

Utveckling av sorteringsutrustning som säkerhetsställer orientering av produkter vid mängdpåfyllning av magasin

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammen design och produktutveckling och maskinteknik

Joakim Johansson

Victor Dighammar

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP

Utveckling av sorteringsutrustning som säkerhetsställer orientering av produkter vid mängdpåfyllning av magasin.

Victor Dighammar
Joakim Johansson

© Victor Dighammar, Joakim Johansson, 2024.

Handledare: Håkan Almius, Industri- och materialvetenskap
Examinator: Håkan Almius, Industri- och materialvetenskap

Examensarbete 2024

Institutionen för industri- och materialvetenskap
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Telefon +46 31 772 1000

Erkännanden, dedikationer och liknande personliga uttalanden återspeglar författarens egna åsikter.

Omslagsbild: Slutkonceptet tratt med omrörning, se mer på s. 38

Göteborg, Sweden 2024

Förord

Denna rapport är resultatet av ett examensarbete på 15hp, utfört under vårterminen 2024 på Chalmers Tekniska Högskola under institutionen för industri- och materialvetenskap.

Vi vill rikta ett stort tack till GOT Design som har gett oss möjligheten att få göra detta examensarbete. Tack till Mikael och Rikard som har gett deras inputs och hjälpt oss föra projektet framåt.

Vi vill även tacka vår handledare och examinator Håkan på Chalmers som har stöttat och väglett oss genom hela projektet. Dessutom vill vi också tacka alla som på något sätt har deltagit i våra intervjuer, workshops eller hjälpt oss på annat vis.

Abstract

The thesis at GOT Design aims to develop a new solution for sorting equipment that ensures that the orientation of tampons when refilling a magazine in bulk. The current dispenser used by GOT Design requires tampons to be refilled one at a time, and the purpose of this project is to create a mechanical concept that allows for bulk refilling of the dispenser.

The first phase of the work involved a preliminary study, which include patent searches to investigate existing solutions to similar problems, as well as historical solutions. This phase also included a market analysis to identify existing solutions from competitors in the current market and an examination of the size of hygiene boxes and containers found in public restrooms. Insights from this phase were then used as the basis for creating a functional analysis and a requirement specification.

In the next step, insights from the previous phase were combined with methods such as brainwriting and brainstorming to generate ideas. Several different ideas emerged, and sketches and mockups were created for these. The ideas formed the basis for different concepts that were then compared and evaluated using tests and a Pugh matrix. After evaluation and testing, the "Funnel concept" emerged as the winner. It was then divided into subsystems, which were then further developed individually. In this stage 3D-printed components were used, which then formed the basis for a final concept.

The final concept is based on the results obtained from the investigations and tests conducted. The concept features a funnel with an angled cylinder at the bottom. Inside the angled cylinder, there is a "stirrer" that can rotate. The main function of the concept is that the tampons slide down the funnel due to gravity and then, with the help of the "stirrer's" rotation, they orient themselves correctly in the cylinder and falls into a magazine.

The final concept is mechanical and based on a simple solution, that solves the task of orienting the tampons. It is recommended to further test the concept and optimize the various components to ensure the reliability of the dispenser.

Sammanfattning

Examensarbetet vid GOT Design syftar till att ta fram en ny lösning för sorteringsutrustning som säkerhetsställer orientering av tamponger vid mängdpåfyllning av ett magasin. Den dispenser som GOT Design har idag kräver att tamponger fylls på en och en. Syftet med det här projektet är att få fram ett mekaniskt koncept som kan göra det möjligt för masspåfyllning av dispensern.

Första fasen av arbete omfattades av en förstudie där det utfördes patentsökningar för att undersöka vad det finns för befintliga lösningar på liknande problem idag, samt vad som funnits tidigare. I denna fas gjordes det även en marknadsanalys för att identifiera befintliga lösningar av konkurrenter i dagens läge, samt en undersökning på storleken av hygienboxar och behållare som finns på allmänna toaletter idag. Insikterna från denna fas användes sedan vidare som grund när en funktionsanalys och kravspecifikation skapades.

I nästa steg användes insikter från den tidigare fasen tillsammans med metoderna brainwriting och brainstorming för att idégenerera. Flera olika idéer kom fram och de gjordes skisser och mockups på dessa. Idéerna la grunden till olika koncept som sedan jämfördes och utvärderades med hjälp av tester och en Pugh-matris. Efter utvärdering och tester vann trattkonceptet. Det delades upp i delsystem och utveckling av dessa skedde då var för sig. Vid senare tester användes CAD-modellerade 3D-printade detaljer för tester, som sedan blev grunden till ett slutkoncept.

Slutkonceptet grundar sig i resultatet som erhöles av de studier, undersökningar samt tester som har genomförts. Konceptet bygger på en tratt med en vinklad cylinder i botten. I den vinklade cylindern sitter en omrörare som kan rotera. Konceptets huvudfunktion bygger på att tampongerna åker ner i tratten på grund av gravitation och sedan med hjälp av rotation av en omrörare orienterar sig rätt i cylindern och tar sig vidare in i ett magasin.

Slutkonceptet är mekaniskt och bygger på en enkel lösning som löser uppgiften att orientera tampongerna. Vidare rekommenderas det att testa konceptet ytterligare samt optimera de olika komponenterna för att säkra driftsäkerheten av dispensern.

1.	Inledning	1
1.1.	Bakgrund.....	1
1.2.	Syfte	1
1.3.	Avgränsningar	1
1.4.	Precisering av frågeställningen	2
2.	Metod och genomförande	3
2.1.	Projektplanering.....	3
2.2.	Förstudie	3
2.2.1.	Patentsökning	4
2.2.2.	Marknadsanalys	7
2.2.3.	Undersökning av hygienboxar och behållare	10
2.3.	Funktionsanalys	11
2.4.	Kravspecifikation	13
2.5.	Konceptgenerering	15
2.6.	Dator-Simulering.....	19
2.7.	Utvärdering av koncept och konceptval	19
2.8.	Vidareutveckling, förbättring av koncept och prototypbygge	22
2.9.	Funktionellt test och måluppfyllnad	35
3.	Slutgiltigt koncept	38
3.1.	Konceptet - Tratt med omrörning.....	38
3.2.	Tratten	39
3.3.	Cylindern.....	40
3.4.	Omröraren	41
3.5.	Magasin.....	41
3.6.	Behållarens övriga funktioner.....	42

3.7.	Animering av funktion	43
4.	Diskussion	45
4.1.	Använda metoder och dess relevans	45
4.2.	Går konceptet att tillverka?	46
4.3.	Vidareutveckling	46
4.4.	Vad hade gruppen gjort annorlunda?.....	47
4.5.	Hållbarhetsaspekter.....	47
4.6.	Slutsats	48
	Källförteckning	49
	Figurer	50
	Bilagor	51
	Bilaga A - Funktionellt test av omrörare	51
	Bilaga B - Användarstudie byggd på renderingar av dispensern.....	52

1. Inledning

I detta examensarbete vid GOT Design ska en ny lösning för sorteringsutrustning som säkerhetsställer orientering av cylindriska produkter vid mängdpåfyllning av ett magasin utvecklas. Projektet genomförs hos GOT Design, en ingenjörbyrå som specialiserar sig på produktutveckling och konstruktion av plastprodukter.

1.1. Bakgrund

GOT Design är en ingenjörskonsultbyrå med ca 30 anställda baserat i Mölndal. De har specialiserat sig på projekt med design och konstruktion i plast och tillhandahåller kompetens genom hela utvecklingsprocessen av en produkt. GOT Design arbetar främst med utveckling inom fordonsindustrin.

Förutom att vara verksam i fordonsindustrin så jobbar GOT Design med utveckling av olika typer av dispensrar för olika produkter. Dessa dispensrar har flera funktioner, men processen att fylla på dem kan vara tidskrävande. En dispenser som är särskilt besvärlig är en som ska mata ut tamponger. För att fylla behållaren, behövs för tillfället varje tampong läggas in en och en. Detta på grund av att orienteringen av dessa ska vara på ett specifikt sätt för att utmatningen av produkter ska ske på rätt sätt.

1.2. Syfte

Detta examensarbete syftar till att konstruera och utveckla ett koncept på en sorteringsutrustning, som är användarvänlig och har en driftsäker konstruktion som säkerhetsställer orientering av tamponger i ett magasin. Konstruktionen ska göra det möjligt att fylla på en mängd tamponger i magasinet på ett effektivt och användarvänligt sätt. Konstruktionen ska vara driftsäker och kräva så lite underhåll som möjligt. Utöver utvecklingen och design av konstruktionen ska projektet besvara detaljer så som vilka komponenter som behövs.

1.3. Avgränsningar

Examensarbetet ska ske inom en bestämd tidsperiod med start 2024-01-15 och med en slutlig presentation vecka 23. Examensarbetet är på 15hp vilket innebär att det ska läggas

50% av studietiden under denna period på arbetet. Detta blir totalt ca 400 timmar arbete per person. Lösningen ska ej vara beroende av en energikälla. De tamponger som sorteringsutrustning tas fram för är tamponger utan applikator.

1.4. Precisering av frågeställningen

Utveckling av lösningen

- Hur utvecklades lösningen?

Lösningens funktionalitet

- Hur fungerar lösningen?
- Hur bidrar lösningens design och implementation till en mer användarvänlig påfyllning av magasinet?

- Kan magasinet mängdpåfyllas utan beroende av en energikälla?

Lösningens konstruktion

- Vilka komponenter behövs?
- Är lösningen mekanisk?

2. Metod och genomförande

I detta kapitel presenteras vilka metoder som används i projektet samt genomförandet och utfallet av dessa. Projektet bygger till stor del på den produktutvecklingsprocessen som presenteras av Lindstedt och Burenus i The Value Model (Lindstedt & Burenus, 2016).

2.1. Projektplanering

Projektplanering är processen att skapa en detaljerad och strukturerad plan för att definiera, organisera och genomföra ett projekt. Det innebär att identifiera och klargöra delmål, fastställa resurser, planera tidslinjen och deadlines samt skapa strategier för att hantera eventuella hinder och risker som kan uppkomma under projektets gång. En projektplan agerar som en vägledande karta genom projektets förlopp, den ger stöd och riktning att följa.

Det finns flera sätt att skapa en projektplanering, ett av dessa är genom ett Gant schema. Ett Gant schema är en grafisk representation av ett projekts tidslinje. Det visar olika moment och den estimerade tiden varje moment kräver. Varje moment från början till slut representeras i schemat där de enskilda momentens start och slut-datum är markerade. Ett Gant schema ger en översiktlig bild av projektets struktur och moment vilket gör det enkelt att följa planeringen under projektets gång.

Genomförande

Projektplaneringen genomfördes de två första veckorna av projektet. Det utmynnade i att en grund för projektet tog form. Frågeställningar, syfte, avgränsningar och Gantt-schema tog form och bildade tillsammans inledningen i denna rapport.

2.2. Förstudie

I detta kapitel presenteras förstudien som genomförs för att undersöka vad det finns för kända lösningar idag. Det undersöks även om det är något som kan vara till nytta i detta

projekt, samt undersöka produkter med liknande funktion som finns ute på marknaden idag.

2.2.1. Patentsökning

Patentsökning i detta projekt utförs i olika patentdatabaser så som Espacenet.

Patentsökningen är en process som genomförs för att undersöka vad det finns för

befintliga kända lösningar på liknande problem idag, samt vad som funnits tidigare.

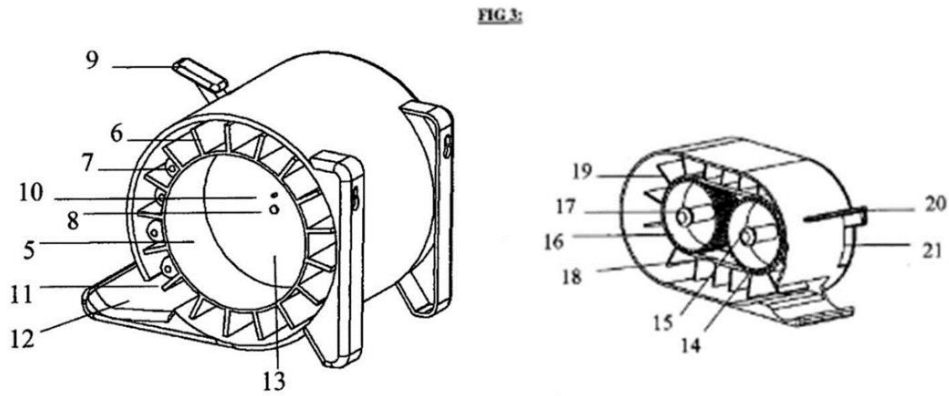
Lämpliga sökord används för att sälla och få fram patent som kan hjälpa till och skapa inspiration till projektet.

Genomförande

Vid genomförandet av patentsökning skedde sökningar på patentdatabasen Espacenet. De sökord som användes var "Tampon dispenser" och "Tampon vending machine". Flera olika undersöktes, några presenteras nedan.

