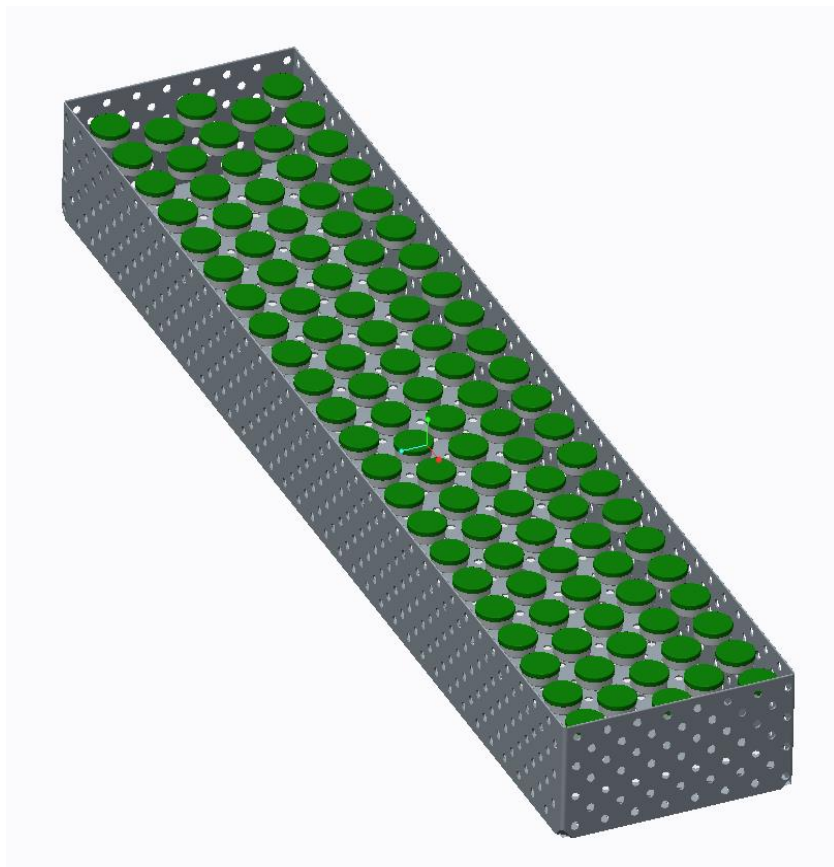




# CHALMERS

---



## Säker flyttning av ömtåliga glasflaskor

Kandidatarbete inom utbildningen Mekanikingenjör

Albin Hagström

Jonathan Johansson



# CHALMERS

---

## Förord

Som avslutning på vår kandidatexamen i Mekanik vill vi rikta ett hjärtligt tack till vår handledare på Graniten AB, Karl Erikson för hans hjälp då vi har behövt den, men också hans vägledning och beskrivning av olika tekniska problem som har uppstått. Tack riktas också mot Granitens VD Henrik Rhedin som vid första början tog emot oss med öppna armar och gav oss möjligheten att göra vårt examensjobb.

Arbetet som har utförts har varit något av det mest lärorikaste vi har gjort under vår tid på Chalmers. Dels har vi fått utvecklas samt sett hur ingenjörer jobbar i verkligheten, men också fått mer förståelse för vad de olika yrkeskategorierna gör. Vi är båda två säkra på att vårt jobb här som har utförts kommer ligga som en bra grund i kommande jobb som vi får.

Återigen ett tack till alla inblandade! Det har varit en svår process som hade blivit så mycket svårare utan ert stöd.

