elektrifierad matberedare relativt ett befintligt elektriskt alternativ?

För att kunna föra en diskussion kring vilken miljöpåverkan den av-elektrifierade matberedaren hade relativt den befintliga elektriska gjordes ett flertal analyser vad gäller materialval, energikonsumtion och koldioxidavtryck. Nya materialval gjordes samtidigt som en del förblev samma som referenslösningens. Detta i syfte att öka det estetiska intrycket och förmedla en känsla av lyx. Materialvalen som gjordes i samband med detta bidrog däremot till att koldioxidavtrycket till följd av materialutvinningen blev högre för den av-elektrifierade matberedaren, något som i sin tur bidrog till att även tillverkningen hade högre koldioxidutsläpp, se avsnitt 6.6. Om fokuset däremot hade varit att utveckla en så miljövänlig produkt som möjligt skulle dessa utsläpp kunnat sänkas avsevärt eftersom andra material och tillverkningstekniker hade kunnat appliceras. Dessutom har den av-elektrifierade matberedaren en utsläppsfri användning relativt den elektrifierade referenslösningen vilket under användning innebär en signifikant minskning av koldioxidutsläpp samt energikonsumtion. Den av-elektrifierade matberedaren har en lägre miljöpåverkan sett över hela livscykeln till följd av detta. Även värt att påpeka är att om målet hade varit att tillverka en så hållbar produkt som möjligt hade det även varit viktigt att bestämma om detta är med hänsyn till koldioxidutsläpp eller med avseende på energikonsumtion eftersom dessa inte nödvändigtvis följer av varandra utan istället kan det vara värt att optimera för en av aspekterna, se Kapitel 6.6.

Eftersom det slutgiltiga konceptet ska förmedla bästa möjliga produktupplevelse, inklusive miljöpåverkan, kan det beräknade värdet på koldioxidutsläppet användas som ett övre tak. Detta gör att en eventuell vidareutvecklad version kan behöva minska sina utsläpp ytterligare för att vidare öka produktupplevelsen, bland annat genom att byta ut och välja material med hjälp av bättre samt mer avancerade metoder. Dessutom går materialåtgången att minska betydligt genom att analysera varje komponents utformning och på så sätt modellera dessa på nytt såsom det gjordes för det första kugghjulet, se Figur 23 jämfört med Figur 22, där kugghjulets centrumdel ersattes med fyra ekrar för att bespara materialåtgången. En sådan iterativ arbetsgång är tidskrävande men skulle sannolikt förbättra slutresultatet med avseende på materialens miljöpåverkan och i sin tur dess kostnad.

Den av-elektrifierade matberedarens energikonsumtion var betydligt lägre än energikonsumtionen hos referenslösningen. Den största bidragande faktorn för referenslösningens energikonsumtion visade sig vara under användning. Denna motsvarade ungefär 600 MJ sett över livstiden medan den av-elektrifierade matberedaren inte hade någon konsumtion av energi. Den av-elektrifierade matberedaren presterar således bättre jämfört med referenslösningen gällande energikonsumtion.

7.2 Process

Processen har främst varit baserad på att kombinera två olika metoder för produktutveckling, Reverse Engineering (Otto & Wood, 1996) och The Value Model (Lindstedt & Burenius, 2003). Att dessa kombinerades berodde på att de är metoder som projektgruppen tidigare arbetat med och i respektive metod fanns både fördelar och nackdelar. Därmed valdes de delar som ansågs mest relevanta för detta projekt. Att inte strikt följa en enskild metod medförde mer frihet och att fördelningen mellan projektets olika moment kunde fördelas annorlunda. Samtidigt innebar detta även att moment av ursprungsmetoderna förbisågs eftersom de ansågs irrelevanta men hade eventuellt kunnat bidra med viktig information för arbetets process. Att använda dessa förutbestämda metoder innebar även att resultatet blir mer tillförlitligt då de systematiskt tagits fram och utvärderats under projektets gång.

Ett av processens första moment var att genomföra en kundundersökning vilket dels genomfördes i form av en enkät och dels med intervjuer. Dessa lade grunden till arbetet då exempelvis behov och allmänna åsikter om matberedare samlades in. För att få ut väsentlig information från marknadsundersökningen behövde frågorna riktas in på matberedaren vilket gjorde att svaren som samlades in, både i enkätundersökningen och under intervjuerna, var vinklade till det som projektgruppen ansåg vara viktigt. Därmed fanns det tidigt i processen en tendens för vinkling. Dessutom är intervjuerna och enkäterna baserade på personliga åsikter vilket innebär att missförstånd kan ha uppstått både från de som tillfrågades men även i tolkningen av svaren. Vinklingen hade kunnat minskas genom exempelvis att skicka ut enkäten till ytterligare andra mottagare, fler deltagare på intervjuerna och opartiska personer som var med och tolkade resultatet.

Under arbetets gång har mycket tid lagts på möten för att diskutera hur nästkommande steg i processen skulle genomföras vilket har gjort att det ofta tagit lång tid att nå ett resultat men samtidigt har det inneburit att mycket av arbetet kunnat genomföras parallellt i mindre grupper då alla är införstådda i processen. Detta innebär att arbetet effektiviserades men även att gruppen var samspelta om vad som skulle genomföras. I uppstarten var detta särskilt viktigt då det från början var oklart vad projektet skulle resultera i. Genom att lägga mycket tid i början på planeringen behövde inte lika mycket tid läggas på planering under arbetets gång. För framtida arbete vore det önskvärt att tidigarelägga konceptgenerering och prototypbyggandet då detta skulle ge mer marginal för fler versioner och förbättringar av prototypen. Dessutom hade beslut gällande prototypen kunnat ta mer tid vilket skulle resultera i en minskad känsla av att vissa moment stressades igenom.

7.3 Framtida produktutveckling

I och med att arbetets omfång är begränsat lämnas ett antal aspekter till framtida utveckling. Till att börja med kan tillverkningskostnaden troligt minskas jämfört med det som presenteras i denna rapport genom att byta produktionsmetod för många av komponenterna. Även om inte alla komponenter skulle påverkas mycket av att optimera kostnaden, skulle det bli många små individuella besparingar vilket kan leda till en signifikant minskning av den totala produktionskostnaden. Dessutom kan kostnaden ytterligare sänkas genom att vidare bearbeta komponenterna. Exempelvis beräknades kostnaden för att producera kugghjulen för solida kugghjul vilket gjorde att materialkostnaden blev väldigt hög. I framtiden vore det därför relevant att vidare studera exempelvis dessa komponenter och betrakta huruvida viss massa kan elimineras. Detta hade i sin tur lett till att produktionskostnaden kunnat minskas ytterligare och därmed skulle även försäljningspriset teoretiskt kunna minskas, vilket är önskvärt för att produkten ska kunna nå ut till en bredare marknad. Fokuset för detta arbete har inte varit på att producera en hand-driven matberedare till lägsta möjliga pris utan snarare fokusera på estetik och funktionalitet. För framtida arbete kan detta alltså dock detta vara relevant att analysera.

Ytterligare en konsekvens att byta produktionsmetod och minska materialåtgången kan vara att såväl koldioxidutsläppet som energiförbrukningen vid tillverkning påverkas. För detta projekt har mycket vikt lagts vid att minimera energiförbrukningen för matberedaren men i framtiden kan det även bli relevant att skapa lösningar som är mer hållbara val vad gäller deras material och lägga mer vikt vid detta. Detta hade exempel-

vis kunnat minska utsläppet vid produktion, vilket ökade för denna produkt jämfört med referenslösningen, och det kan därmed bli desto mer relevant att betrakta detta på ett djupare plan.