A Compact Tampon Dispenser - Kompakt tampongdispenser

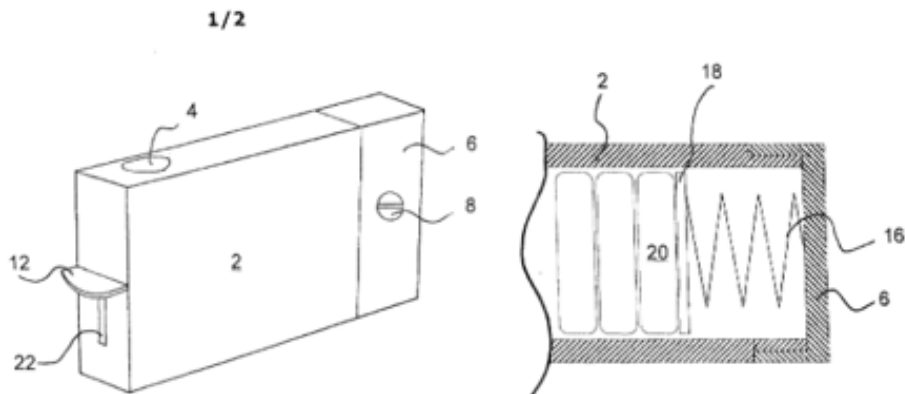
Den första patentet (Karakuz & Karakuz, 2008) som undersöktes var en simpel lösning på utmatning av tamponger. Detta är en mekanisk lösning som matar ut en tampong för varje gång en spak trycks på. Lösningen består av ett roterande skovelhjul med en tampong i varje fack i hjulet, se figur 1. Skovelhjulet är kopplat till en spak, när spaken trycks ned roterar hjulet och en tampong trillar ut och fångas upp av en plattform. Lösningen lagrar tamponger i hjulet, när tampongerna måste fyllas på sker detta manuellt genom att det matas in en och en i varje tomt fack.



Figur 1- A compact tampon dispenser. [1]. Återgiven med tillstånd.

Tampongbehållare- Dispenser med fjäder

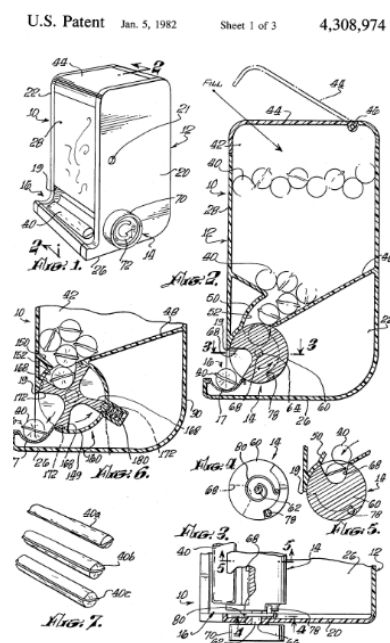
Detta patent (Fard, 2009) bygger på en behållare för individuellt bruk som är avsedd att användas för att kunna ta med sig hygienartiklar. Behållare i figur 2 bygger på ett magasin som innehåller ett antal produkter. Produkterna trycks ned av en fjäder. Vidare används en typ av spak för att trycka ut produkten ur behållaren. Behållaren är utvecklad med syfte att förenkla att få ut en produkt ur en behållare utan risk för ytterligare produkter att trilla ur.



Figur 2- Tampongbehållare. [2] Återgiven med tillstånd.

Helhetslösning Rullmekanism - Tampon dispenser

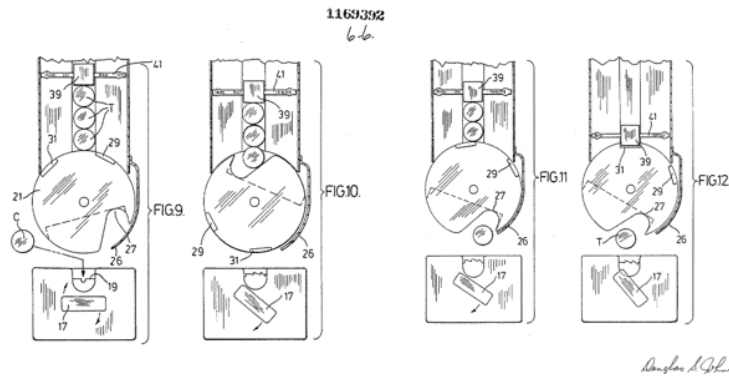
Ett ytterligare patent som undersöktes var patentet US4308974 "A Tampon dispenser" (Jones, 1982) som kan ses i figur 3. Patentet har en lösning avsedd för utmatning av en tampong ur en behållare fylld med flera tamponger. I behållaren finns ett guidande plan som gör så att tampongerna åker ner till den trumma som har plats för en tampong. Vid rotation av ett vred på utsidan vrids trumman framåt och tampongen åker ut ur trumman. Trumman åker tillbaka med hjälp av en vridfjäder och då åker nästa tampong ner i trumman.



Figur 3- Tampon dispenser. [3]. Återgiven med tillstånd.

Rotating drum dispensing machine - Roterande trumma

I detta patent (Schwarzli, 1984) presenteras en behållare bestående av ett magasin och en inbyggd roterande dispenser, se figur 4. Produkterna lagras i behållaren med hjälp av en ränna, samma ränna matar fram produkterna till den roterande dispensern. Den roterande dispensern används genom att rotera ett handtag. Dispensern har en funktion som gör att handtaget låser sig i ett läge när dispensern är tom.



Figur 4- Rotating drum dispensing machine. [4] Återgiven med tillstånd.

2.2.2. Marknadsanalys

Marknadsanalysen genomförs för att identifiera befintliga lösningar som finns tillgängliga av konkurrenter i dagens läge. Analysen genomförs både baserad på information och patent om produkten, samt på fysiska produkter. Genom att analysera konkurrenters lösningar kan det fås fram styrkor och svagheter på deras produkter. Dessa svagheter och styrkor kan sedan användas som hjälp när idé och konceptgenerering ska ske i projektarbetet.

Genomförande

I detta kapitel presenteras en konkurrensanalys som har genomförts. Genom att undersöka konkurrenter som finns på marknaden idag, skapas en uppfattning om vilka behov som finns och vad som kan behöva utvecklas, vilket sedan används vidare i nästa steg i projektet. Även saker som om vilka styrkor och svagheter de olika konkurrenterna besitter kan ha en stor betydelse för vidare utveckling.

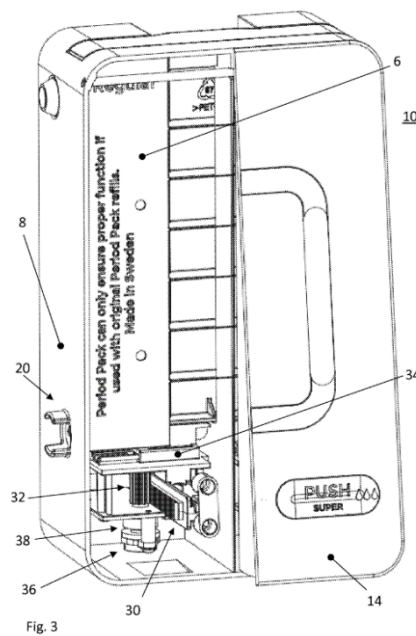
Period pack

Period pack Sweden har utvecklat dispensrar för kvinnliga hygienartiklar så som tamponger och bindor. De är tillverkade av återvunnen plast och drivs utan någon energikälla. Deras behållare rymmer totalt 32 tamponger, 16 på varje sida. En tampongutmatning startar genom att man trycker på framsidan av dispensern, när denna

tryckknapp pressas in flyttas en kuggstång horisontellt bak vilket roterar ett kugghjul som sedan matar ut en tampong. Översiktlig bild kan ses i figur 5.

Dispensern har en mekanisk lösning för tidsfördröjning, efter att tampongen har matats ut börjar en fjäder rotera tillbaka kugghjulet och kuggstången till sin ursprungsposition, vilket kan ses i deras patent (Mattson & Svensson, 2022). I denna rotation finns det ett justerbart motstånd som skapar önskad tidsfördröjning tills dispensern är tillbaka i ursprungspositionen och kan användas igen. Denna lösning behöver ingen typ av vridning vilket gör den användarvänlig för människor med funktionshinder.

Påfyllning sker genom att ett fack dras upp från toppen av dispensern. I detta fack kan sedan tampongerna placeras på höjd. Dispensern rymmer 16 tamponger på varje sida.



Figur 5- Mechanical Time Delay Product Dispenser. [5] Återgiven med tillstånd.

Hospesco Evogen

I patentet av Morad m.fl. (2017) finns Hospesco Evogens dispenser beskriven. Denna dispenser fungerar genom att en knapp på fronten av maskinen trycks in. En påskjutare trycker mot produkten som trycker ner den från sin hylla ner i ett fack där produkten blir

tillgänglig för användaren. Den är utvecklad så att det krävs mindre än 5 pounds (22.3 N) kraft för att trycka in knappen, vilket är ett krav från ADA (American Disability Acts).

Påfyllningen av produkten sker genom att man tar en handfull tamponger och lägger i samtidigt. Detta är en amerikansk maskin och där är det tamponger med applikator som används. Så till skillnad från i Sverige är det lättare att ta en handfull tamponger och fylla på maskinen, då dessa är lättare att orientera på grund av sin storlek. Apparaten har en vikt som trycker ner produkterna mot botten som hjälper produkterna att orientera sig och komma i rätt position. Den har även en fördröjningsfunktion som kan justeras med hjälp av en skruv.

Red Locker

Red Locker erbjuder en dispenser av kvinnliga sanitetsprodukter. Det har inga patent registrerade på sig. Dispensern bygger på rotation av en knapp som gör att produkten faller ner i ett fack där användaren kan ta produkten. Dispensern har en inbyggd reglerbar låstid som motverkar svinn. Red Locker har dessutom en app tillgänglig i App Store, som kan användas för att lokalisera publika dispensrar. De senaste dispensrarna kräver att man laddar ner och använder deras app för att få ut gratis mensskydd, de kräver en NFC-bekräftelse.

Övriga

Utöver de tre ovannämnda konkurrenterna finns de konkurrenter som erbjuder liknande produkter. De erbjuder inga direkta dispensrar utan de erbjuder behållare av kvinnliga sanitetsprodukter. De har ingen funktion som stoppar någon från att ta flera produkter samtidigt. Exempel på dessa är Tork Libresse dispenser, Periodically och Auntflow.

Sammanfattning

Förundersökningen som genomförts har gett idéer på hur problemet i detta examensarbete ska kunna lösas. Analys och jämförelse av dessa patent hjälper till i nästa

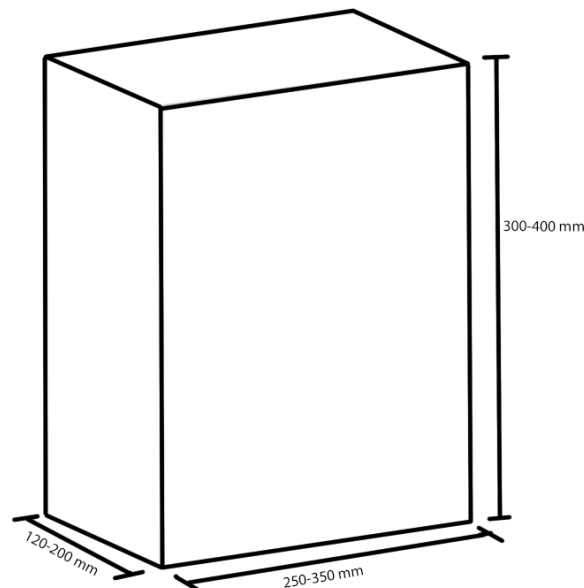
steg i detta arbete, vilket är konceptgenereringsfasen. Analysen av konkurrenterna ger även en förståelse om vilka lösningar som finns idag och vad som krävs för att konkurrera med dessa.

2.2.3. Undersökning av hygienboxar och behållare

För att få en uppfattning av hur stor sorteringsanordningen max bör vara genomförs en undersökning på allmänna toaletter. Undersökningen görs på dimensionerna på befintliga behållare och hygienboxar för att få en uppfattning av vilka mått som är rimliga att förhålla sig till och inte sticka ut.

Genomförande

En undersökning utfördes på fem olika toaletter runtom på Chalmers campus. Med hjälp av en tumstock undersöktes måtten på de olika behållarna och hygienboxarna som fanns tillgängliga. Måtten varierade mellan olika behållare. Höjden på behållarna varierade mellan 300-400 mm, bredden varierade mellan 250-350 mm och djupet varierade mellan 120-200 mm. Dessa dimensioner kan ses förtydligade i figur 6.