Göteborg 2014-08-18  
Jonathan Johansson  
Albin Hagström



## Sammanfattning

Företag AB, vilket är sekretessbelagt och får ej omnämnas, har under en tid haft problem med sin relativt nyinköpta maskin som transporterar småflaskor ur ett tråg och ut på en bana. Nu när de även väljer att börja producera en ny produkt så har man anlitat Graniten AB i Uddevalla för att lösa problemet med att ta ur flaskorna ur trågen till ett vidare transportband. Beställningen ligger i att en ny, tillförlitlig lösning ska klara av att hantera den äldre samt en ny sorts flaskor av en mindre storlek. Detta innebär att tråget som de ska transporteras ut från bibehåller likadana dimensioner, men antalet flaskor i den kommer öka vilket den nuvarande maskinen ej kan hantera. På grund av detta finns det ett behov av en maskin, ett verktyg eller en komplettering som inte orsakar problem samt kan möta framtidens behov av nya flasktyper. Pålitlighet är därför den röda tråd som behövs för att göra beställaren nöjd. Diskussioner, reflektioner samt praktiska tester utfördes för att hitta den bästa lösningen, en lösning som relativt snabbt ledde in på spåret om att ett nytt verktyg måste utvecklas för att klara de ställda kraven. En möjlig oljedroppe kan nämligen finnas på ytan av flaskornas innehåll. Transporten från tråget till banan får därför inte vara våldsam nog så att oljedroppen kan spädas ut i resterande vätska. Resultatet blev två förslag på två komplett olika lösningar. Första använder sig av en sugkoppsplatta som med hjälp av vakuumenteknik greppar tag om flaskornas lock bara för att sedan placera dem rakt på bandet. Det andra förslaget använder sig av en skiva som trycks in under flaskorna, bara för att sedan dra sig tillbaka med flaskorna ovanpå skivan. När flaskorna rör sig bakåt ska de gå mot en vinklad vägg som transporterar dem vidare till den första stationen.



## Abstract

Company AB has during some time been having problems with their relatively newly purchased machine which transfers small bottles from a tray out on a track. Now when they have chosen to produce a new product, they have hired Graniten AB in Uddevalla to solve the problem to transfer the bottles to the track. The commissioned work is to create a new, more reliable solution that should be able to both handle a new type of bottle with a smaller size as well as the older version. This means that the tray the bottles will be moved from, maintains the same dimensions as before but the number of bottles will increase, which today's machine is unable to handle. Therefore, a machine, instrument or a complement that does not cause any problems and is able to meet the requirements of the new bottles, will be the necessary key to satisfy the client. Discussions, considerations as well as practical tests were performed in order to find the best solution. It relatively quickly gave the idea of the creation that a new instrument had to be developed to cope with the given demands. A drip of oil can be found on the surface of the bottles liquid contents and the transport from the tray to the track cannot be violent so that it dilutes the drip with the rest of the liquid in the bottle. The result was two suggestions on two completely different solutions. The first one was with a plate of vacuum cups that through vacuum technology grips the lids of the bottles and places them on the track. The second suggestion uses a plate that is pushed in under the bottles and then, with the bottles on the plate, slowly goes back to the original state. When the plate moves back above the conveyor belt there is an angled wall that the bottles will hit, and thereby transfers the bottles to the first station.



## Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b>	<b>1</b>
1.1. Bakgrund	1
1.2. Syfte	2
1.3. Mål	2
1.4. Avgränsningar	3
1.5. Problemformulering	3
<b>2. Teknisk bakgrund</b>	<b>4</b>
2.1. Vakuum	4
2.2. Sugkoppar	4
2.3. CAD	4
<b>3. Metod</b>	<b>5</b>
3.1. Program	5
3.2. Initieringsfasen	5
3.3. Ändring av förutsättning	5
3.4. Första förslaget	6
3.5. Komma fram till förslag	7
<b>4. Förslag på olika konstruktioner</b>	<b>8</b>
4.1. Sugplatta	8
4.1.1. Diskussion om sugplatta	9
4.2. Skjutplatta	10
4.2.1. Diskussion om skjutplatta	10
4.3. Beslutsmatris	11
4.4. Produktionsflöde	12
<b>5. Uträkningar av vakuumtryck för lyftning av flaskor</b>	<b>13</b>
5.1. Teoretisk uträkning	13
5.2. Praktiska tester	14
5.2.1. Test av sugkoppsplatta	14
5.2.1.2. Test för hur mycket läckage sugkoppen klarar	15
5.2.2. Test av sugkoppsplattan	15