För att förbättra matberedarens funktionalitet krävs ytterligare iterationer och tester av dess mekaniska konstruktion. De problem som uppstod vid testerna av prototypen kan utvärderas från början av processen, när den mekaniska lösningen togs fram. Modul, kuggtal och storlek valdes för att uppnå en viss utväxling för en viss vevradie, men för att slutresultatet av prototypen skulle blivit mer tillfredsställande borde fokus legat i att hitta en balans mellan hastighet, kraft och storlek på växeln. Utöver optimering av mekanismen kan även ytterligare komponenter som exempelvis svänghjul läggas till för att uppnå en önskad effekt men behålla en likvärdig vevhastighet. Komponenter som idag återanvänts från referenslösningen kan också anpassas efter den handdrivna lösningen. Om knivar och rivjärn görs vassare kommer motståndet minska och mindre kraft kommer behövas.

Eftersom det här arbetet dels haft som ambition att undersöka konkurrensnivån hos en av-elektrifierad matberedare relativt en elektrisk har arbetets fokus avgränsats. Framförallt har utvecklingen av den mekaniska lösningen varit en väldigt stor del av arbetet. Det grundas i att det viktigaste kriteriet vid borttagandet av elektricitet rimligtvis bör vara att hitta just en alternativ lösning som får produkten att fungera. Däremot är mekanismen enbart en av potentiellt många områden som hade kunnat göra en av-elektrifierad matberedare konkurrenskraftig. Ett annat sätt att skapa ett högre kundvärde och därmed höja konkurrenskraften är dess design och utformning. Detta har stundom berörts under arbetets gång, nämnvärt genom framtagandet av en moodboard och beslut om estetik, ergonomi och andra krav som ansetts viktiga att uppfylla. Utöver detta har arbetet inte innefattat en formell och djupgående analys av designens inverkan på mottagandet av en av-elektrifierad matberedare. En ambition är således att vidare undersöka detta för att optimera den av-elektrifierade matberedaren. Detta skulle kunna involvera ytterligare kund- och litteraturundersökningar på området, men även fler digitala och fysiska prototyper. Detta för att få en uppfattning om hur olika former, färger och andra designparametrar påverkar bemötandet av produkten.

Slutligen är något som poängterades avseende efterfrågan och bemötande av en av-elektrifierad matberedare hur kostnaden för produkten kan tillåtas variera beroende på prestanda, kapacitet, upplevelse och utformning. Då enbart referenslösningen använts som kostnadsreferens vid produktutvecklingen hade en intressant vidareutveckling kunnat vara att tillverka flera prototyper för olika prisklasser. Fördelarna med en kollektion av olika prisklasser hade exempelvis kunnat vara att få en konkret uppfattning om vid vilket pris en användare kan tänka sig välja ett av-elektrifierat alternativ samt varför. Det kan däremot också vara intressant att utveckla en av-elektrifierad matberedare helt utan hänsyn till vilken kostnad det hade resulterat i. Utifrån det hade integrering av de bästa möjliga komponenterna på exempelvis munstycken och kugghjul för att kunna klara alla motsvarande funktioner som en elektrifierad matberedare klarar av kunnat utvärderas. En eventuell av-elektrifierad slutprodukt hade sedan kunnat optimeras baserat på sådana undersökningar för att bäst möta efterfrågan.

Referenser

- Anslys-Inc. (2022). *Anslys granta edupack*. Hämtad från <https://www.ansys.com/products/materials/granta-edupack> (10/5-2022)
- Ashby, M., Shercliff, H. & Cebon, D. (2014). *Materials. engineering, science, processing and design*. Elsevier Ltd.
- Autodesk-Inventor-Inc. (2022). *Computer aided design. cad software*. Hämtad från <https://www.autodesk.com/solutions/cad-software> (10/5-2022)
- Cheshire, D. (2010). *How to use a morphological matrix to generate ideas*. Hämtad 2022-03-11, från <https://innovationmanagement.se/2010/03/10/how-to-use-a-morphological-matrix-to-generate-ideas/>
- David, A. & Mednelsohn, H. (2021). Our expert guide to buying a food processor. Hämtad från <https://www.goodhousekeeping.com/uk/product-reviews/a679374/food-processors-buying-guide/>
- Elon. (2021). Vilken matberedare passar dig? Hämtad från <https://www.elon.se/guide-till-matberedare>
- Endsley, M. R., Kiris E O. (1995). The out-of-the-loop performance problem and level of control in automation. *Human Factors*, 37(2), 381–394. Hämtad från <https://doi.org/10.1518/001872095779064555>
- Erlhoff, M., Marshall, T., Bruce, L. & Lindberg, S. (2007). *Design dictionary: Perspectives on design terminology*. Walter de Gruyter GmbH.
- Hischiera, R., Realebc, F., Castellanib, V. & Sala, S. (2020). Environmental impacts of household appliances in europe and scenarios for their impact reduction. *Journal of Cleaner Production*, 2670. Hämtad från https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620319995?fbclid=IwAR2xmtf09I0tK48TtYIcAmHCRS_aJj2sLC0xxuLrvJPMfoJjFBegzS5czEo
- KitchenAid. (u. å.). *1,7 l matberedare 5kfp0719*. Hämtad från http://w3techs.com/technologies/overview/content_language/all (21/4-2022)
- Lejtenyi, P. (2019). Concordia research shows that using green products leads to a warm glow in shoppers. Hämtad från <https://www.concordia.ca/news/stories/2019/12/03/concordia-research-shows-that-using-green-products-leads-to-a-warm-glow-in-shoppers.html?c=news/stories>
- Lindstedt, P. & Burenus, J. (2003). *The value model: How to master product development and create unrivalled customer value*. Arusid AB.
- Mägi, M., Melkersson, K. & Evertsson, M. (2017). *Maskinelement*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Nationalencyklopedin. (u. å.-a). *Datorstödd konstruktion*. Hämtad 2022-04-26, från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/kort/datorst\protect\unhbox\voidb@x\bgroup\U@D1ex{\setbox\z@hbox{\char127}\dimen@-.45ex\advance\dimen@ht\z@}\accent127\fontdimen5\font\U@Do\egroupdd-konstruktion>
- Nationalencyklopedin. (u. å.-b). *Matberedare*. Hämtad 2022-04-16, från <https://www.ne.se/uppslagsverk/ordbok/svensk/matberedare>
- Osvalder, A.-L. & Ulfvengren, P. (2015). *Work and technology on human terms*. Prevent.

- Otto, K. N. & Wood, K. L. (1996). *A REVERSE ENGINEERING AND REDESIGN METHODOLOGY FOR PRODUCT EVOLUTION* (forskningsrapport).
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. & Grote, K. (2007). *Engineering design a systematic approach*. Springer, London.
- SMHI. (2022). Huvudslutsatser i ipcc:s rapport klimat i förändring 2022: Effekter, anpassning och sårbarhet. Hämtad från <https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/huvudslutsatser-ipcc-s-rapport-klimat-i-forandring-2022-effekter-anpassning-och-sarbarhet-1.180776>
- Zolfagharifard, E. (2014). Are your home appliances making you sick? study links household noise levels to increased blood pressure and heart disease. *Dailymail*. Hämtad från <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2582695/Are-home-appliances-making-SICK-Study-links-household-noise-levels-increased-blood-pressure-heart-disease.html>

Bilagor

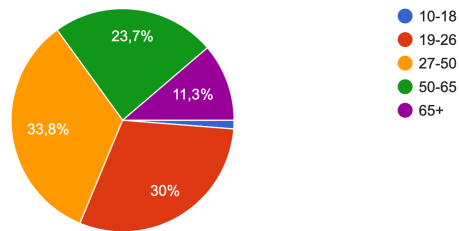
A Enkätundersökning

Svar kundenkät

Kort om dig

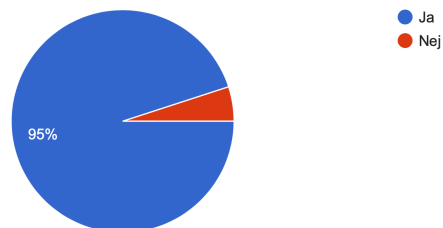
Ålder?