Figur 6- Dimensioner på undersökta behållare och hygienboxar

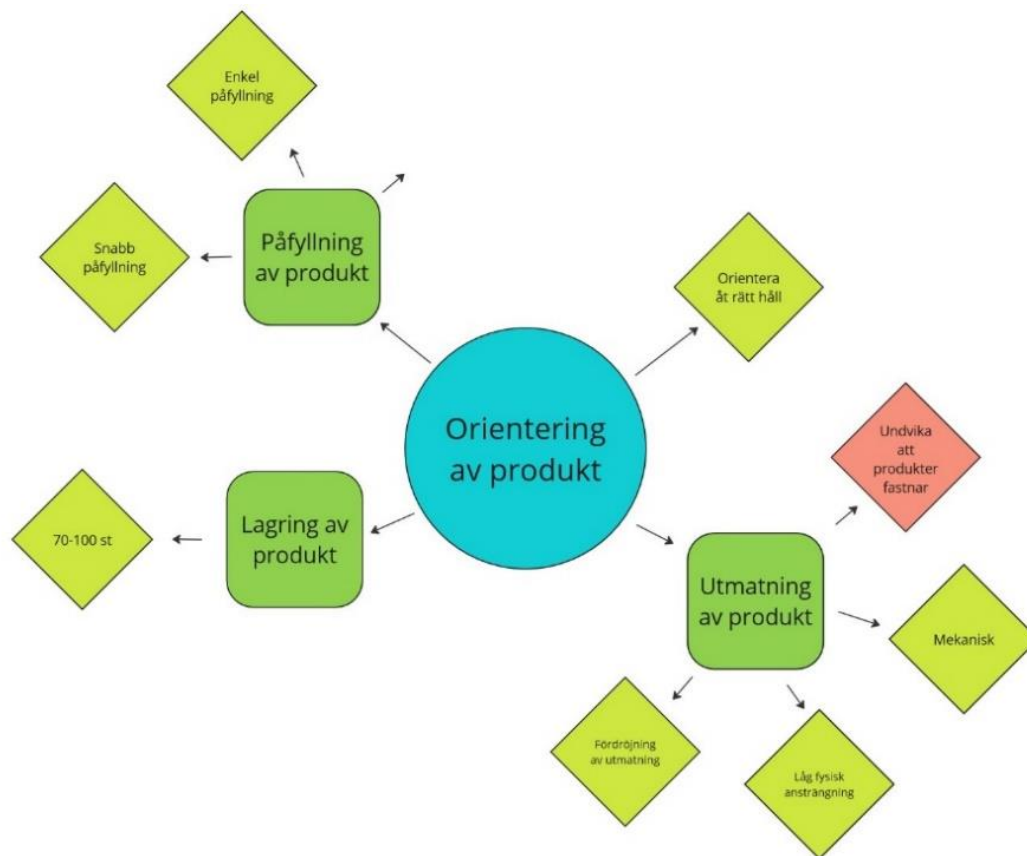
2.3. Funktionsanalys

En funktionsanalys syftar till att analysera och förstå hur olika komponenter eller delar i ett system integrerar för att uppfylla en viss funktion. En tydlig huvudfunktion identifieras först och därefter bryts systemet ned i enskilda komponenter för vidare analys. Dessa analyseras för att förstå komponenters specifika roller och hur de bidrar till systemets övergripande mål.

En annan viktig aspekt av genomförandet av en funktionsanalys är att kartlägga relationer och interaktionerna mellan komponenterna. Detta för att förstå hur kraft och material flödar genom systemet och hur komponenterna påverkar varandra. Genom att förstå detta kan man identifiera möjligheter till förbättring. Exempel på detta kan vara eliminering av överflödiga komponenter eller implementera ny teknologi för att förbättra systemets prestanda.

Genomförande

Vid genomförandet av funktionsanalysen gjordes först en Mind map bestående av ett funktionsträd. Funktioner och begränsningar idégenererades fram utifrån hur den tänkta produkten är tänkt att fungera samt baserat på den befintliga produkten som finns idag. Funktionsträdet som tog form kan ses nedan i figur 7.



Figur 7- Mind map

Efter att ett funktionsträd tagit form gjordes det en uppställning av funktionerna i en tabell. Där funktionerna delades in i olika funktionstyper, såsom huvudfunktion, delfunktion och stödfunktion. Huvudfunktionen orientera produkt handlar om att produkten behöver orientera sig på rätt sätt för att utmatningen ska fungera som den ska. Alla dessa funktioner som presenteras i tabell 1 har en påverkan på hur väl produkten kommer att fungera. Med hjälp av funktionsanalysen togs de funktioner som är betydande för den framtida lösningen fram.

Tabell 1 Funktionsanalys

Funktion	Substantiv	Verb	Substantiv
Huvudfunktion	Lösningen	Orientera	Produkt
Delfunktion	Lösningen	Förvara	Produkt
Delfunktion	Lösningen	Medge	Användarvänlighet
Delfunktion	Lösningen	Vara	Mekanisk

2.4. Kravspecifikation

En kravspecifikation skapas för att skapa en förståelse av vilka krav som ska ställas på lösningen. Kravspecifikationen bygger på tidigare gjord patentsökning, marknadsanalys och funktionsanalys. I kravspecifikation ställs krav på produkten baserad på olika kategorier. I den sätts även målvärde samt värderas kraven om de är krav eller önskvärda. I kravspecifikationen sätts även verifieringsmetod av kravet om det finns. Kravspecifikationen används senare som grund vid genomförandet av konceptgenerering.

Genomförande

Kravspecifikationen skapades för att redogöra vilka krav som finns på produkten idag samt vilka krav som ska finnas på den nya produkten. Utöver kraven sattes det målvärde på de krav som behövde det och så värderades kraven utifrån om de var nödvändiga eller önskvärda. Kravspecifikationen som tog form kan ses nedan i tabell 2. Kravspecifikationen har uppdaterats med nya krav genom projektets gång när nya insikter om produkten kommit fram.

Tabell 2. Kravspecifikation

Kriterier	Målvärde	K/Ö	Verifieringsmetod	Referens
Funktioner				
<i>Huvudfunktion</i>				
Orientera produkt	Verkningsgrad 100 %	K	Test	Projektbeskrivning
<i>Tilläggfunktioner</i>				
Medge användarvänlighet		K		Projektbeskrivning
Vara mekanisk		K		Projektbeskrivning
Förvara produkt	70-100 st	K	Räkning	Projektbeskrivning
Enkel tillverkning	<5 komponenter	K		Projektbeskrivning
Enkel montering	<5 min	K	Test	Projektbeskrivning
<i>Oönskade funktioner</i>				
Produkt fastnar		K		Projektbeskrivning
Prestanda				
Kraftåtgång vid användning	<5 N	K	Test	Användare
Livslängd				
Livslängd funktion	3 år	K	Utmattningsprov	Projektbeskrivning
Storlek				
Bredd	<300 mm	K		Förstudie
Djup	<200 mm	K		Förstudie
Höjd	<400 mm	K		Förstudie
Underhåll				
Påfyllning	<30 sek	K	Test	Användare
Påfyllning	<10 sek	Ö	Test	Användare
Underhåll av produkt	<10 min	K	Test	Användare

2.5. Konceptgenerering

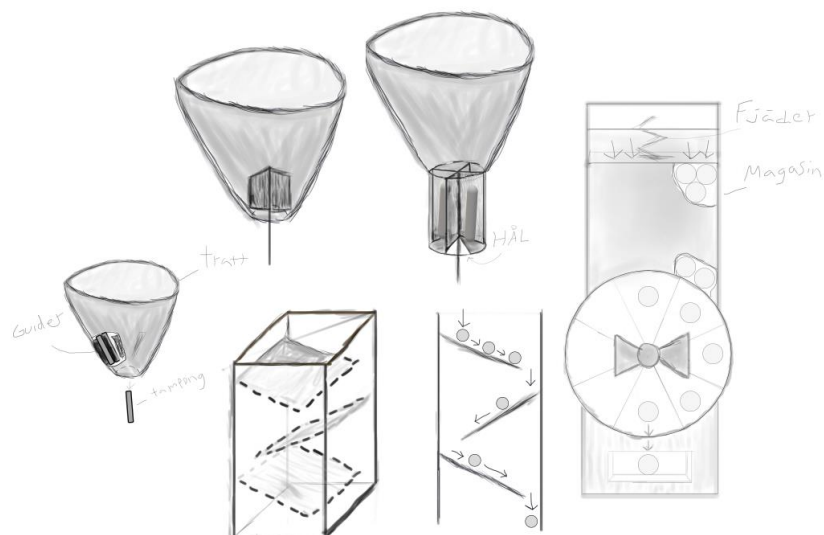
Konceptgenerering är en process då olika sorters idégenereringsmetoder används för att komma på olika koncept och idéer. Den ska genomföras med hjälp av brainwriting och brainstorming, med funktionsanalysen och kravspecifikationen i åtanke. Utöver dessa metoder ska metoden Osborns idésporrar användas för att generera olika idéer. Osborns idésporrar har som mening att ge nya vinklar till problemet och skapa nya idéer, den bygger på hjälporden; förstora, förminska, kombinera, ersätta, bearbeta, omplacera, modifiera, göra tvärtom och andra användningar (Österlin, 2016).

Under konceptgenereringen ska mockups tillverkas för att testa funktionen av de olika utvecklade koncepten. Minst tre olika koncept ska ta form för att sedan utvärderas i nästa steg.

Genomförande

Det har sedan tidigare skapats ett dokument för idéer där, när det framkommit en idé har den skrivits ner eller skissats upp för att den ej ska bli glömd. Med hjälp av tidigare nämnda dokument samt grunden som har erhållits ifrån förundersökningen påbörjades det ett pass med brainwriting kombinerat med brainstorming. Funktionsanalysen och kravspecifikationen var även till hjälp här.

Detta pass ledde till att flera olika idéer kom fram och några enkla skisser gjordes av dessa. Dessa olika skisser kan ses i figur 8 nedan.



Figur 8- Skisser från första idégenereringstillfället.

Då det kändes osäkert på hur de olika idéerna skulle kunna klara av grundfunktionen som efterfrågats valdes det att göra funktionella test med hjälp av att göra mockups av idéerna. Det gjordes med hjälp av kapaboard, lim och olika pet-flaskor. Några av dessa mockups kan ses i figur 9 nedan.

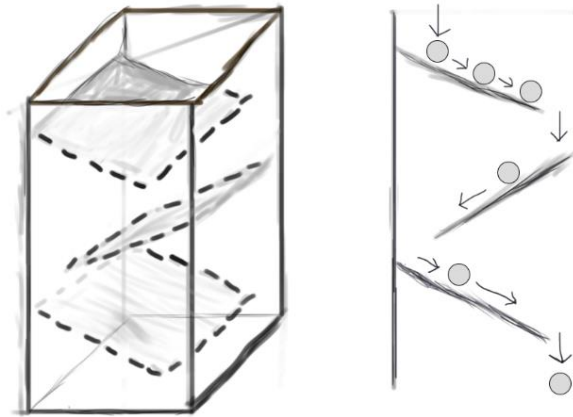


Figur 9- Mockups för test av funktion.

Testningen med hjälp av mockups ökade kunskapen och förståelsen för hur tampongerna rör sig runt kring olika typer av hinder. Testerna resulterade i att fyra olika koncept valdes som ansågs vara intressanta att arbeta vidare med. Dessa koncept presenteras nedan.

Koncept 1 - Rutschkanan

Rutschkanan, som kan ses i figur 10, bygger på ett avlångt ihåligt rätblock med små plan likt en rutschkana. Produkterna som släpps ner färdas längs med olika plan till botten av rätblocket. Där släpps en produkt ner till nästa steg i processen. Tanken är att produkterna ska räta upp sig av rutschkanan oavsett vilken orientering som de släpps ned i.



Figur 10- Koncept 1 - Rutschkanan.

Koncept 2 - Tratten

Koncept 2 är uppbyggd likt en tratt, se figur 11. Den har ett hål i botten där en pinne med en typ av roder går upp. Produkterna fylls på ovanifrån och färdas ner längs med trattens väggar. För att få produkterna att åka ner i trattens hål används ett roterande roder som sticker upp i tratten.



Figur 11- Koncept 2-Tratten.

Koncept 3 - Tratten med Cylinder

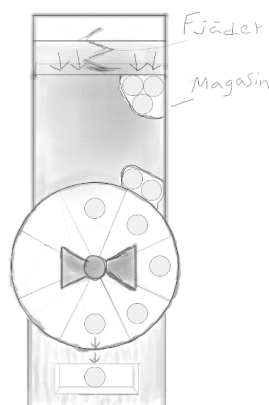
Koncept 3 (se figur 12) påminner även den om en tratt. Den har en cylinder påbyggd i botten där en centrerad pinne med ett skovelhjul sticker upp. Produkterna faller ned längs med tratten ner i cylindern där skovelhjulet sitter. Vid rotation av pinnen knuffar skovelhjulet ner produkterna i ett hål på undersidan av cylindern.