---



---

5.2.3. Testresultat.....	16
<b>6. Resultat.....</b>	<b>17</b>
6.1. Skjutplatta .....	17
6.2. Sugkoppsplatta .....	18
<b>7. Diskussion .....</b>	<b>19</b>
7.1. Avsyning av flaskorna.....	19
7.2. Ändring av tråg.....	20
7.3. Reflektioner kring framtagna verktyg.....	21
7.3.1. Sugkoppsplatta kombinerat med nuvarande maskin.....	21
7.3.2. Skjutplatta kombinerat med nuvarande maskin .....	23
7.4. Miljöpåverkan .....	24
7.5. Förslag till Graniten .....	24
7.6. Ergonomi.....	25
<b>Referenser.....</b>	<b>26</b>
<b>Appendix.....</b>	<b>27</b>
Stänger.....	27
Diskussion om stänger .....	27
Kammar.....	28
Diskussion om kammar.....	28
Sugkopp.....	29
Diskussion om sugkopp .....	29



## 1. Inledning

### 1.1. Bakgrund

Företag AB har sedan tidigare en anordning där tråg bestående av 108 stycken småflaskor lyfts upp på banan av en anställd. En paddel, som kräver att en av flaskorna tas bort av en operatör för hand för att få plats, placerar sig bakerst i tråget och trycker ut de främre flaskorna ända tills alla är ute. Av den tidigare anordningen så har flaskorna historia av sig att kunna gå sönder då påfrestningarna på flaskorna är höga vid det läget då de trycks ut ur trågets öppning. Missnöjdhet uppstår därför då produktionen oundvikligen måste stoppas och personal användas för att städa upp vilket också förlänger cykeltiden

Ytterligare ett problem har dykt upp för företaget då de nu ska utöka sin produktion med att även innefatta fler flaskor av en mindre storlek. Den nuvarande maskinen fungerar inte eftersom påfrestningarna för att trycka ut dessa mindre flaskor blir alltför stor då det nu är fler flaskor som ska ut genom samma öppning. Ett komplement eller en helt ny maskin behövs därför konstrueras som kan behandla båda typer av flaskor, men som också kan garantera att inga flaskor går sönder i processen.



## 1.2. Syfte

Såsom vid de flesta företag kommer en tid då man behöver uppdatera sig för att innefatta ett större sortiment, så även detta företag. Trots att deras nuvarande maskin bara har några få år på nacken så väljer de nu när konkurrensen blir hårdare att utöka sin produktion så att den även innefattar flaskor av en mindre storlek.

En ny maskin eller ett komplement behövs därför då deras nuvarande inte är helt idealisk för att knuffa ut dessa mindre flaskor ut tråget utan att de ska gå sönder eller fastna.

## 1.3. Mål

Efter ett möte med företaget fick vi en djupare förståelse för vad arbetet går ut på och vad det innebär. Dels hördes åsikten om maskinoperatörernas version av den nuvarande maskinen och vad som enligt dem kunde förbättras. Det blev också framlagt förslag på vad de ansvariga ville att den nya maskinen skulle kunna utföra.

Efter mötet kunde därför ett antal punkter för vad maskinen skulle kunna göra ställas upp:

- Istället för att enbart behandla tråg med 108 st 20 ml flaskor ska den nu även kunna behandla tråg som innehåller 178 st 10 ml flaskor.
- Trågen, eller lådan som man kan kalla, har likadana dimensioner på bredd och längd oavsett flasktyp.
- Flaskorna ska inte på något sätt skakas så att den potentiella oljedroppen i dem kan spädas ut.
- Under förflyttning från tråg till band får inga flaskor varken gå sönder eller välta. En tolerans av en flaska per varannan timme, 1 av 50 000, finns som lägsta gräns.
- Flödet för flaskorna ska ligga på mellan 300 till 400 flaskor per minut. Nuvarande är på cirka 250.

En idé för en maskin som kan garantera att alla ovanstående punkter följs ska därför teoretiskt tas fram, med så mycket stöd av praktiska tester som det är möjligt.





## 1.4. Avgränsningar

Projektet är kortfattat att se till att tömma ett stillastående tråg på småflaskor utan att bry sig om hur tråget anländer eller hur det senare försvinner från stationen.