80 svar

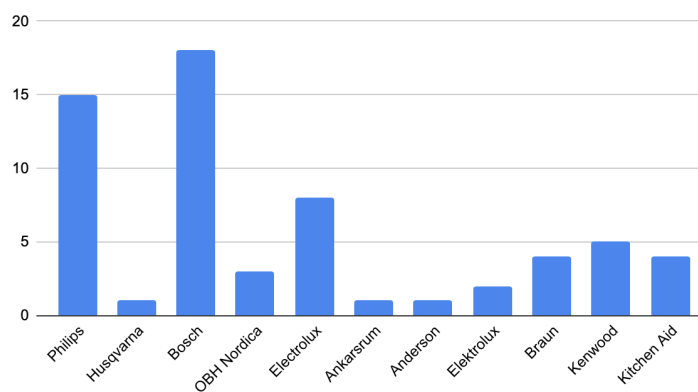


Har du en matberedare?

80 svar



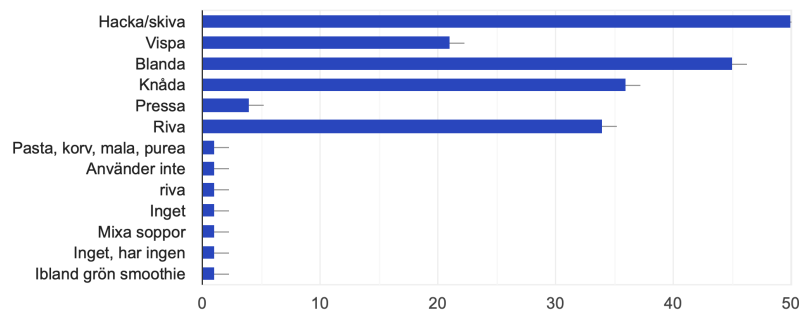
Om ja, vilket märke är matberedaren från?



Användning i dagsläget:

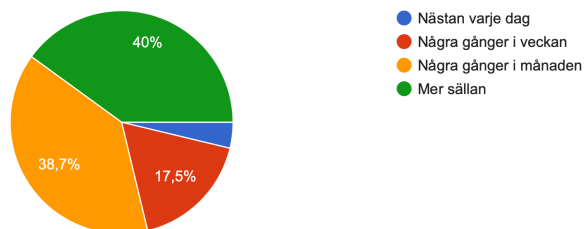
Till vilket ändamål använder du din matberedare?

80 svar



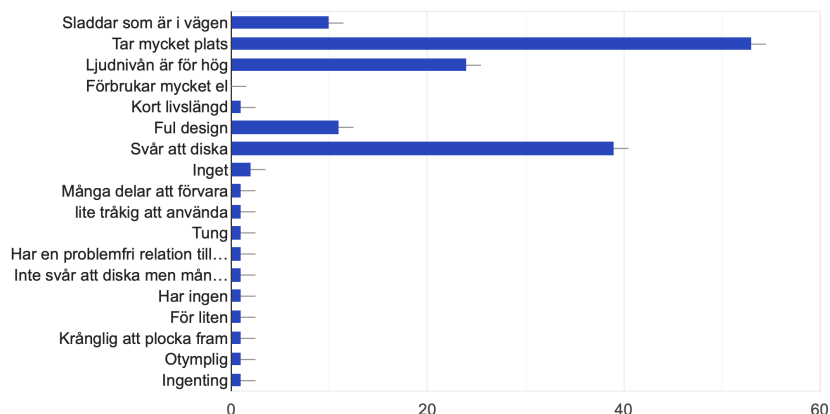
Hur ofta använder du din matberedare?

80 svar



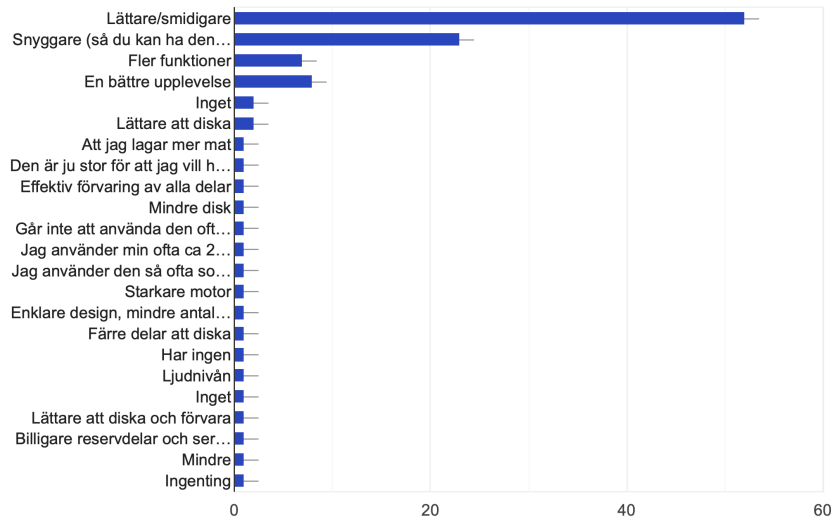
Vad känner du är det största problemet med din matberedare?

80 svar



Vad hade fått dig att använda din matberedare oftare?

80 svar



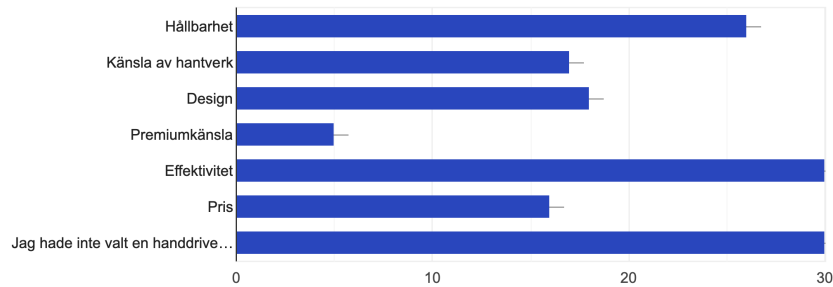
Har du funderat på hur mycket energi du förbrukar i köket? Hade det varit relevant att dra ner din energikonsumption?

80 svar



Vad hade fått dig att välja en handdriven matberedare framför en elektrisk?

80 svar



Om du i ovanstående fråga svarade att du inte hade valt en handdriven matberedare framför en elektrisk, vad beror det på?

Det sköna med matberedaren är att jag slipper riva/mandolina (?), Göra pesto etc för hand! Att den är elektrisk underlättar den processen så man kan fokusera på annat i matlagningen

Effektivitet med elektrisk

Då kan jag lika gärna göra det med andra verktyg och spara platsen en matberedare tar. Ex. Riva på rivjärn

Har inte tänk på att man kan ha en.

En elektrisk kan jobba utan min handpåläggning

Det jag använder min matberedare till skulle kräva extremt mycket muskelkraft. Tror inte heller att en handskriven skulle kunna åstadkomma samma resultat.

För att spara tid och för att få frukten så färskt riven som möjligt.
Tveksam om det blir effektivt o underlättar sysslorna

Har inte kraften

Svårt att tro att det inte blir svårt och tungt. Tex att göra pajdeg tar en halv minut med en matberedare. Kan göra dubbel sats och frysa in för att effektivisera och slippa diska alla delar och därmed spara el.

Tycker om effektiviteten i elektriska maskiner.

Därför att jag ofta kör matberedaren medan jag gör något annat samtidigt. Med en handdriven hade matlagningen tagit för mycket tid och varit ineffektiv

För jag växte upp med handvevade vispar och manuell knådning

För att det krävs muskelkraft. Vill kunna lämna matberedaren när den gör jobbet

Blir inte samma kraft som i matberedaren

Eftersom jag använder den till att knåda deg till matbröd så hade en handdriven inte varit till någon avlastning

Jag gör mkt för hand. Tar fram min Kenwood när jag gör stora degar eller liknande.

Tungt, ont i handlederna, har en matberedare för att den ska sköta arbetet.

Att slippa handkraft är hela saken med en matberedare

Låter jobbigt nu vid 70+. Använder när jag bakar bröd och degel knådas mycket länge.