Figur 12- Koncept 3 - Tratten med cylinder

Koncept 4 - Tuggummiautomaten

Koncept 4 (se figur 13) är uppbyggt likt en tuggummiautomat. Den har ett magasin som sitter ovanpå ett roterande skovelhjul som har flertalet luckor där produkterna kan ligga i. Under skovelhjulet finns en ficka där produkterna åker ut. Produkterna ligger vilande i magasinet. Vid rotation av vredet på framsidan åker en produkt ut i fickan samtidigt som en produkt fyller på hjulet på ovansidan



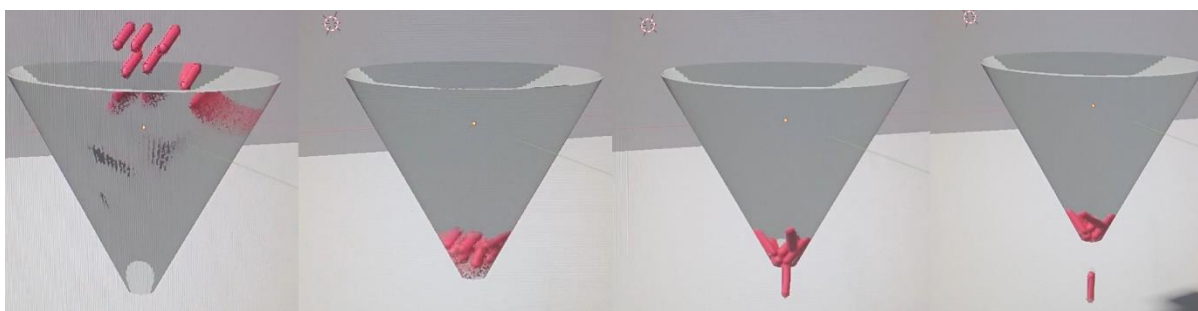
Figur 13- Koncept 4 - Tuggummiautomaten

2.6. Dator-Simulering

Datorsimulering genomförs för att kunna testa variationer av olika lösningar utan att behöva bygga upp en prototyp för varenda en. Den sker med hjälp av att skapa olika variationer av koncepten i CAD-mjukvara som sedan importeras och simuleras med hjälp av en simuleringsmjukvara. Det som främst undersöks är funktionen av sorteringen av produkter och hur dessa produkter påverkas av utformningen av lösningen.

Genomförande

Simulering genomfördes i ett simuleringsprogram för att testa funktion ytterligare. Tanken med att använda simuleringsprogram för att testa funktionen var för att snabbt kunna testa olika varianter av lösningar utan att behöva göra en fysiskmodell. Ett exempel på en simulering som genomfördes kan ses nedan i figur 14. Användningen av simuleringar valdes att inte gå vidare med på grund av att resultatet av animationerna i simuleringsprogrammet inte kändes tillräckligt realistiska.



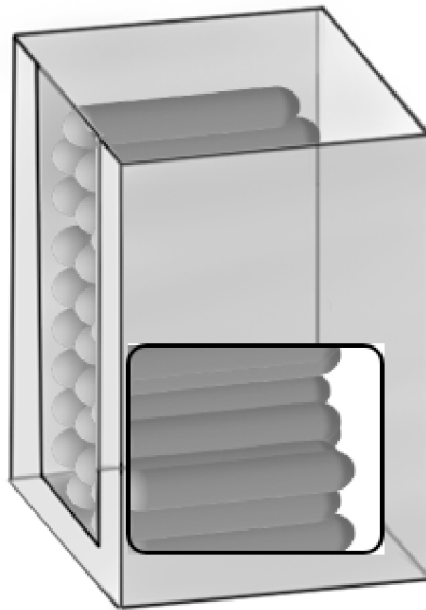
Figur 14- Simulering av funktion

2.7. Utvärdering av koncept och konceptval

Utvärdering av koncept sker med hjälp av en Pughmatris som består av tester och olika kriterier som koncepten ska klara av. Metoden bygger på att en referenslösning jämförs med de olika framtagna koncepten. Varje koncept går igenom var för sig och får "+" om de klarar kriteriet eller funktionen bättre, "-" om de är sämre samt "0" om de är likvärdiga jämfört referenslösningen(Lindstedt & Burenus, 2016). Ur utvärderingen tas ett vinnande koncept för vidare utveckling och utvärdering.

Genomförande

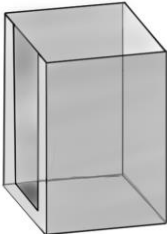
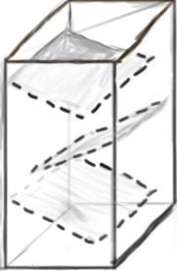


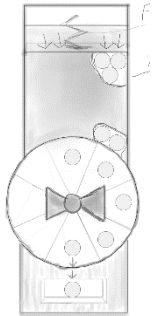
De koncept som tidigare presenterats i idégenereringen utvärderades sedan mot varandra i en Pugh-matris. Som referenslösning användes den nuvarande lösningen som finns i den produkt som är tillgänglig idag, där produkterna ej kan masspåfyllas utan staplas en och en i ett magasin, se figur 15.



Figur 15- Referenslösning, nuvarande lösning.

Kriterier som används i Pugh-matrisen, som ansågs vara viktiga för lösningen, togs fram ur kravspecifikationen. Sedan jämfördes de olika koncepten med referenslösningen i varje kriterium. Nedan i tabell 3 kan resultatet ses av Pugh-matrisen.

Tabell 3. Pugh-matris

Kriterium	Produktkoncept	K1	K2	K3	K4
	Ref	Rutchkanan	Tratten	Tratt med cyl	Tuggummi
					
Förenklad påfyllning	0	+	+	+	0
Orientering av Produkt	0	-	+	+	0
Uppfyllande av funktion	0	-	0	0	0
Montering	0	-	-	-	-
$\Sigma +$	0	1	2	2	0
$\Sigma 0$	4	0	2	2	3
$\Sigma -$	0	3	1	1	1
Nettovärde	0	-2	1	1	-1
Rangordning		3	1	1	2
Vidareutveckling		Nej	Ja	Ja	Nej
Beslut		Elim	Behåll	Behåll	Elim

Utifrån utvärderingen som skedde valdes det att gå vidare med koncepten K2- "Tratten" och K3- "Tratt med cylinder". Dessa koncept var de som hade högst nettovärde i jämförelsen med de andra koncepten. Koncepten hade högre nettovärde än referenslösningen eftersom den är bättre på påfyllningen av produkter och kan orientera produkterna, vilket är huvudfunktionen som detta projekt bygger på. Därför valdes det att utforska K2 och K3 vidare.

2.8. Vidareutveckling, förbättring av koncept och prototypbygge

I detta skede sker vidareutveckling av de tidigare vinnande koncepten. Det undersöks om det finns några svagheter, samt styrkor med koncepten. Genom att introducera koncepten till GOT Design och handledaren kan lösningarna betraktas ur ett nytt perspektiv. Detta gör att nya insikter och synvinklar kommer fram.

I samband med vidareutveckling genomförs det bygge av prototyp vilket innebär att skapa en tidig version av en produkt för att utvärdera dess funktionalitet. Metoden låter utvecklaren praktiskt undersöka och kontrollera sin produkt innan den slutgiltiga versionen tas fram. Genom att skapa en prototyp kan man identifiera problem tidigt i processen som man annars inte hade upptäckt, vilket spar både tid och resurser.

Prototypen ska tillverkas med hjälp av 3D-printing. 3D-printing är en metod som skapar fysiska objekt baserade på digitala modeller. Objekten tillverkas genom att tunna lager succesivt byggs på varandra vilket möjliggör för komplexa geometrier och detaljer.

Genomförande

Efter utförd utvärdering av koncepten bestämdes det att trattkoncepten K2 och K3 var de som skulle vidareutvecklas. Vid vidareutvecklingen av dessa koncept undersöktes de om de fanns möjligheter att kombinera dessa samt vilka möjligheter som fanns för att utveckla dem var för sig. Med hjälp av brainwriting, Osborns idésporrar och mockup-modeller testades olika lösningar. Vidareutvecklingen mynnade ut i flera idéer som baserades på en ny referenslösning som i tidigt skede skapades av en kombination av K2 och K3. Nedan presenteras referenslösningen samt idéer baserade på den.

Ny referenslösning för vidareutveckling

Den nya referenslösningen som kan ses i figur 16 bygger vidare på K2 och K3 från tidigare fas. Cylindern som sitter på tratten är vinklad för att skapa ett bättre flöde för produkterna när de glider ner. Den vinklade cylindern gör det även möjligt att använda tyngdkraften för att få produkten att ta sig vidare till nästa steg. I referenslösningen är det även tänkt att något ska finnas inuti cylindern, något som kan röra till och då skapa rörelse

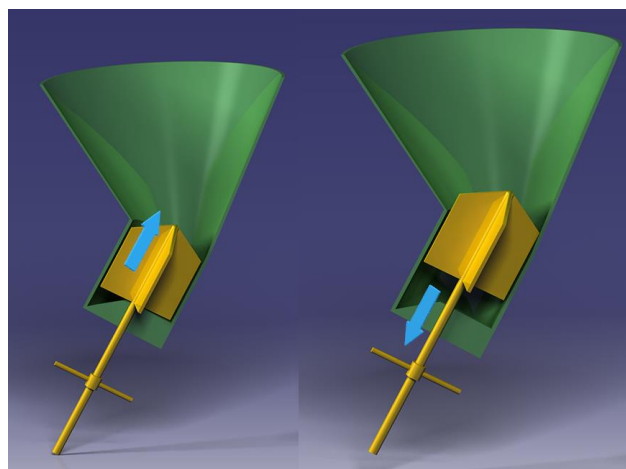
på produkterna. Nästa steg är att undersöka vilken typ av rörelse omrörningen skall använda. De olika koncepten på vilken typ av rörelse som skall användas presenteras nedan.



Figur 16- Skiss på referenslösning

Koncept I Pumpen - "upp o ner"

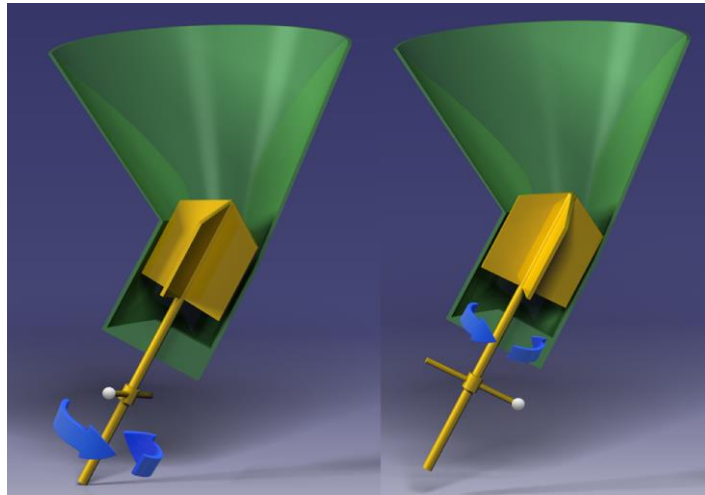
Koncept I bygger på referenslösningen, funktionen som omröraren har är att den går upp och ner. I denna lösning sker ingen rotation av omröraren. Omröraren åker upp en liten bit i tratten och trycker upp produkter som befinner sig där och sedan ned igen, se figur 17. Den skapar en rörelse bland produkterna som gör att produkterna åker ner i de spår som finns på omröraren.



Figur 17- CAD-modell av Koncept I.

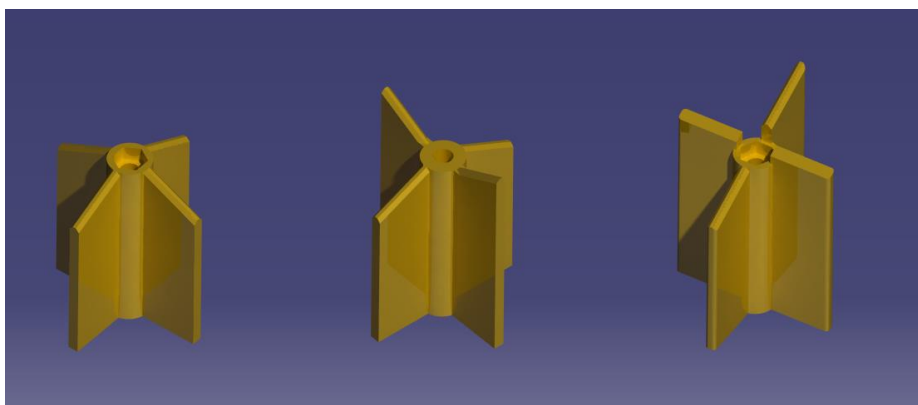
Koncept II - "Enkel rotation"

Koncept II bygger också på referenslösningen. I detta koncept sticker omröraren upp i tratten och roterar runt sin axel. Omröraren roterar runt inne i tratten vilket i sin tur rör runt produkterna så att de faller ned i omrörarens spår, se figur 18. I alla koncept kan omröraren konstrueras på olika sätt för att få olika resultat på omrörningen.



Figur 18- CAD-modell av Koncept II.

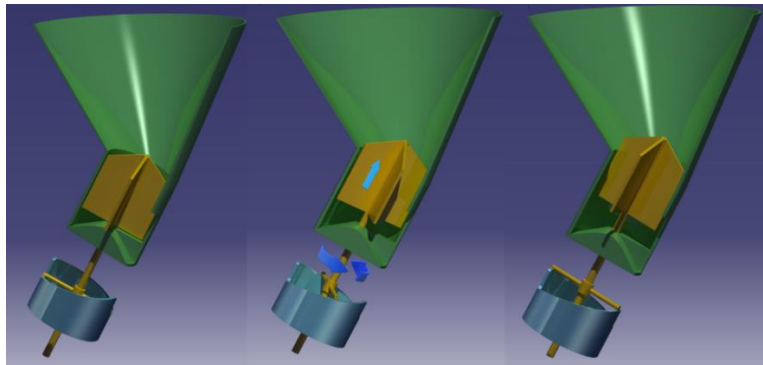
Olika omrörare kan göra så att produkterna i tratten rör sig runt på olika sätt. Nedan i figur 19 kan tre stycken olika idéer på omrörarhuvud ses. Den första från vänster har en konformad topp. Den i mitten har en "spett"-liknande form som har två sidor riktade uppåt och två nedåt. Den längst till höger har ett vinklat snitt som går genom hela huvudet.