Hänsyn behöver ej tas till ekonomi och kostnader för utvecklingen av projektet. Den kommer bli försumbar i det långa loppet genom att bidra till en mer kostnadseffektiv produktion.

## 1.5. Problemformulering

- Klarar man att lyfta upp alla flaskorna från båda tråg i ett lyft?
- Kan man med en skiva släpa ut flaskorna i motsats till dagens knuffa?
- Finns det andra sätt man kan få ut dem?
- Kan man utforma ett verktyg på ett sådant sätt så att man kan återanvända i stort sett hela deras nuvarande maskin och enbart lägga till saker på den.
- Vilket verktyg är mest effektivast?
- Om tid finns, bestämma vilka accelerationer, hastigheter och snabba lyft som flaskorna klarar av innan oljedroppen späds ut i resterande innehåll i flaskan.
- Vilket är bästa materialet att arbeta med?
- Finns det möjlighet att göra processen mer strömsnål för att främja ekonomi och miljö?



## 2. Teknisk bakgrund

### 2.1. Vakuum

Vakuum tekniken var under diskussion i ett tidigt skede p.g.a. att tekniken skulle innebära en mindre påfrestning på flaskorna än som exempel något som knuffar. Hur stora sugkoppar som behövdes och hur tung flaskan är blir därför viktigt i detta sammanhang eftersom man behöver veta hur mycket sugkraft som krävs för att vara säker på att lyfta alla flaskorna. Uträkningar på dessa krafter kan ses under kapitel 4,1. Där testades en prototyp av verktyg med sugkoppar också.

### 2.2. Sugkoppar

Det fanns många olika storlekar samt typer av sugkoppar att tillgå. Ingen större tid eller reflektioner lades ner för att ta reda på den bästa typen av sugkopp för just flaskornas lock, utan en universell kopp, som är till för plast med jämn yta, valdes. Det enda som var en viktig del av sugkopparna var hur stor yta som själva sugkoppen har och därmed hur många kubikcentimeter den behöver för att lyfta en hel flaska. Om sugkoppen tillsammans med locket hade varit lika stora och sugkoppen skulle råka hamna lite snett på kapsylen hade den inte haft sugkraft nog att kunna lyfta flaskan eftersom det inte skulle bildats vakuum. En större sugkopp leder till en mindre kraftbehov. Det fanns flest 11mm i diameter sugkoppar att tillgå och dessa visade sig fungera utmärkt eftersom kapsylen var 22mm. Dessa sugkoppar av storlek 11 i diameter användes därför till testerna.

### 2.3. CAD

Det program som under projektets gång användes var Pro/engineer, vilket är ett CAD program. CAD står för Computer Aided Design och är, precis som det låter, ett programverktyg för att bygga upp en tredimensionell miljö för att enklare förstå hur det kommer att se ut när produkten är klar. Man kan också bygga upp hela miljöer för en hel station för att på så sätt se om något inte kommer att fungera med varandra, men också för att få en bättre förståelse för dimensionerna.



## 3. Metod

### 3.1. Program

Ett program som användes innan projektet blev ändrat var RobotStudio, läs mer under stycke 3.3. Eftersom planen var att ha en robot som skulle flytta flaskorna så utfördes tutorials för att lära sig grunden i att programmera. RobotStudio kan man använda för att bygga upp miljön för roboten och kunna programmera roboten i offlineläge i en virtuell miljö för att på så sätt kunna se rörelserna som den utför.

### 3.2. Initieringsfasen

Redan första dagen av projektet började det diskuteras med handledaren på Graniten om vad han visste av projektet då en snabb, relativt oklar beskrivning sedan tidigare var enda informationen som givits. Utefter vad som där kom fram så ställdes kravspecifikationen upp för vad maskinen skulle göra samt var begränsningarna låg. Sammanfattningsvis gick projektet ut på att få fram en prototyp av en maskin som håller sig inom dessa ramar.