Elektrisk är smidigare

Jag är lat!

Effektivt att låta matberedare jobba medan man gör annat. River och knådar och vispar saker som hade varit allt för jobbigt/tidsödande att göra för hand.

Har en som går på el för att slippa hacka, riva osv för hand för det har jag redan redskap till.

Jag hade inte valt det på grund av tidsbesparing, maskinen knådar deg i 10 minuter medan jag kan göra annat

Det ska vara enkelt att laga mat. Då är en eldriven matberedare oftast bra.

Knådar surdegsbröd varannan dag, vill inte lägga den tiden på att göra det manuellt för hand. Däremot vispa ägg och socker till en kaka hade ju fungerat.

Anledningen till att ha en matberedare är att slippa göra själv, och att spara tid eftersom man kan gå ifrån den och göra någonting annat. Istället för att ha en handdriven matberedare kan man lika gärna bara knåda själv.

B Kravspecifikation

Kravspecifikation					
Datum: 2022-02-20 Uppdaterad: 2022-04-28		Projektgrupp: IMSX15-22-18			
Krav/kundvärde	K/Ö	Målvärde	Viktning (1-5)	Verifieringsmetod	Kravställare
1. Funktioner					
1.1 Hacka/skiva	K	Kunna hacka enklare grönsaker	5	Test	Projektgrupp
1.2 Vispa	K	Kunna vispa lättavskor, exempelvis grädde	5	Test	Projektgrupp
1.3 Blanda	K	Kunna blanda samman exempelvis en pesto	5	Test	Projektgrupp
1.4 Riva	Ö	Kunna riva mat varor som exempelvis ost	4	Test	Användare
1.5 Pressa	Ö	Kunna pressa citrusfrukter, exempelvis citron	2	Test	Användare
1.6 Knåda	Ö	Kunna knåda en deg	1	Test	Användare
1.7 Förvaring av ingredienser	K	Material tillåtet att röra mat	5	Test	Projektgrupp
1.8 Förvaringsbehållare för skivor och tillbehör	Ö	Finnas som tillbehör	4	Test	Projektgrupp
1.9 Olika skivor och skålar	Ö	<1 antal tillbehör	4	Test	Projektgrupp
1.10 Olika lägen för olika hastigheter	Ö	Veva i olika hastigheter	1	Test	Projektgrupp
1.12 Kunna diskas	K	Diskmaskinsvänligt material	5	Materialprov	Användare
1.13 Mekanisk (handdriven)	K	Inga elektroniska komponenter	5	Test	Kravställare
2. Prestanda					
2.1 Enmannafunktion	K	Ska kunna använda matberedaren själv	5	Test	Användare
2.2 Modulär	Ö	Fler än 1 tillbehör kan monteras i matberedare	3	Test	Användare
3. Miljö (användning)					
3.1 Temperatur i användningsområde [°C]	K	-20°C - 50°C	5	Test	Projektgrupp
3.1.2 Temperatur i användningsområde [°C]	Ö	-50°C - 80°C	4	Test	Projektgrupp
3.2 Temperatur innehåll [°C]	Ö	-50°C - 100°C	3	Test	Projektgrupp
4. Livslängd					
4.1 Livslängd [år]	K	>3	5	Utmattningsprov	Projektgrupp
4.1.2 Livslängd [år]	Ö	>10	4	Utmattningsprov	Projektgrupp
5. Utformning					
5.1 Vikt [kg]	K	< 5	5	Vägning	Användare
5.2 Höjd [mm]	K	<300	5	Mätning	Användare
5.3 Bredd [mm]	K	<300	5	Mätning	Användare
5.4 Djup [mm]	K	<300	5	Mätning	Användare
5.5 Kapacitet [l]	K	>1	5	Mätning	Användare
6. Underhåll					
6.1 Rengöring [min]	K	< 6	5	Test	Användare
6.2 Demontering [min]	K	< 60	5	Test	Användare
7. Ergonomi och antropometri					
7.1 Ergonomiskt handtag	K	Ska kunna vara behaglig vid användning	5	Test	Användare
7.2 Buller inom tillåtet intervall enl. AFS 2005:16 [dB]	K	<85	5	Test	Användare
7.3 Enkelt att hantera komponenterna	K	Ska kunna användas på ett enkelt sätt	5	Test	Användare
7.4 Inga påfrestande rörelser	K		5	Test	Användare
7.5 Handfasta ytor (såsom handtag) ska vara anpassade efter den 95e procentilen för handbredd för män och kvinnor	K	<71, >95mm	5	Mätning	Projektgrupp
7.6 Möjliggöra minimum avstånd från människa till teknisk produkt	Ö	500 mm	3	Mätning	Projektgrupp

7.7 Maximal vinkel av böjd nacke vid användning	K	45°	5	Mätning	Projektgrupp
7.8 Norml arbetshöjd från mark	Ö	80-140 cm från marken	4	Mätning	Arbetsmiljöverket
7.9 Handledsvinkel inom tolerenssatt vinkel	Ö	Extension (dorsi- flexion): 0-40° Flexion (palmar-flexion): 0-30°	4	Mätning	Projektgrupp
8. Estetik					
8.1 Passa i flera kök	K	Få plats hos samtliga i arbetsgruppens kök	5	Analys	Projektgrupp
9. Säkerhet					
9.1 Enkel att använda	K	Samtliga som intervjuades förstår intuitivt hur den används	5	Test	Användare
9.2 Ej skadliga material	K	Endast typgodkända material	5	Granta	Projektgrupp
9.3 Enkel att hålla	K	< tvåhandsfattning	5	Test	Användare
9.4 Stabil	K	Matberedaren rör sig < 1 cm vid användning	5	Test	Användare
9.4.1 Stabilt fäste mot underlag	Ö	Matberedaren har relevant fäste	4	Test	Användare
9.5 Enkel att montera [min]	K	< 10	5	Test	Användare
9.6 Ingen klämrisk	K	totalt < 10 användare totalt skadas på grund av kläm	5	Test	Projektgrupp
10. Material					
10.1 Ska motsä skjuv- och dragspänningar	K	Säkerhetsmarginal för samtliga material, n=2	5	Ansys	Projektgrupp
10.2 Kunna diskas i diskmaskin	Ö	Material anpassat till miljön i en diskmaskin	4	Test	Användare
11. Energi					
11.1 Energiförbrukning [W]	K	0	5	Mätning	Projektgrupp
12. Kostnader					
12.1.1 Tillverkningskostnad [kr]	K	< 500	5	Granta	Projektgrupp
12.1.2 Tillverkningskostnad [kr]	Ö	< 150	4	Granta	Projektgrupp
12.2 Försäljningskostnad [kr]	Ö	> 1000	3	Analys	Projektgrupp
13. Avfallshantering					
13.1 Återvinningsbart [%]	K	50	5	Granta	Projektgrupp
13.1.2 Återvinningsbart [%]	Ö	100	3	Granta	Användare
13.2 Enkel att demontera	K	Tydliga instruktioner som medföljer	5	Test	Användare
13.3 Utbytbara komponenter	K	Möjlighet till att köpa ersättning	5	Test	Projektgrupp
13.4 Tydliga instruktioner för återvinning	K	Märkt med miljöanvisningar	5	Analys	Användare