Figur 19- CAD-modeller av olika omrörare.

Koncept III - "Rotation med höjning"

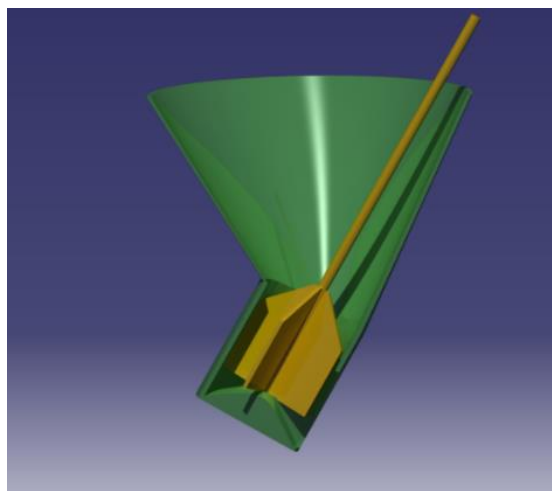
Koncept III fungerar som en kombination av Koncept I och Koncept II där omröraren under rotationen också förs upp och sedan ned med hjälp av en kam, vilket kan ses i botten av konceptet på figur 20. Detta skapar ytterligare omrörning av produkterna vilket innebär att mer produkter faller ned. Konceptet har en mer avancerad mekanisk lösning jämfört med de andra.



Figur 20- CAD-modell av Koncept III.

Koncept IV - Enkel rotation ovanifrån

Koncept IV som kan ses i figur 21 bygger på enkel rotation av omröraren på samma sätt som Koncept II. I detta koncept sitter omrörarens axel ovanifrån i tratten. Tanken av denna konstruktion är att den sparar plats samt att det går att montera ytterligare omrörare på högre upp på axeln i tratten.



Figur 21- CAD-modell av Koncept IV.

Test av koncept

För att utföra tester på koncepten byggdes det mer robusta prototyper än de tidigare, som var tillverkade i PET-plast och papp. Prototyperna tillverkades av diverse material som köptes in. Det som köptes in var trattar, avloppsrör med 50mm i diameter, gängstång av stål i storlek M5 och en påse med M5-muttrar. Själva omröraren är en komplicerad geometri som modellerades fram i CAD-mjukvara. Den 3D-printades i prototypplabbet på Campus Johanneberg. Själva tillverkningen av prototypen skedde i designstudion på Campus Lindholmen. Resultatet av tillverkningen kan ses i figur 22 nedan.



Figur 22- Koncept av tratt och avloppsrör samt 3D-printad omrörare monterad på m5 stång

I samband med att omröraren printades ut modellerades det fram en hållare av tratten, som skapade möjligheten att fästa tratten på ett bord vid tester av koncepten. Denna hållare modellerades fram i CAD-mjukvara och blev sedan utskrivet och monterat på en träbit, vilket kan ses i figur 23 nedan.



Figur 23- Koncept monterat i 3D-printad hållare.

För att utvärdera koncepten mot varandra gjordes funktionella tester med hjälp av prototypen. Testerna resulterade i att Koncept II "Enkel rotation" valdes att gå vidare med. Det visade sig att en roterande omrörare resulterade i ett högre flöde av produkter jämfört med en pumpande upp och ner rörelse som Koncept I. Koncept IV valdes bort då det blev opraktiskt att omrörarens axel var bland produkterna, då den gjorde att rotation gick trögare, samt att slutprodukten blir enklare om kraften till rotationen kommer underifrån. Koncept III resulterade också i ett bra flöde av produkter men då lösningen är mycket mer tekniskt avancerat jämfört med Koncept II gjordes avvägningen att gå vidare med Koncept II i slutändan, då lösningen ska enligt kravspecifikationen vara så enkel som möjligt.

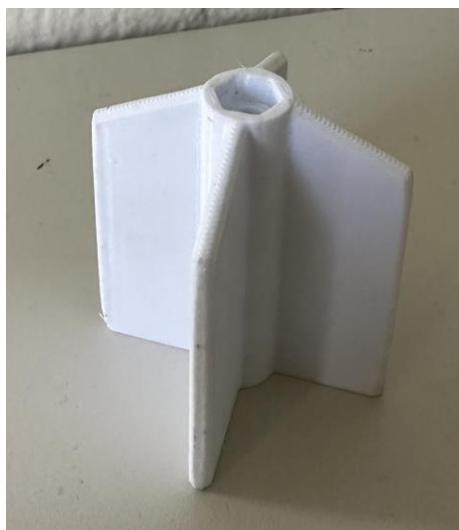
Efter att ha valt att gå vidare med koncept II valdes det att dela upp konceptet i delsystem och fortsätta idégenereringen på en mer detaljerad nivå. De delsystem som konceptet delades in i var omrörning, utmatning och magasin.

Vidareutveckling av omrörare

Nästa steg i vidareutvecklingen är att undersöka vilken typ av omrörare som genererar det bästa produktflödet. Toppen på omröraren som sticker upp i tratten kan formas på olika sätt för att få olika typer av omrörning uppe i tratten. Detta kommer att ske genom funktionella tester där snittet utmatade produkter per roterat varv kommer vara grunden för valet av omrörare. Varje omrörare kommer att jämföras med varandra genom att rotera 100 varv för att få ett så pålitligt snitt som möjligt.

Koncept A - Konisk omröraren

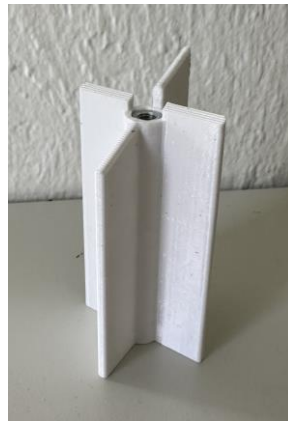
Koncept A är en omrörare vars vingar är nedåtsluttande från mittenpunkten, liknande toppen av en kon. Koncept A kan ses i figur 24 nedan. Den koniska omröraren var den första som tillverkades. De första testerna som gjordes med denna visade att denna omrörare inte rörde om så mycket som behövdes för att tamponger skulle ta sig ner i omröraren. Därför undersöktes andra varianter av omröraren i stället.



Figur 24- Konisk omrörare.

Koncept B - Vinklad omrörare

Den vinklade omröraren har ett lutande snitt längs med toppen vilket är tänkt att skapa en omrörande funktion på grund av den stora höjdskillnaden på omrörarens högsta och lägsta punkt. När denna roterar blir det likt den rörelsen som hade framkommit om lösningen hade baserats på den kam som undersöktes tidigare i koncept III. Koncept B visas i Figur 25 nedan.



Figur 25- Vinklad omrörare.

Koncept C - Spettomröraren

Koncept C bygger på växlande uppåt och nedåtlutande vingar på omröraren. Tanken bakom denna omrörare är att den kommer skapa en snabbare omrörning då den byter från hög till låg höjd oftare än de tidigare koncepten. Koncept C visas i Figur 26 nedan.



Figur 26- Spettomröraren.

Koncept D - Femvingad lutande omrörare med en topp

Detta koncept bygger på samma vinklade snitt som nämndes i Koncept B. Tanken bakom att ha fem vingar på omröraren är för att undersöka om detta ger ett högre flöde produkter än den fyrvingade. Omröraren kan ses nedan i Figur 27.



Figur 27- Fem vingad lutande omrörare med en topp.

Koncept E - Femvingad lutande omrörare med två toppar

Koncept E är en annan variant av tidigare Koncept D. Konceptet bygger på samma vinklade snitt men har i stället två toppar vilket bör ge ett annat resultat. Omröraren kan ses nedan i Figur 28.



Figur 28- Fem vingad lutande omrörare med två toppar

Utvärdering av funktionella testerna av koncepten

De funktionella testerna resulterade i att *Koncept B - Vinklad omrörare* fick det högsta snittet på 1,65 utmatade produkter per roterat varv. De andra konceptens resultat kan ses i tabell 4 nedan och hela utförda testet i bilaga A. Med detta test som grund valdes det att arbeta vidare med Koncept B, den fyrvingade vinklade omröraren.

Tabell 4. Snitt för omrörare - tamponger per varv

	Koncept A	Koncept B	Koncept C	Koncept D	Koncept E
Resultat (tampong/roterat varv)	Ej testad	1,65	1,48	1,19	1,38
Gå vidare?	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej

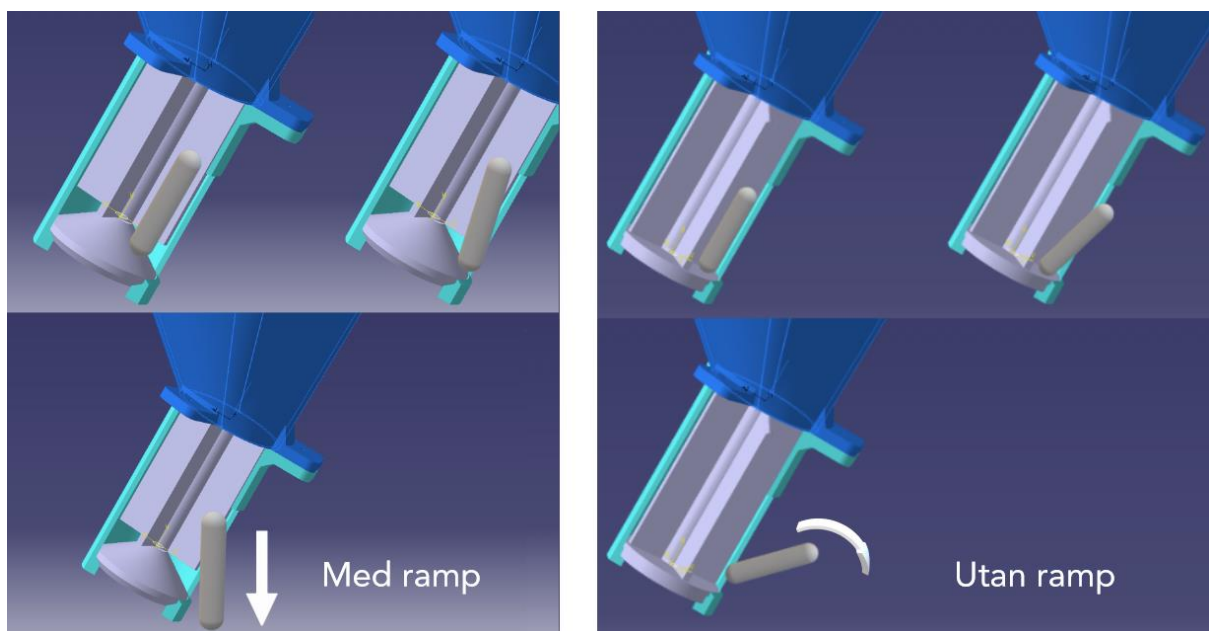
Vidareutveckling av utmatning

Vid vidareutvecklingen av utmatning undersöktes tratten och cylinderns utformning. På tratten testades det att tillverka ledande spår samt olika ramper som var tänkta att hjälpa produkterna ner till cylindern och omröraren, se figur 29. Dessa ramper och spår resulterade i att produkterna hade det svårare att orientera sig samt att de ofta klämdes fast. Därför valdes det att tratten skulle vara fri från hinder, produkterna ska kunna röras runt utan att fastna i något.



Figur 29- Ledande spår i tratten

Vid närmre observation av cylindern undersöktes det hur produkterna med hjälp av gravitationen föll ut med hjälp av omröraren samt ett hål på undre sidan av cylindern. Från början hade cylindern en plan bottenplatta där omröraren låg plant mot botten. När produkterna matades ut från cylindern var det då vanligt att tampongerna ibland flippade runt och åkte ut oregelbundet. Det testades då att göra en konisk bottenplatta för att försöka få en mer enhetlig utmatning. Den koniska bottenplattan gjorde att utmatning blev mer enhetlig och att produkterna föll ut med botten först, se figur 30. Detta gör så att magasinlösningen får produkterna orienterade på ett och samma sätt.



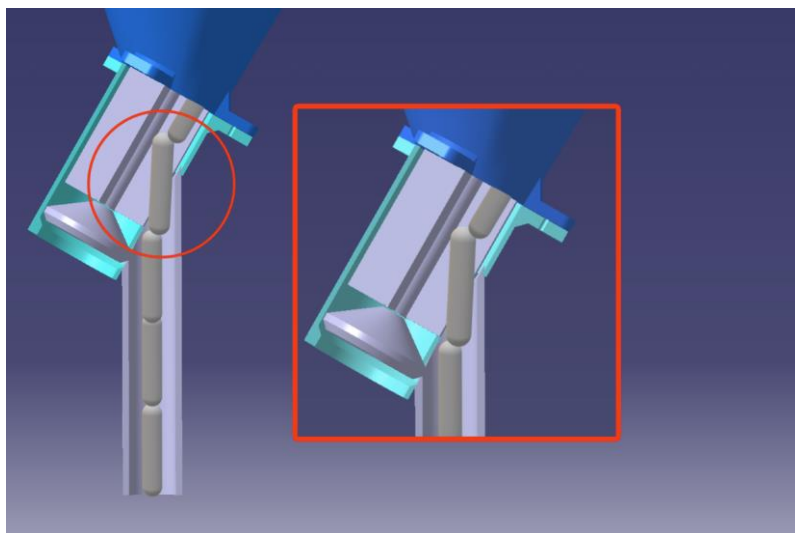
Figur 30- Jämförelse av bottenplattor.

Vidareutveckling av magasin

Magasinet är den del som kommer efter produkterna har matats ut ur cylindern. Magasinet uppgift är att skapa en buffert och kunna mata ut en produkt åt gången. Från cylindern kommer produkterna stående in i magasinet. Magasinet får ej vara för högt då behållaren ska hållas inom de gränser som tidigare tagits fram från undersökning av behållare och hygienboxar på toaletter. Först testades det att göra ett stående magasin av PVC-rör, se figur 31.



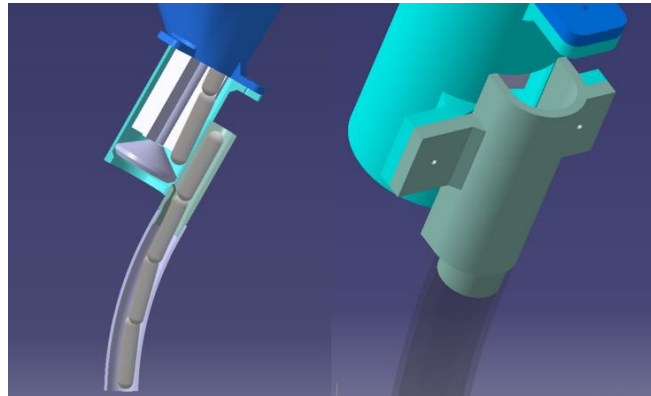
Figur 31- Stående magasin baserat på ett PVC-rör.



Figur 32- Vinklat rör

Vidare efter första idén testades det att tillverka ett rör som var vinklat i ena änden som skulle sättas på sidan där produkterna matas ut och ligga an mot cylindern. Tanken med detta var att göra så att tampongerna föll lodrätt nedåt, likt vad som kan ses i figur 32 ovan. Detta testades och då upptäcktes det att det inte funkade så bra då magasinet var fullt, då den produkten som låg överst i röret hamnade snett upp i cylindern och stoppade därför vidare rotation. För att förhindra att detta sker togs det fram en påbyggnadsdel som kunde sättas på sidan av cylindern som medför att när magasinet är fullt så kan omröraren fortfarande roteras, se figur 33. På denna komponent sätts sedan

en slang på. För att inte samma problem ska uppstå med denna lösning är det viktigt att produkten närmst cylindern inte åker för långt ner i den nya påbyggnaden av cylindern.



Figur 33- Påbyggnad och slang.

Inför test av den vidareutvecklade prototypen

Inför testning av de vidareutvecklade detaljerna på konceptet valdes det att även 3D-printa tratten, cylindern, bottenplattan och påbyggnaden för magasinet som konceptet bygger på. Denna 3D-printing utfördes hos GOT Design. De 3D-printade komponenterna kan ses i figur 34.



Figur 34- 3D-printade komponenterna.

Till testerna behövdes en ny testanordning eftersom den gamla ej var byggd för att hantera ett magasin. Därför byggdes en ny hylla av tre träbitar som var tänkt att efterlikna en behållare. För att kunna montera konceptet gjordes det ett hål på det vågräta hyllplanet så att konceptet gick att sätta på plats. Prototypen monterad i hyllan som användes för tester i nästa kapitel kan ses i figur 35.



Figur 35- Koncept monterad i tillverkade test-hyllan.

2.9. Funktionellt test och måluppfyllnad

Ett funktionellt test av lösning utförs för att undersöka om den utvecklade lösningen når upp till de krav som ställs på den genom de testbara målvärdena i kravspecifikationen. Testen sker med hjälp av den 3D-printade prototypen samt med de produkter som ska mängdpåfyllas i prototypen. I detta test undersöks om konstruktionen är driftsäker och uppfyller målen att den ska vara användarvänlig och underhållsfri. Vid undersökning av användarvänlighet görs en enklare användarstudie.

Genomförande

Det funktionella testet utfördes med den senast byggda prototypen med 3D-printade detaljer. Först undersöktes funktionerna som fanns som krav i kravspecifikationen. Huvudfunktionen att orientera produkterna löser prototypen väl, den tar produkter från ett osorterat tillstånd till att bli orienterade i ett magasin. Någon enstaka gång kan det ta några extra roteringar med vredet för att tamponger ska åka ner och vid ett test täpptes det till vid utmatningen. Prototypen är inte helt perfekt i övergångar mellan komponenterna så det är något som kan göras bättre vid industritillverkning.

Sett till kravet på användarvänlighet är prototypen mer användarvänlig för den som fyller på tamponger i behållaren. Från att tidigare behöva lägga i en tampong en och en till att kunna fylla på flertalet på en och samma gång gör stor skillnad. Ett krav var även att det skulle gå snabbt att fylla på den och det gör det med detta koncept, det tar mindre än 10 sekunder vilket var det önskvärda kravet som ställts. För brukaren har användarvänligheten av maskinen minskas. Lösningen bygger på att man först roterar ett vred på sidan, då faller tamponger ner och fyller på i magasinet. Sedan behöver brukaren dra i en spak och då faller tampongen ner i en ficka under behållaren.

Vid undersökning kring om användaren av maskinen förstår hur den ska användas användes renderingar på hur konceptet kan tänkas att se ut med en behållare, se figur 36. I undersökningen (se bilaga B) kom det fram att användarna förstod hur den ska användas och hur den fungerar. Det fanns dock synpunkter på hur instruktioner på renderingarna var placerade, bland annat att det kan vara stor skillnad beroende på hur läsbara instruktionerna är beroende på vart i rummet boxen är placerad och att det kanske kan vara bäst att ha instruktioner på framsidan av boxen. Det är något som ska undersökas och förändras på till det slutgiltiga konceptet.



Figur 36- Renderingar f r användarstudie.

Lösningen  r mekanisk så kravet på att lösningen ska vara mekanisk och inte vara beroende av någon energikälla klarar den.

Prototypen i sin helhet är enkelt att montera. När prototypen tillverkades delades den upp i delar så att det lätt skulle gå att byta ut och testa andra komponenter, det har lett till att den består av fler än fem komponenter. I framtiden vid eventuell masstillverkning av sorteringsl sningen  r det inte omöjligt att antalet komponenter då hade minskats.

Kraften som krävs för att rotera runt sorteraren är varierande beroende på hur tampongerna ligger inuti lösningen. Kraften som ställdes i kravspecifikationen var tagen från ett krav på en av de lösningarna som undersöktes i förundersökningen. Det var ett krav på tryckande kraft och g r inte att jämföra med den roterande som krävs för att röra runt.

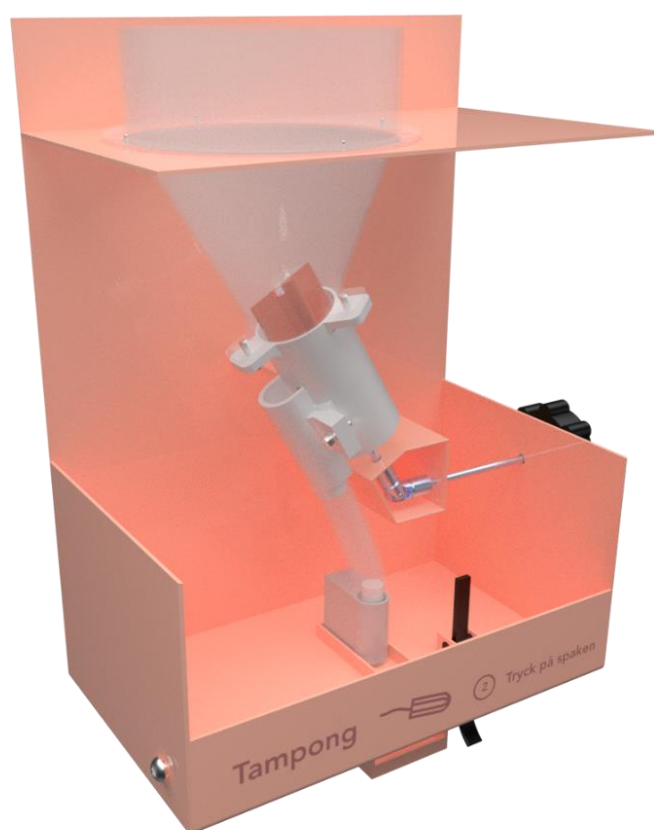
Storleken som ställs i kravlistan  r baserad på hela behållarens storlek och inte bara på sorteringsutrustningen som tagits fram. Det har inte tillverkats någon fysisk behållare till sorteringsutrustningen utan endast en modellerad i CAD-mjukvara. Den modellerade behållaren i CAD-mjukvaran tyder på att sorteringsutrustningen f r plats inom kravet på storleken som satts i kravspecifikationen.

3. Slutgiltigt koncept

Slutkonceptet grundar sig i resultatet som erhållits av de studier, undersökningar samt tester som har genomförts. Konceptet presenteras nedan först övergripande och sedan mer detaljerat.

3.1. Konceptet - Tratt med omrörning

Konceptet i figur 37 bygger på en tratt som har ett cylinderformat magasin nedanför sig. I trattens botten sitter en vinklad cylinder. I den vinklade cylindern sitter en omrörare som kan rotera. Konceptets huvudfunktion bygger på gravitation och en två-stegslösning av rotation och tryck.



Figur 37- Tratt med omrörning monterat i behållare

Tampongerna vill naturligt ta sig ner i tratten på grund av gravitationen, vid rotation av ett vred på sidan av dispensern börjar tamponger att falla ner i ett magasin. När en tampong är nere i magasinet är nästa steg att trycka in en spak som sitter under dispensern. När spaken trycks in flyttar sig den rörliga delen av magasinet och tampongen åker ner i en ficka och görs tillgänglig för brukaren av dispensern. Konceptet tratt med omrörning består i stora delar av fem olika delar som kommer att beskrivas mer utförligt nedan.

3.2. Tratten

Tratten som kan ses i figur 38 har en godstjocklek på 2 mm och är tillverkad i plast. Den har ett ingående hål som har en innerdiameter som är 140mm på toppen och en 30° vinklat utgående hål som har en diameter på 47 mm. Vinklarna i tratten är anpassade för att passa det utgående vinklade hålet, så därför varierar vinkeln i tratten. Den är utformad för att tampongerna ska kunna ligga emot dess väggar samt att en omrörare ska kunna sticka upp från den bottenmonterade cylindern. Vinkeln som tratten har gentemot cylindern gör det även enklare för tamponger att glida ner.

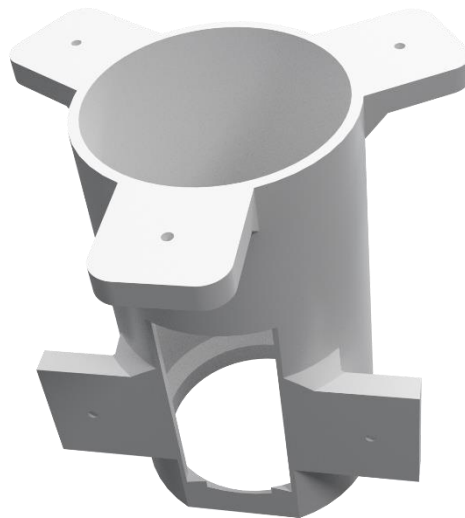


Figur 38- Tratten

Tratten är utformad utan ramper och styrande spår för att undvika att tamponger kilar fast sig vid omrörning. På toppen av tratten finns det även en fläns med en diameter på 185 mm. Flänsen har fyra stycken hål placerade runt hela tratten som gör det lätt att montera den i behållaren. I botten av tratten finns det tre stycken öron som sticker ut parallellt med det utgående hålet. Dessa är till för att cylindern som sitter under ska kunna monteras fast med skruv.

3.3. Cylindern

Cylindern som kan ses nedan i figur 39 har en total höjd på 90 mm och samma innerdiameter (47 mm) som den ovanpåliggande tratten. För att tamponger ska ta sig vidare från cylindern finns det ett 22 mm brett och 48 mm högt hål på sidan, som tillsammans med den koniska bottenplatta som ligger i botten av cylindern gör att tampongerna lättare glider ner i hålet. Cylindern är anpassad tillsammans med omröraren för att tamponger ska kunna glida ner en i taget i bredd för att undvika att det blir stopp.



Figur 39- Cylindern med bottenplatta.

Cylindern har även den öron parallellt med toppen av cylindern för att kunna monteras ihop med tratten. Den har även 2 öron parallellt med hålet där tampongerna glider ner till magasinet, så den kan monteras fast med påbyggnaden av magasinet. Botten av cylindern är konstruerad med en fas som sedan bottenplattan kan läggas på.

3.4. Omröraren

Omröraren (se figur 40) som sitter inuti cylindern har fyra vingar för att generera så bra flöde av tamponger som möjligt. Toppen är vinklad för att få en större rotation uppe bland tampongerna som ligger i tratten. Omröraren har en högsta höjd på 88,5 mm och en lägsta höjd på 66,5 mm och den sticker upp 28 mm från cylinderns kant upp i tratten. Den är som tidigare nämnt tillsammans med cylindern utformad för att motverka att tamponger fastnar vid omrörning. Omröraren har monterats fast med hjälp av en M5 gängstång samt M5-muttrar. På toppen av omröraren sitter muttern nedsänkt i materialet.