C Bill of Materials

Bill of materials					
Nr	Namn	Antal	Material	Vikt [g] (per styck)	Totalvikt [g]
1	Skrivar	43	Rostfritt stål	0,96	41,28
2	Bricka	4	Rostfritt stål	0,166666667	0,666666667
3	Fötter	4	Silikon	1,75	7
4	Bottenkapsel	1	PP	21	21
5	Bottenplattan	1	PP	185	185
6	Elkontakt	1	Koppar 50% PE 50%	30	30
7	Sladdihopsättare	1	PP	1	1
8	Sladdihopsamlare	1	PP	10	10
9	Sladdar	13	Koppar 50% PE 50%	20	260
10	Kretskort	1	Koppar 10%, Epoxy resin 90%	121	121
11	Kretskortschassi	1	PP	41	41
12	Mekanisk switch	1	PP	11	11
13	Kretskort knappar	1	Koppar 10%, Epoxy resin 70%, PP 20%	36	36
14	Fasthållare kretskort knappar	1	PP	11	11
15	Fasthållare knapp	1	PP	17	17
16	Knapp	3	PP	7	21
17	Fasthållare elektronik	1	PP	13	13
18	Lång skuv	2	Rostfritt stål	9	18
19	Dämpare	1	PVC-P	88	88
20	PMDC-motor	1	Rostfritt stål 45%, magnet 15%, Koppar 35%, kobolt 5%	1012	1012
21	Rullningslager	1	Kullagerstål	11	11
22	Lock PMDC-motor	1	Rostfritt stål	34	34
23	Hållare växel	1	PE	43	43
24	Litet kugghjul	1	Rostfritt stål	3	3
25	Stort kugghjul med axel	1	Rostfritt stål	67	67
26	Litet rullningslager	1	Rostfritt stål	(inkluderad i ovan)	0
27	Lock växel	1	PE	14	14
28	Chassi inskjutningsknapp	4	PP	0,5	2
29	Fjäder inskjutningsknapp	4	Rostfritt stål	0,375	1,5
30	Inskjutningsknapp	4	PP	0,25	1
31	Rotationsöverförare	1	Tritanplast	11	11
32	Chassi	1	PP	325	325
33	Lock chassi	1	PP	104	104
34	Fasthållare chassi	1	PP	28	28
35	Behållare	1	Tritanplast	287	287
36	Rotationsfästare	1	Tritanplast	51	51
37	Handtag	1	Tritanplast	74	74
38	Fäste för munstycken	1	Tritanplast	42	42
39	Fäste för lock	1	Tritanplast	7	7
40	Tätningring	1	PVC-P	4	4
41	Lock	1	Tritanplast	198	198
42	Spänne för lock	1	Rostfritt stål	10	10
43	Riv tillbehör	1	Rostfritt stål	91	91
44	Skiv tillbehör	1	Rostfritt stål	91	91
45	Brett matningsrör	1	Tritanplast	57	57
46	Smalt matningsrör	1	Tritanplast	28	28
47	Kniv tillbehör	1	Rostfritt stål	56	56
48	Deg-knäda tillbehör	1	Tritanplast	23	23
Totalvikt:					3 608,45

D Materialval

Komponent	Material	Kommentar
Bottenplatta	Aluminium Eventuellt trädetaljer	Aluminium: Tåligt, rostfritt, kan återvinnas, bättre känsla. Trä: Eventuellt för bättre estetiskt intryck
Skål (behållare)	Tritanplast	Matkontakt, samma som referens
Handtag	Polypropen (PP)	Billigt, färgat och skön finish att hålla i
Lock till skål (behållare)	Tritanplast	Matkontakt, samma som referens
Matningsrör	Tritanplast	Matkontakt, samma som referens
Press matningsrör	Tritanplast	Matkontakt, samma som referens
Lock till lockhål	Tritanplast Eventuellt trädetaljer	Matkontakt, samma som referens
Knivtillbehör	Rostfritt stål	Matkontakt, samma som referens
Rivtillbehör	Rostfritt stål	Matkontakt, samma som referens
Degknådartillbehör	Tritanplast	Matkontakt, samma som referens
Vev	Aluminium	Lätt material, hållbart, enkelt att producera för böjen
Vevhandtag	Trä (ek)	Bra estetiskt intryck, förmedlar en känsla av hållbarhet. Blir inte lika kallt som metaller
Kuggar	Rostfritt stål	Köps externt, standardmaterial för kuggar
Bottenplattalock för kuggar	Aluminium	Lätt material, hållbart, tåligt

E Specifikationer för referenslösning

Vikt	3.9 [kg]
Höjd	390 [mm]
Bredd	195 [mm]
Djup	195 [mm]
Rotationshastighet	750-1500 [rpm]
Motoreffekt	250 [W]
Kapacitet skål	1.7 [l]
Effektiv påfyllnadsvolym (trorrvaror)	0.7 [l]
Material, skål	Tritanplast
Material resterande	Plastik
Diskbar	Skål, JA

F Intervjuer

Ämne	Beskrivning
Utformning	<i>Utformning</i> behandlade befintliga matberedare i olika prissegment samt utformningen hos alternativen. Det som efterfrågades var vilket av alternativen som var mest attraktivt att inneha och varför. För att få en nyanserad bild av vad deltagaren hade för preferenser visades det även andra hushållsprodukter i form av kaffekokare, även då i olika prissegment och med olika utformning. Syftet med att inkludera fler hushållsprodukter var att se en trend bland de intervjuades preferenser, egenskaper som är övergripande och inte bara associerade till en viss sorts hushållsprodukter.
Färg	<i>Färg</i> utredde vad olika färger väckte för känslor hos deltagaren. Det visades ett flertal olika färger från en Natural Colour System (NCS)-färgpalett. Fem av färgerna valdes utifrån en befintlig matberedare och utöver dessa inkluderades tre till för att utöka alternativen deltagaren kunde välja. Frågorna som ställdes var dels vilken av färgerna deltagarna hade uppskattat mest för en hushållsprodukt, samt vilken färg som hade gjort att de aldrig hade haft hushållsprodukten framme. Det gavs utrymme för deltagarna att utveckla vilka känslor som väcktes samt vad färgerna associeras med.
Material	<i>Material</i> utredde vilket material som är mest tållande för en hushållsprodukt enligt deltagarna och varför. Det visades bilder på sex olika material som förekommer i köket. Dessa var rostfritt stål, trä, plast, glas, silikon samt porslin.
Storlek	<i>Storlek</i> uppmärksammades i enkätundersökningen och det var därför av intresse att utreda vilken storlek som är att föredra. För att göra det här tillverkades tre olika lådor i tre olika storlekar i skumkartong. Storlekarna baserades på en elektrifierad matberedare och en av-elektrifierad grönsakshackare. En tredje låda tillverkades medvetet mindre än de andra två för att deltagarna skulle få ytterligare en mindre variant att jämföra med.
Vikt	<i>Vikt</i> undersöktes genom att deltagaren fick lyfta tre olika tyngder och beskriva upplevelsen av detta, samt testa på att utföra olika vanliga rörelsemönster så som roterande, horisontella och vertikala lyft. Vikterna var cirka tre, fem och åtta kg. Vikterna placerades i en låda så deltagaren kunde utföra lyften med två händer framför kroppen för att på så vis efterlikna ett scenario där en matberedare lyfts.
Mekanism	<i>Mekanismen</i> på matberederaren utforskades genom att deltagarna fick pröva på olika rörelser för att simulera mekanismer för överförandet av kraft till matberedaren. Detta inkluderande att vrida, röra runt horisontellt, skaka, veva vertikalt, klämma, trampa, trycka samt att dra i rep.