Figur 40- Fyr-vingad omrörare

Vid ett varvs omrörning åker det igenomsnitt ner 1,65 tamponger, se bilaga A.

3.5. Magasin

Magasinet börjar parallellt med hålet som finns på den nedre långsidan av cylindern. Först sitter det en utbyggnad som har två öron som gör att den går att montera på cylindern. I utbyggnaden är det tänkt att tampongen ska stå parallellt med de andra

tampongerna stående i cylindern för att motverka att det åker ut och fastnar två tamponger i utbyggnaden samtidigt, när magasinet är fullt.

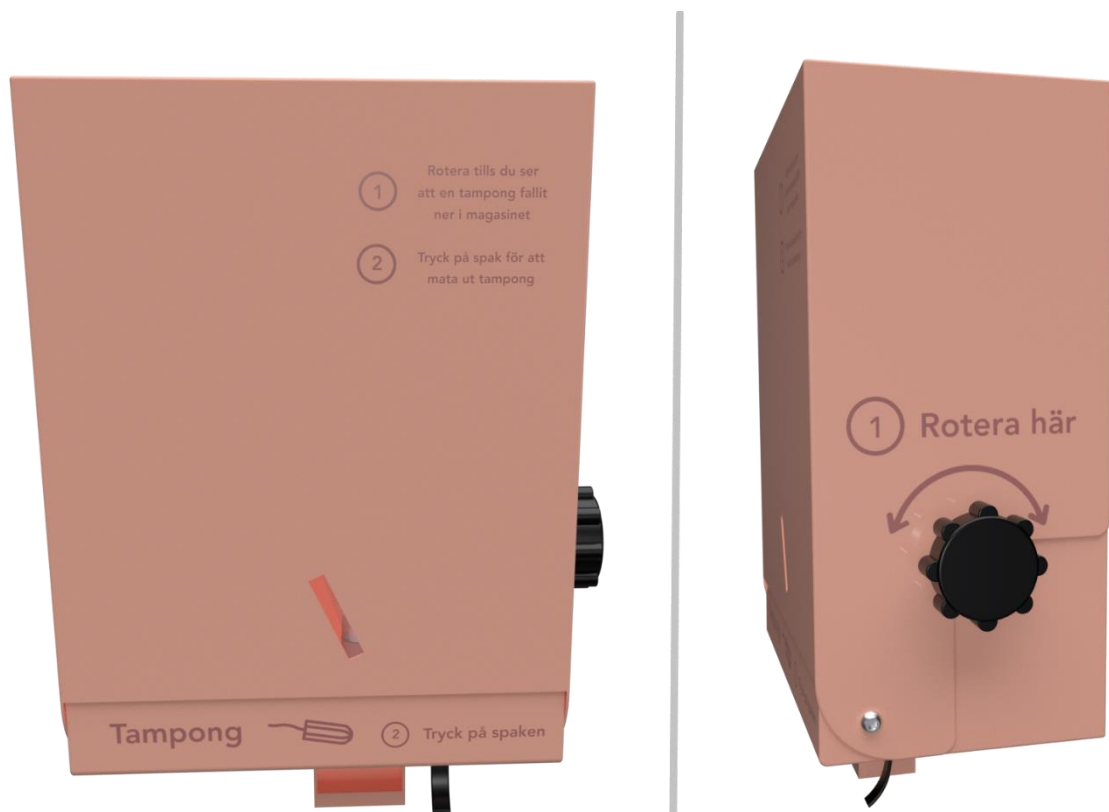


Figur 41- Påbyggnaden för magasinet samt den rörliga bottendelen

Utbyggnaden har en ihålig cylindrisk botten där en slang sätts på. Slangen för tampongerna vidare in i den rörliga delen av magasinet, som sedan används tillsammans med en spak att få tampongen utmatad ur behållaren. Magasinslösningen kan ses ovan i figur 41.

3.6. Behållarens övriga funktioner

I samband med utformandet av sorteringsutrustningen har en övergriplig behållare tagits fram. Den är 304 mm bred, 400 mm hög och 182 mm djup. Som ses i figur 42 nedan har den förtydligande texter på hur dispensern ska användas samt vad de är för typ av apparat. Vredet är kopplat till omröraren med hjälp av en kardanknut.

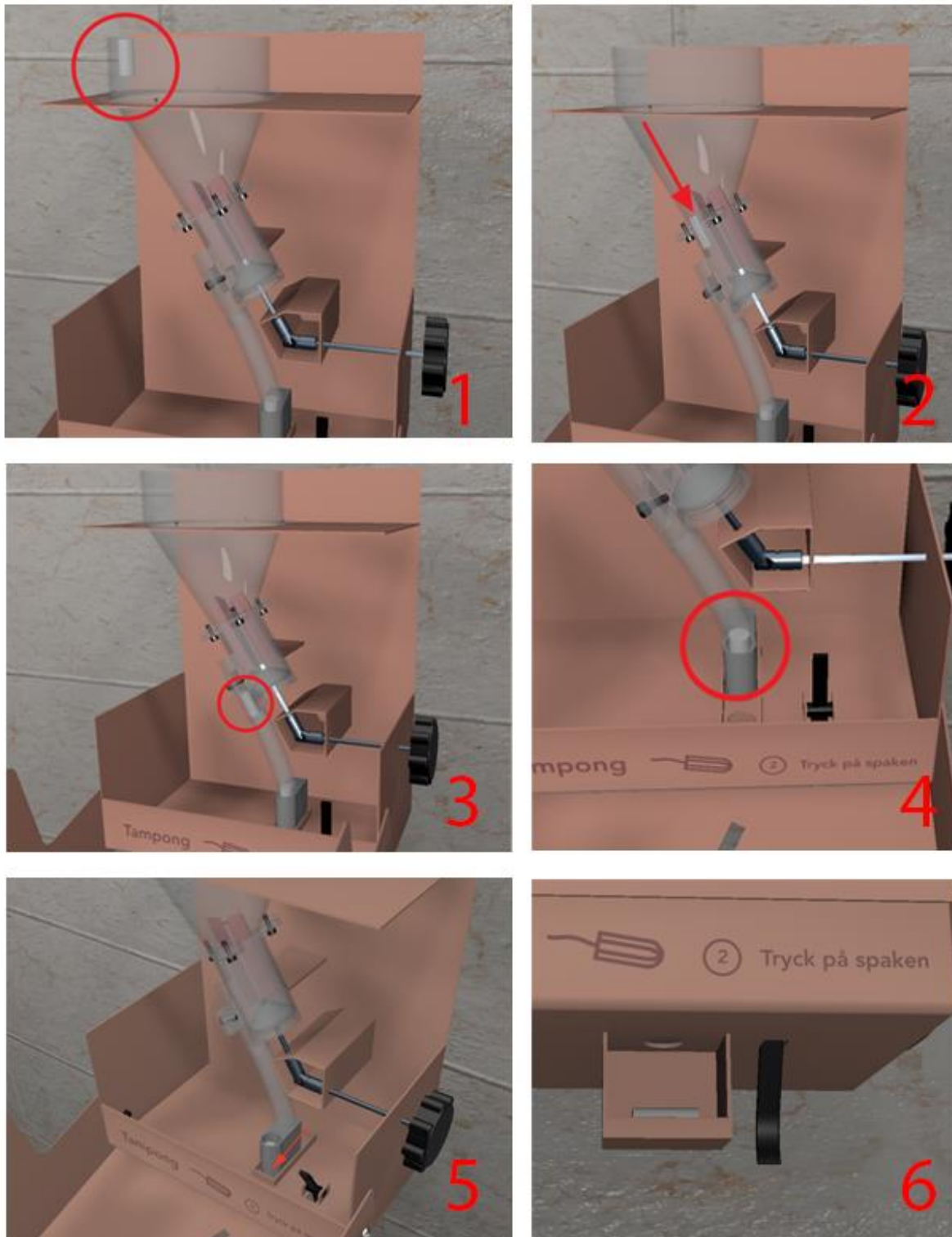


Figur 42- Utsida av behållaren med instruktioner visualiserat samt fickan där tampongen matas ut

För att brukaren ska veta när en tampong åkt ner i magasinet och är redo för utmatning så finns det ett snett hål på framsidan av behållaren. Där är det möjligt att se om någon tampong åkt ner längs med slangen från magasinet. För att den som fyller på maskinen ska veta när det är tomt finns det ett hål på sidan av apparaten som gör att det är möjligt att se in ifall det ligger tamponger i den genomskinliga tratten.

3.7. Animering av funktion

För att visa hur behållaren fungerar visas stillbilder från en animation som genomförts, dessa stillbilder kan ses i figur 43. Tampongen startar ovanför tratten och tar sig vidare ner i cylindern och orienteras av omröraren, som vrids av användaren med hjälp av vredet på sidan. Tampongen tar sig ned längs med slangen till den rörliga delen av magasinet. Sedan trycker användaren in spaken och den rörliga delen flyttar tampongen till utmatningshålet. Via utmatningshålet faller tampongen ned i fickan som sitter på underdelen av behållaren.



Figur 43- Stillbilder från animationen av behållarens funktion.

4. Diskussion

4.1. Använda metoder och dess relevans

Gruppen planerade sin arbetsgång och valde metoder efter vad som nämns i The Value Model (Lindstedt & Burenus, 2016) tillsammans med det som lärdes ut i produktutvecklingskursen inom programmen. Det första som genomfördes var en förundersökning och marknadsanalys som tog upp vad det finns för lösningar på marknaden idag. Detta gav en god förståelse för vilka lösningar som tidigare har upfunnits och vilka som fortfarande används än idag. Undersökningarna hittade ingen lösning på problemet som var i fokus i detta projektarbete men det gav ändå bra idéer och inspiration som kunde tas med till idégenereringen.

I början av idégenereringen i projektet testades det att använda simuleringsprogram med gravitation för att testa funktionen av de olika idéerna. Det var något som till en början kändes som ett snabbt sätt att testa olika idéer men blev i stället något som tog tid och inte gav ett tillräckligt trovärdigt resultat. I stället för simuleringar så användes det mer fysiska mockups för att testa olika lösningar och idéer. Det var något som var till stor hjälp och som gjorde att projektet kunde utvecklas. Till en början flöt tillverkningen av dessa på bra, då de tillverkades av papp och pet-flaskor. Det uppstod dock vissa svårigheter vid tillverkningen av de vidareutvecklade mockupsen, då direkt tillgång till någon ordentlig verkstad saknades. De verktyg och arbetsytor som finns i designverkstaden på Lindholmen var de som kunde användas. Samma problem uppstod när det var dags att 3D-printa komponenter till prototypen, då någon direkt tillgång till 3D-printer saknades. Det tog i vissa fall mer än en vecka tills saker blev 3D-printade. Det är något som hade behövts tänkas på mer i början av projektet, då kunde kurser och genomgångar genomförts för att få tillgång till antingen Prototyplabbet på Johanneberg alternativt Chalmers Fuse, där det finns större verkstad samt 3D-printers. När detta kom till tals under arbetet var det då redan för sent att utföra dessa.

För att jämföra hur väl vissa komponenter presterar mot varandra har funktionella tester utförts som en del av produktutvecklingen. Detta eftersom det är svårt att visualisera hur tampongerna påverkas av olika typer av koncept. Detta har varit en hjälpsam metod och har varit grunden till projektets produktutvecklingsprocess.

4.2. Går konceptet att tillverka?

Prototypen är till stor del tillverkad av olika 3D-printade komponenter. Den delades upp i komponenter så att det skulle vara möjligt att testa olika sorters lösningar. I verkligheten vid tillverkning av prototypen skulle nog mestadels av sorteringsutrustningen formsprutas och boxen skulle bockas i plåt. Komponenterna som är 3D-printade är inte fullt produktionsanpassade, de saknar bland annat släppvinklar och ribbor. Komponenterna som 3D-printats kan nog även kombineras så antalet komponenter och monteringsmoment minskas. Hur konceptet skulle kunna tillverkas i verkligheten var tänkt att undersökas i denna rapport, men på grund av att prototypframtagningen tog längre tid så blev det endast ett kort avsnitt här i diskussionen.

4.3. Vidareutveckling

Fokuset i detta arbete var att ta fram en sorteringsutrustning som löste problemet att orientera tamponger. De som utvecklats i detta projekt är testat till en viss del men det krävs mer tester för att säkerställa att lösningen är tillförlitlig. Boxen som sorteringsutrustningen sitter var inte fokuset i detta arbete och ifall konceptet ska testas vidare rekommenderas det att undersöka måtten och utformningen av den ytterligare. Bland annat funktioner kring hur brukaren av dispensern ska se att den är redo för att mata ut en tampong.

Något som även kan göra stor påverkan är utformningen av omröraren, den bör även den undersökas ytterligare samt hur vridmekanismen av den ska vara monterad i dispensern. Omröraren testades endast med fyra samt fem vingar på grund av tidsbrist

En annan vidareutvecklingspunkt är att kolla vidare på utformningen av lutningen i tratten. Olika lutningar gör att produkterna faller på olika sätt mot omröraren vilken kan påverka utmatningen positivt eller negativt. Trattens lutning har inte undersökts på grund av brist av tillgång till 3D-printer.

4.4. Vad hade gruppen gjort annorlunda?

Som tidigare nämnts skulle det ha varit fördelaktigt om det hade funderats mer kring hur prototypen och mockups skulle tillverkas vid planeringen av projektet. Då kanske det hade genomförts de genomgångar och utbildningar som krävs för att få tillgång till en verkstad. Det hade vart till fördel att bygga fler 3D-printade prototyper eftersom dessa gav mycket bättre testresultat jämfört med tidigare mockups som inte var helt perfekta i varken form och fästena. Ifall fler 3D-printade prototyper hade byggts tidigare hade fler riktiga tester utförts och fler olika koncept hade undersökts vilket skulle kunnat ändra slutprodukten.

Gruppen hade inte fri tillgång till en egen 3D-printer under projektet och fick ta hjälp av både lärare på Chalmers och handledare på GOT-Design för att få detaljer utskrivna från 3D-printers. Detta har varit problematiskt eftersom projektet hade en begränsad tid och det tog tid att få detaljerna och lång tid mellan de funktionella testerna. Det var de funktionella testerna som drev produktutvecklingen framåt och eftersom gruppen inte hade tillgång till en egen 3D-printer kunde detta ha planerats bättre och sats i gång med tidigare.

4.5. Hållbarhetsaspekter

Lösningen är helt mekanisk vilket innebär att produkten inte kräver någon energi under användningen. Den största energiåtgången sker i början av produktens livscykel under framställningen av materialet och produktionen. Energi kommer även krävas i slutet vid återvinning eller deponering av produkten. För att minska produktens totala energikonsumtion räcker det att fokusera på dessa två steg i livscykeln. Genom att producera produkten i klimatsmarta och återvinningsbara material kan man påverka produktens totala miljöpåverkan mycket.

FN har formulerat 17 globala mål för en hållbar utveckling. Mål nr 5 (FN, u.å.) handlar om jämställdhet mellan kvinnor och män vilket är en förutsättning för en hållbar utveckling. Gruppens produkt är med och hjälper till att tillgängliggöra mensskydd till fler människor vilket är ett steg i rätt riktning.

4.6. Slutsats

Detta arbetes syfte var att utveckla ett koncept på en sorteringsutrustning som säkerhetsställer orientering av produkter vid mängdpåfyllning av magasin. Konceptet som har framkommit i detta arbete gör detta. Detta koncept bygger på en enkel lösning som är mekanisk och som är möjlig att tillverka.

Ifall detta koncept ska arbetas vidare med rekommenderas det att göra ytterligare vidareutveckling av delsystemen samt fler tester för att säkerhetsställa driftsäkerheten. Oavsett hur GOT Design väljer att gå vidare med detta koncept som presenteras eller inte så kan det användas som hjälp och inspiration vid vidare utveckling av framtida sorteringsutrustning.

Källförteckning

- Fard, P. M. (2009). *Tampongbehållare* (Patent SE532233C2).
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/041016345/publication/SE532233C2?q=pn%3DSE532233C2>
- FN. (u.å.). *Achieve gender equality and empower all women and girls*. Hämtad 30 maj 2024, från <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/goal-05>
- Jones, L. (1982). *Tampon dispenser* (Patent US4308974A).
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/022422024/publication/US4308974A?q=pn%3DUS4308974A>
- Karakuz, L., & Karakuz, V. (2008). *A compact tampon dispenser* (Patent WO2008068739A2).
- Lindstedt, P., & Burenius, J. (2016). *The value model : how to master product development and create unrivalled customer value* (3 uppl.). Elanders Sverige.
- Mattson, A., & Svensson, L. (2022). *Mechanical Time Delay Product Dispenser* (Patent SE2030294A1).
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/080776259/publication/SE2030294A1?q=pn%3DSE2030294A1>
- Morad, F., Campr Jr, W., Benecke, A., & Acosta, R. (2017). *Vending machine for retaining and dispensing feminine hygiene products through a novel coin operating apparatus* (Patent US9721419B1).
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/059382800/publication/US9721419B1?q=pn%3DUS9721419B1>
- Schwarzli, J. (1984). *Rotating drum dispensing machine* (Patent CA1169392A).
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/004120816/publication/CA1169392A?q=pn%3DCA1169392A>
- Österlin, K. (2016). *Design i fokus varför ser saker ut som de gör?* Liber.

Figurer

Figur 1

[1] Karakuz, L., & Karakuz, V. (2008). "A compact tampon dispenser (Patent WO2008068739A2) ", s.13 Hämtad 13 Maj 2024. [Illustration].

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/039492712/publication/WO2008068739A2?q=WO2008068739A2>

Figur 2

[2] Fard, P. M. (2009). "Tampongbehållare (Patent SE532233C2)", s. 13 Hämtad 13 Maj 2024. [Illustration].

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/041016345/publication/SE532233C2?q=pn%3DSE532233C2>

Figur 3

[3] Jones, L. (1982). "Tampon dispenser (Patent US4308974A).", s. 2 Hämtad 13 Maj 2024. [Illustration]

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/022422024/publication/US4308974A?q=pn%3DUS4308974A>

Figur 4

[4] Schwarzli, J. (1984). *Rotating drum dispensing machine* (Patent CA1169392A). , s.20 Hämtad 13 Maj 2024. [Illustration]

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/004120816/publication/CA1169392A?q=pn%3DCA1169392A>

Figur 5

[5] Mattson, A., & Svensson, L. (2022). Mechanical Time Delay Product Dispenser (Patent SE2030294A1). Hämtad 13 Maj 2024. [Illustration]

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/080776259/publication/SE2030294A1?q=pn%3DSE2030294A1>

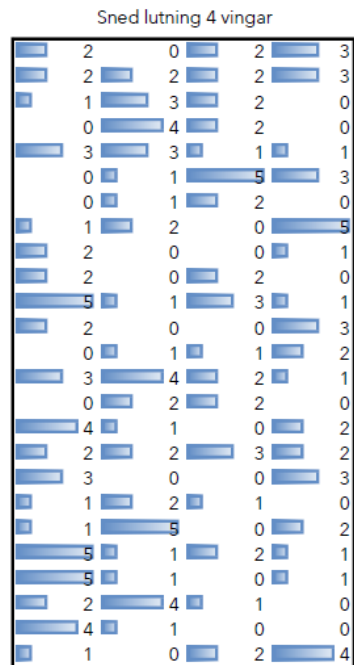
Figur 6-43

Författarnas egna bilder.

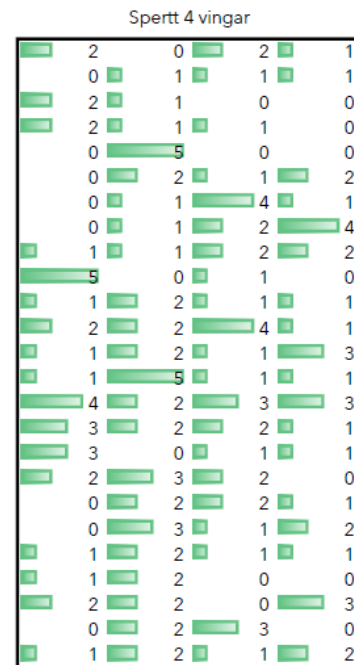
Bilagor

Bilaga A - Funktionellt test av omrörare

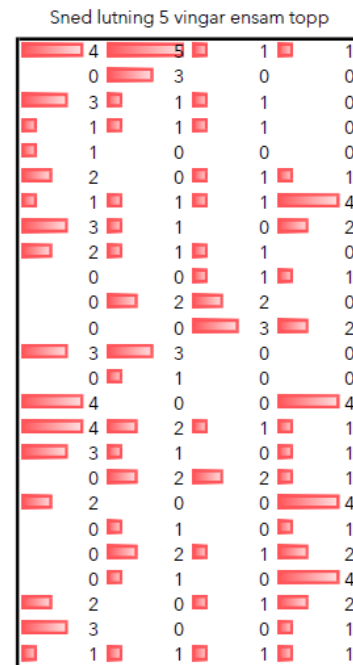
Test av omrörare. 100 st varv.



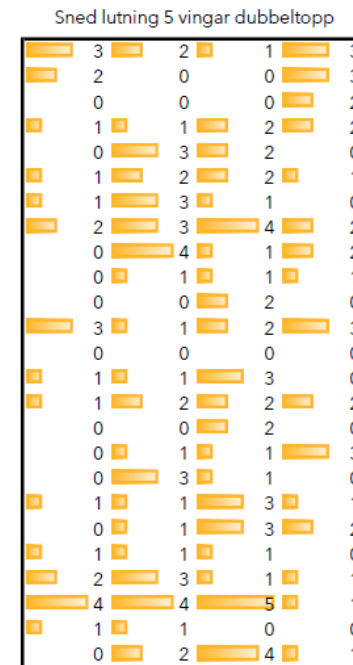
Summa 165
 Snitt 1,65
 Högsta 5 Antal 6
 Lägsta 0 Antal 27



Summa 148
 Snitt 1,48
 Högsta 5 Antal 3
 Lägsta 0 Antal 22



Summa 119
 Snitt 1,19
 Högsta 5 Antal 1
 Lägsta 0 Antal 36



Summa 138
 Snitt 1,38
 Högsta 5 Antal 1
 Lägsta 0 Antal 29

Bilaga B - Användarstudie byggd på renderingar av dispensern.

Undersökning om förståelse av dispenserns funktion och hur användaren ska använda den.

För att undersöka om konceptet som tagits fram är lätt att förstå samt om det är användarvänligt har det genomförts användarstudier baserade på de renderingar och animationer som tagits fram i ett renderingsprogram. De renderingar som visades var både renderingar på utsidan och insidan av konceptet. Utsidan av boxen visades för att undersöka om brukaren förstår hur konceptet är tänkt att användas. Om de reglage och instruktioner som finns är tillräckliga för att brukaren ska förstå hur en tampong ska matas ut. Insidan av boxen visades för att undersöka om brukarna förstod hur tampongerna orienterar sig och tar sig runt i sorteringsutrustningen med hjälp av de komponenter den är uppbyggd av. Till slut visades animationer av hur produkten är tänkt att fungera med hjälp av animationer gjorda i ett animeringsprogram

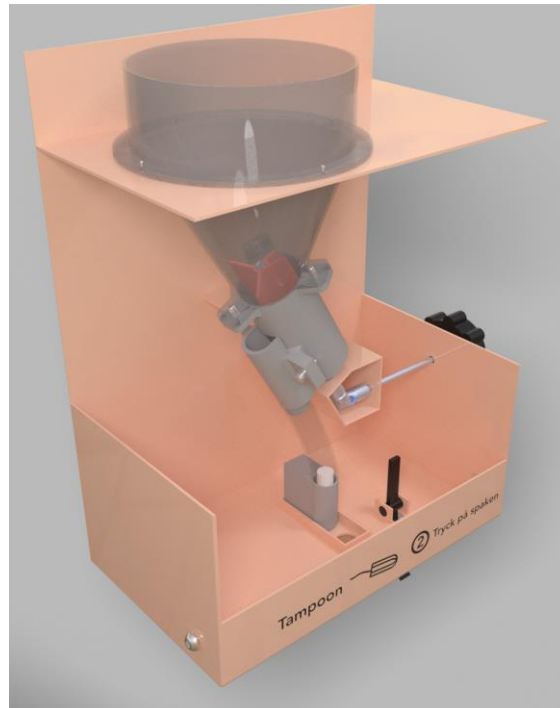
Genomförande

Användarstudierna genomfördes med sex slumpmässigt valda studenter från årskurs 3 i programmet design och produktutveckling. Först visades renderingar av utsidan av boxen, se figur 1 nedan. De personer som deltog i undersökningen förstod att det var någon typ av dispenser för tamponger tack vare symbolen av en tampong samt texten på framsidan av den. Vid användarstudierna av utsidan av boxen kom det också fram att spaken och vredet, med sin utstående färg, gjorde det tydligt vad som brukaren skulle manipulera, dock var det inte så tydligt hur vredet skulle roteras. Det går att rotera åt båda håll och var utsatt med två symboler vilket kan ses nedan. För att göra det lättare att förstå att det går att rotera åt båda håll gavs förslag på att byta symbolerna till en och samma. Det är något som ska undersökas vidare.



Figur 44- Renderingar av utsidan.

På sidan av boxen fanns även instruktioner på hur dispensern används. Beroende på hur dispensern sitter uppsatt kan det vara svårt att se dessa instruktioner. Det framkom synpunkter på placeringen av denna och att de kan behöva göras mer synliga och tydliga samt placeras på framsidan av boxen. På framsidan av boxen finns det ett snett hål där det går att se om det ligger tamponer i magasinet, det hålet tyckte någon att det skulle behöva göras större.



Figur 45- Insida av box

När insidan av boxen visades det hur sorteringsutrustning inuti dispensern såg ut. Frågor ställdes så som om de förstod hur det fungerade. Efter insidan hade visat, visades animationer på när vredet vrids samtidigt som omröraren roteras inuti tratten. En animation när man trycker på spaken så att tampongen åker från det rörliga magasinet och matas ut ur behållaren visades också. De tillfrågade förstod från renderingarna hur konceptet var tänkt att fungera och det tyckte att det förtydligades väl med de animationer som visades också.

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI OCH
MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2024



CHALMERS