G Morfologisk matris

[illegible]

H Konceptkatalog

Nr.	Konceptkatalog	Förklaring	
1	K1, L2, E3, A4, A5	Blåsa - Ballong - Inget - Kuggväxel - Sugproppar	
2	N1, N2, A3, A4, A5	Springa - Hamsterhjul - Spiralfjäder - Kuggväxel - Sugproppar	
3	E1, E2, A3, A4, F5	Dra (horisontellt) - Dragkejdja - Spiralfjäder - Kuggväxel - Tygfötter	
4	C1, J2, E3, B4, D5	Trampa - Dyna - Inget - Remväxel - Handhållen	
5	B1, B2, E3, A4, B5 & (C5/I5)	Veva horisontellt - Vev - Inget - Kuggväxel - Vikt + friktion/gummi	
6	G1, O2, D3, A4, B5 & (C5/I5)	Pressa - Knapp - Torsionsfjäder - Kuggväxel - Vikt + friktion/gummi	
7	A1, B2, E3, A4, B5 & (C5/I5)	Veva vertikalt - Vev - Inget - Kuggväxel - Vikt + friktion/gummi	
8	L1, F2, E3, A4, B5 & (C5/I5)	Pumpa - Spak - "Linear2Rotating" - Kuggväxel - Vikt + friktion/gummi	
9	H1, C2, D3, A4, B5	Vrida - Pinne - Torsionsfjäder - Kuggväxel - Vikter	
10	E1, D2, A3, B4, A1	Dra horisontellt - Rep - Spiralfjäder - Remväxel - Sugproppar	
11	E1, D2, A3, A4, A1	Dra horisontellt - Rep - Spiralfjäder - Kuggväxel - Sugproppar	
12	G1, F2, F3, A4, H5	Pressa - Spak - Hydraulik - Kuggväxel - Tygfötter	
13	P1, N2, E3, A4, K5	Sparka - Hamsterhjul - Kastspö - Kuggväxel - Hänga på vägg	
14	H1, B2, A3, B4, D5	Vrida - Vev - Spiralfjäder - Remväxel - Handhållen	
15	I1, H2, D3, A1, J5	Skaka - Axel - Torisionsfjäder - Kuggväxel - Skruva fast	
16	Q1, G2, E3, A4, D5	Klämma - Handtag - Inget - Kuggväxel - Handhållen	
17	K1, E2, C3, B4, E5	Blåsa - Dragkejdja - Kastspö - Remväxel - Separat fäste	
18	D1, E2, B3, A4, G5	Dra (vertikalt) - Dragkedja - Sytrådsrulle - Kuggväxel - Limma fast	
19	F1, B2, E3, A4, L5	Trycka - Vev - Inget - Kuggväxel - Hänga från tak	
20	L1, L2, E3, B4, F5	Pumpa - Ballong - Inget - Remväxel - Seperat fäste	
21	B1, B2, A3, A4, A5	Veva (horisontellt) - Vev - Spiralfjäder - Kuggväxel - Sugpropp	
22	A1, B2, A3, A4, A5	Veva vertikalt - Vev - Sprialfjäder - Kuggväxel - Sugproppar	
23	L1, A2, D3, B4, B5	Pumpa - Lina - Torisionsfjäder - Remväxel - Vikt	
24	B1, D2, F3, A4, B5	Veva horisontellt - Rep - Hydraulik - Kuggväxel - Vikt	
25	D1, H2, E3, B4, K5	Dra vertikalt - Axel - Inget - Remväxel - Hänga på vägg	
26	G1, B2, B3, B4, I5	Pressa - Vev - Sytrådsrulle - Remväxel - Gummi fötter	
27	B1, M2, E3, A4, B/C5	Veva horisontellt - Cykelkedja - Inget - Kuggväxel - Vikt/friktion	
28	B1, B2, A3, A4, B5	Veva horisontellt - Vev - Spiralfjäder - Kuggväxel - Vikt	
29	F1, B2, F3, B4, C5	Trycka - Vev - Hydraulik - Remväxel - Friktion	
30	H1, H2, E3, A4, C5	Vrida - Axel - Inget - Kuggväxel - Friktion	
31	B1, H2, E3, B4, E5	Veva horisontellt - Axel - Inget - Remväxel - Seperat fäste	
32	G1, F2, E3, A4, E5	Pressa - Spak - Inget - Kuggväxel - Seperat fäste	
33	E1, M2, A3, A4, B5	Dra horisontellt - Cykelkedja - Spiralfjäder - Kuggväxel - Vikt	
34	A1, B2, E3, A4, E5	Veva kontinuerlig - Vev - Inget - Kuggväxel - Separat fäste	
35	A1, B2, E3, A4, B5	Veva kontinuerlig - Vev - Inget - Kuggväxel - Vikt	
36	A1, B2, E3, A4, A5	Veva kontinuerlig - Vev - Inget - Kuggväxel - Sugproppar	
37	G1, O2, A3, A4, C5	Pressa - Knapp - Spiralfjäder - Kuggväxel - Friktion (material)	
38	A1, P2, D3, A4, C5	Veva (vertikalt) - Ratt - Torisionsfjäder - Kuggväxel - Friktion (material)	

I Elimineringsmatris

CHALMERS		Elimineringsmatris - Matheredare											Skapad: 2022-03-03		Sida 1.		
Kandidatgrupp: IMSX15-22-18													Modificerad:		Behåll koncept (+)		
													Ja (+)		Eliminera koncept (-)		
													Nej (-)		Mer information krävs (?)		
													Brist på information (?)		Se kravspecifikation (!)		
													Se kravspecifikation (!)				
Koncept	Elimineringskrav													Kommentarer		Beslut	
	Uppfyller funktionskraven	Realiserbar	Livstid (> 3 år)	Användarvänlig enligt användarstudie*	Passa i bestämd miljöer	Stabilit underlag	Inga påfrestande rörelser	Utformning enligt kravspec	Modulär design	Kugg vid utväxling, rem/kedja vid överföring	Säker att använda	Tillräcklig information	Annan anledning				
1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-					
2	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-					
3	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-					
4	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-					
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+					
11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
12	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-					
13	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-					
14	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+					
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-					
16	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+					
17	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-					
18	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+					
19	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-					
20	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-					
21	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
22	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
23	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+					
24	+	-	?	+	+	+	+	+	-	+	+	-	Svårt att veta				
25	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+					
26	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
27	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
28	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
29	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-					
30	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+					
31	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+					
32	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+					
33	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
34	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+					
35	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
36	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
37	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
38	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					

J Ny konceptkatalog

Nr.	Konceptkatalog 2	Förklaring		
5/7	B1, B2, E3, A4, B5 & (C5/I5)	Veva - Vev - Inget - Kuggväxel - Vikt + friktion/gummi		
6	G1, O2, D3, A4, B5 & (C5/I5)	Pressa - Knapp - Torsionsfjäder - Kuggväxel - Vikt + friktion/gummi		
8	L1, F2, E3, A4, B5 & (C5/I5)	Pumpa - Spak - "Linear2Rotating" - Kuggväxel - Vikt + friktion/gummi		
9	H1, C2, D3, A4, B5	Vrida - Pinne - Torsionsfjäder - Kuggväxel - Vikter		
11	E1, D2, A3, A4, A1	Dra horisontellt - Rep - Spiralfjäder - Kuggväxel- Sugproppar		
27	B1, M2, E3, A4,B/C5	Veva - Cykelkedja- Inget- Kuggväxel- Vikt/friktion		
33	E1, M2, A3, A4, B5	Dra horisontellt - Cykelkedja - Spiralfjäder - Kuggväxel - Vikt		
35/36	A1, B2, E3, A4, A/B5	Veva - Vev - Inget - Kuggväxel - Vikt/Sugproppar		
37	G1, O2, A3, A4, C5	Pressa - Knapp - Spiralfjäder - Kuggväxel - Friktion (material)		
38	A1, P2, D3, A4, C5	Veva - Ratt - Torisionsfjäder - Kuggväxel - Friktion (material)		

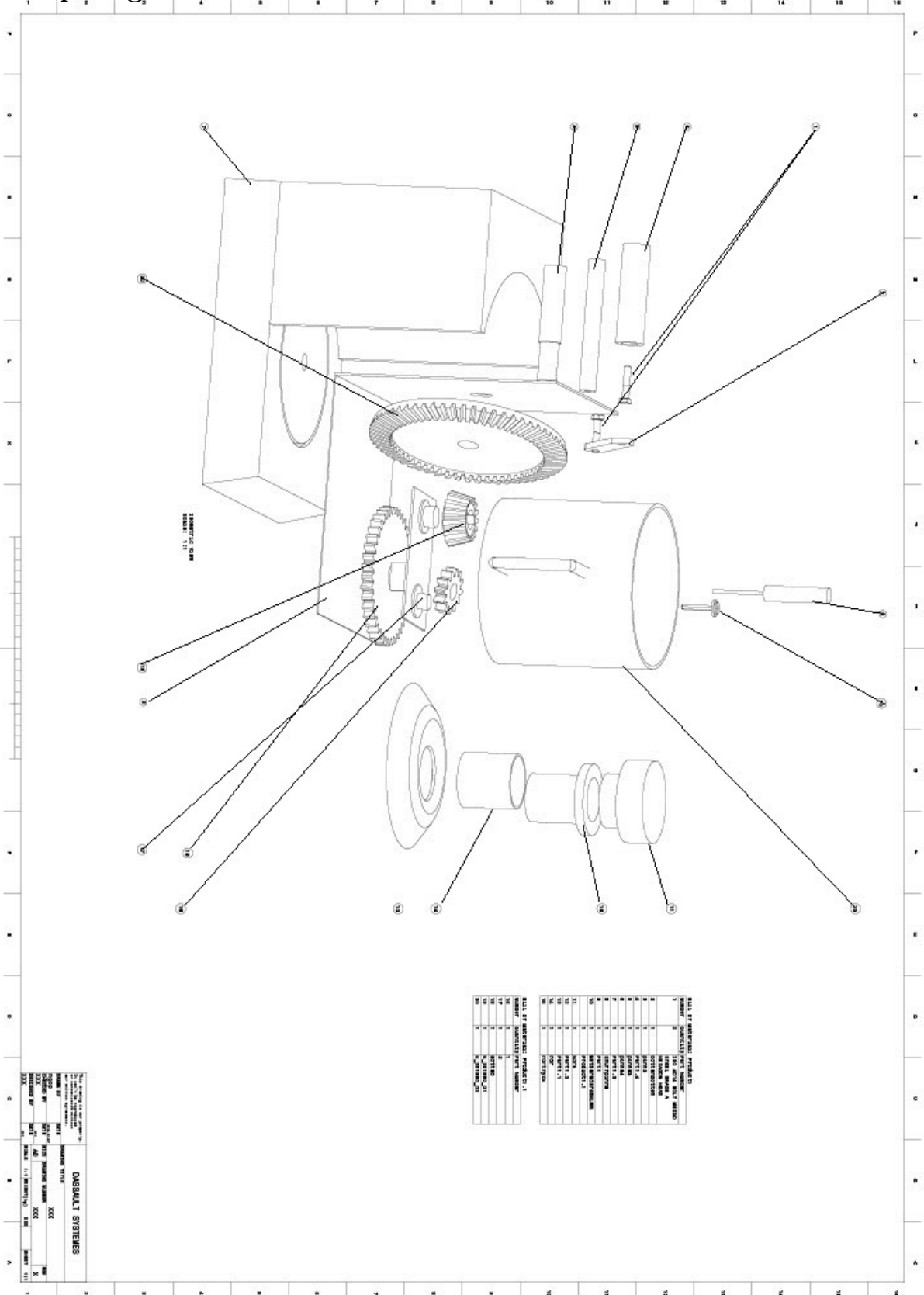
K Pughmatris 1

CHALMERS	Pughmatris 1									
Kandidatgrupp IMSX15-22-18	Skapad: 2022-03-03 Modifierad:									
Krav	Koncept									
Ref	5/7	6	8	9	11	27	33	35/36	37	38
Uppfyller funktionskraven	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Livstid (> 3 år)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Användarvänlig enligt användarstudie*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passa i beständ miljö	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Stabilit underlag	0	0	0	-	+	0	-	+	-	-
Inga påfrestande rörelser	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utformning enligt kravspec	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Modulär design	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Simplicitet	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Säker att använda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tillräcklig information	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E+	7	7	7	7	8	7	7	8	7	7
E 0	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1
E-	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3
Net värde	5	5	5	4	6	5	6	7	4	4
Rank	3	3	3	4	1	3	2	1	4	4
Vidareutveckling	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Bestut	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling
Reflektion	Sugproppar kanske är stabilt men inte användarvänligt, då det fastnar och kanske är jobbigt									

L Pughmatris 2

CHALMERS	Pughmatris 2										
Kandidatgrupp IMSX15-22-18			Skapad: 2022-03-03 Modifierad:								
Krav	Ref	5/7	6	8	9	11	27	33	35/36	37	38
Uppfyller funktionskraven	-	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Livstid (> 3 år)	-	+	0	+		0	+	0	+	0	0
Användarvänlig enligt användarstudie*	+	0	-	-	R	0	0	0	0	-	0
Passa i bestånd miljö	-	0	0	0	E	0	0	0	0	0	0
Stabil underlag	+	+	+	+	F	+	+	0	+	0	0
Inga påfrestande rörelser	+	+	+	+	F	0	+	0	+	+	+
Uiforming enligt kravspec	-	0	0	0	E	0	0	0	0	0	0
Modulär design	-	+	0	-	R	0	+	0	+	0	0
Simpel mekanism	-	+	0	+	E	+	+	0	+	0	0
Säker att använda	-	0	+	0	E	-	0	-	0	+	0
Tillräcklig information	0	0	0	0	N	0	0	0	0	0	0
Σ+	3	5	3	4	S	2	5	0	5	2	1
Σ 0	1	6	7	5		8	6	10	6	9	10
Σ-	7	0	1	2		1	0	1	0	1	0
Net värde	-4	5	2	2		1	5	-1	5	1	1
Rank	5	1	2	2		3	1	4	1	3	3
Vidareutveckling	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Resultat	-	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling	Vidareutveckling

M Sprängskiss



LIST OF MATERIALS - PROJECT 1	
NUMBER	QUANTITY PER ASSEMBLY
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1

Part Name: **ASSEMBLY SYSTEMS**

Customer: **XXXX**

Project: **XXXX**

Revision: **1.0**

Drawn by: **XXXX**

Checked by: **XXXX**

Approved by: **XXXX**

Date: **XXXX**

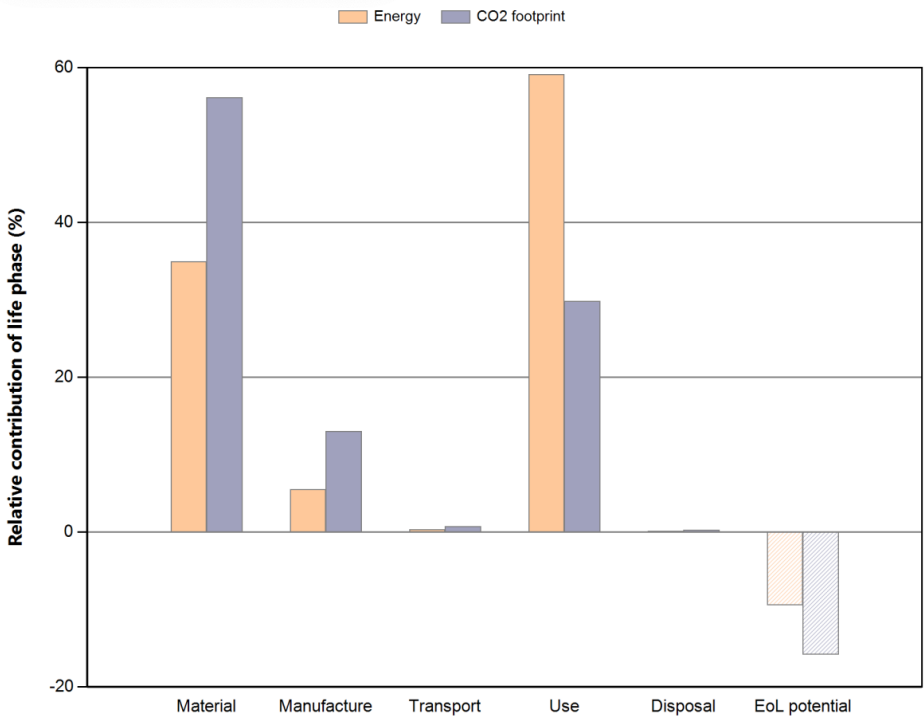
N Feleffektsanalys av process

(Process) FMEA - Failure Mode and Effects Analysis														
CHALMERS			Datum: 2022-03-29		Utförd av: Kandidatid: IMSX15-22-18					Produkt: Av-elektrifierad matberedare				
Artikel		Feleffekt			Rank					Åtgärd				
Nr.	Funktion	Feltillstånd	Orsak	Effekt	Test	PO (Sannolikhet att felet uppstår)	S (Allvarlighet)	PD (Sannolikhet att upptäcka felet)	RPN	Rekommendation	PO	S	PD	RPN
1	Läsa skålen mot botten	Går inte att läsa	Trasiga läskomponenter	Lös skål --> tillbehör kan inte användas	Känna av och veva	3	5	8	120	Manual för montering	3	2	8	48
2	Montera tillbehör	Går inte att montera	Felaktiga toleranser	Obrukbar	Känna av	1	9	10	90	Ersätt felaktiga delar	1	5	10	50
3	Fylla skålen med livsmedel	Smutsig	Svår att diska	Ohygienisk	Visuell inspektion	3	3	8	72	Diskinstruktioner	2	2	5	20
4	Läsa locket mot skålen	Får inte av lock	Baklås	Skålen försluts och innevarande mat går ej att få ut	Känna av	4	4	10	160	Tydliga instruktioner för hantering av lock	1	4	10	40
5	Sätta på lock	Slitage	Hård användning	Läckage av livsmedel	Visuell inspektion	2	3	5	30	Ersätt lock	2	2	5	20
6	Sätta på matingsrör	Går inte att montera	Felaktiga toleranser	Svårare ihållning	Känna av	1	9	10	90	Ersätt felaktig del	1	5	10	50
7	Veva vev	Högt motstånd vid vevning	Fel montering av kugghäxlar	Svårare användning	Känna av	1	5	6	30	Reparation	1	2	4	8
8	Veva vev	Lågt motstånd vid vevning	Slitage	Dålig utväxling	Känna av	4	4	5	80	Reparation/Kassering	4	2	5	40

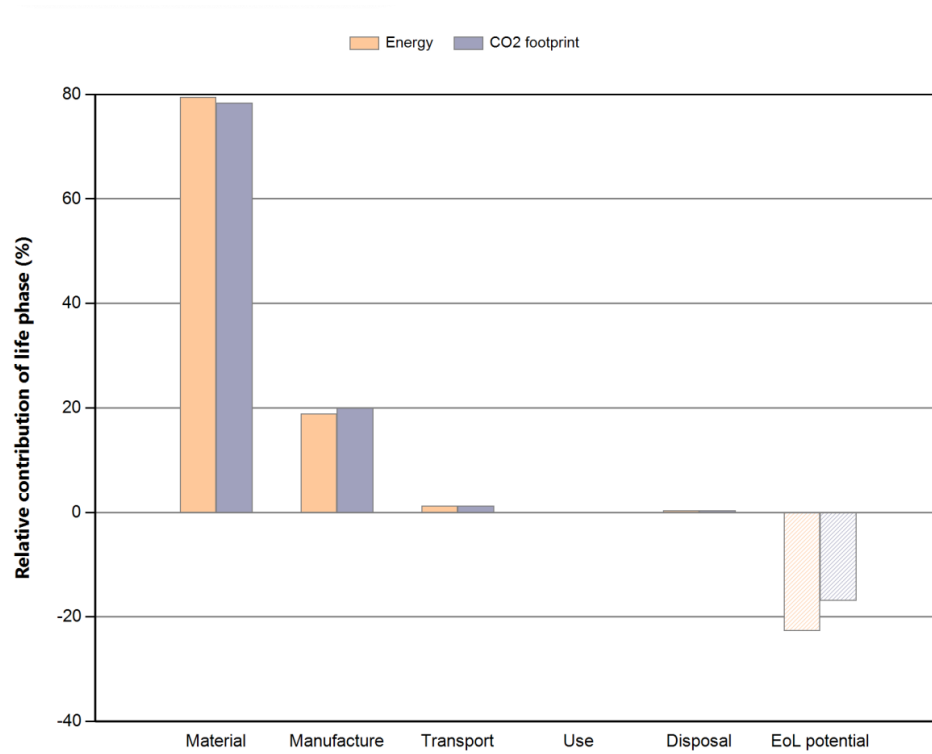
O Feleffektsanalys av design

(Design) FMEA på avelektrifierad matberedare							
Artikel	Feltillstånd		Effekt			Rank	Åtgärd
Synliga komponenter	Feltillstånd: tillverkning, användning, åldrande eller miljö		Orsak	Sannolikhet	Effekt	Synlighet	RPN
1	Bottenplatta med vägg - Neutral färg, komplex design	Miljö	Damm och smuts kan samlas vid "veck"	7	6	7	294
2	Avtagbar bottenplan - Neutral färg, komplex design	Användning	Slitage vid av- och påtagning	6	5	5	150
3	Skål - Transparent, cylindrisk	Användning	Brott i material	7	6	8	336
4	Handtag - Mjuk färg, rektangulär design	Åldrande	Brott i material	3	7	7	147
5	Matningsrör - Transparent, cylindrisk	Tillverkning	Skada på material under tillverkning	4	3	7	84
6	Lock - Transparent, cirkulär	Användning	Slitage vid av- och påtagning	4	8	3	96
7	Vev - Metallisk färg, komplex design	Användning	Slitage vid vevning	3	5	3	45
8	Korklock - Korkfärgad, cirkulär	Tillverkning	Felaktiga toleranser	2	5	6	60
Relation							
1 - 2	Bottenplatta med vägg + avtagbar bottenplan - Formskillnad	Tillverkning	Formavvikelse: "Råthål", synligt in mellan delarna eller dålig anpassning emellan	3	4	4	48
1 - 7	Bottenplatta med vägg + vev - Skillnad i textur och färg	Tillverkning	Färgavvikelse mellan material, olika textur	6	7	7	294
1 - 3	Bottenplatta med vägg + skål	Åldring	Olika material åldras på olika sätt	5	5	7	175
3 - 4	Skål + handtag	Tillverkning	Höjdskillnad, glapp	7	3	5	105
3 - 6	Skål + lock	Användning	Glapp, trångt	4	8	4	128
6 - 5	Lock + matningsrör	Användning	Glapp, trångt	4	8	4	128
6 - 8	Lock + korklock	Åldring	Brott (sprött material)	8	9	8	576

P Referenslösningens energikonsumption och koldioxidavtryck



Q Matberedarens energikonsumption och koldioxidavtryck



R Kostnadsuppskattning

Kostnadsuppskattning för varje part (batch intervall: 1'000-10'000)		
Material	Vikt [kg] (per enhet)	Kostnads intervall [SEK]
Rostfritt stål	3,5	112-119
Rostfritt stål	0,147	28,9-29,2
Rostfritt stål	0,67	24,1-25,5
Rostfritt stål	0,01	13,6-13,7
Rostfritt stål	0,04128	6,26-6,34
Rostfritt stål	0,03	5,54-5,6
Tritan	0,29	30,4-34,3
Tritan	0,2	25,1-27,8
Tritan	0,085	17,4-18,5
Tritan	0,074	16,5-17,5
Tritan	0,051	14,5-15,2
Tritan	0,049	14,3-15,0
Tritan	0,023	11,4-11,7
PP	0,331	20,2-20,7
PP	0,231	15,9-16,3
PP	0,1	9,44-9,59
PP	0,028	4,54-4,58
PP	0,024	4,17-4,21
Silikon	0,072	5,2-5,75
PVC + PMMA	0,088	15,5-16
PVC + PMMA	0,004	7,23-7,25
PE-HD	0,043	12,1-12,2
PE-HD	0,014	9,42-9,43
Rullningslager stål	0,011	3,77-3,78

Maximal kostnad: 474,22

Minimal kostnad: 427,67