### 3.3. Ändring av förutsättning

När projektet först började så var det sagt att det som skulle behöva transporteras var 108 stycken 20 ml flaskor. Kravändringar från kunden kom däremot flera veckor in i projektet där det nu var sagt att maskinen ska klara av två typer av flaskor. Den nya varianten med 178 stycken 10 ml flaskor, dvs mindre, ska transporteras i likadana tråg som de stora flaskorna, men också kunna tömmas av samma maskin. Den ändrade kravändringen att den nu därför ska klara två flaskor, inte bara en, medförde att de nya flaskorna omöjligt fungerar med det första förslaget som lades fram.

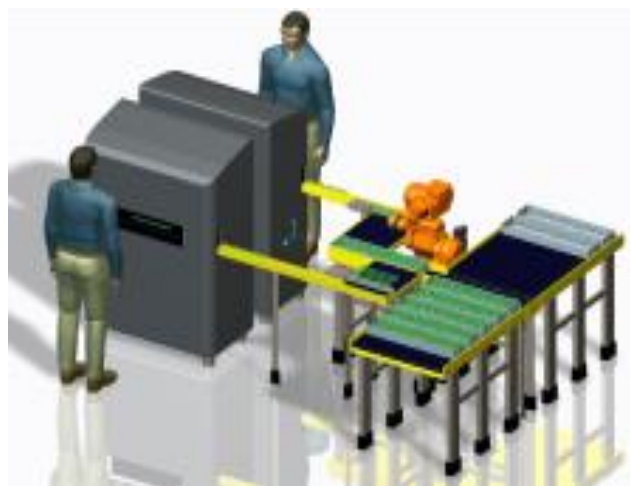


## 3.4. Första förslaget

I ett tidigt skede var det sagt att det skulle tittas närmare på idén att ha en robotarm som med hjälp av något verktyg skulle kunna få tag i alla flaskor. När det efter efterforskningar kom fram till att idén är möjlig så vidareutvecklades den till att man även kanske skulle kunna ställa flaskorna i prydliga rader direkt från roboten i rader av 11 med en decimeter mellan varje rad. Den nuvarande maskinen använder sig nämligen av en cirka fyra meter lång buffert för att dela in flaskorna i rader av elva stycken. Om roboten därför hade kunnat kombinera förflyttning ut ur tråget med att även placera dem i rader av elva så hade den nuvarande, väldigt stora maskinen, kunnat bytas ut.

Ett möte med beställaren bokades, dels för att lägga fram förslaget på lösningen, men också för att se den miljö som maskinen är tänkt att befinna sig i. Under mötet presenterades det nuvarande förslaget samt tanken på att ha en robotarm istället för en tryckmaskin. Fördelen hade då varit att man både kan lyfta flaskorna men också placera dem i rader direkt på bandet för att på så sätt kunna ta bort sorteraren som är på nästkommande station, och därmed förkorta produktionslinan med 4

meter. Förslaget uppskattades verkligen, men en sak de ville få sagt var dock att en ny flaskotyp snart ska börja produceras. Detta visade sig ha stor betydelse för det kommande arbetet då den nya flaskotypen var en förminskad variant. Nu skulle produkten inte enbart handla om 108 stycken 20 ml flaskor, utan även en variant med 178 stycken 10 ml flaskor. Maskinen de vill ha ska därför klara båda typer av flaskor, inte bara en, vilket medför att de nya flaskorna omöjligt fungerar med det framlagda förslaget. Detta på grund av att flaskornas placering i nya tråget är slumpmässigt och då hade inte verktyget med att greppa flaskorna och sortera dem i rader direkt fungerat.



Figur 1: Förslag till stationslayout



## 3.5. Komma fram till förslag

Ett tråg med de nya flaskorna erhöles och ganska tidigt kunde slutsatsen dras att flaskorna i detta tråg inte står i ett prydligt, uppreparande mönster. Idén om att därför kunna använda sig av en robotarm som delade upp flaskorna direkt uteslöts därför, och fokuseringen lades istället på att enbart försöka få ut flaskorna ur tråget på ett säkert och stabilt sätt.

Olika förslag diskuterades för att få ut flaskorna, alltifrån att låta knuffa ut dem till att ha något sorts verktyg, eller en kombination av flera verktyg. Efter många timmars diskussioner, skildringar och kladdpapper så var den gemensamma uppfattningen att ett verktyg, istället för en robotarm, lämpar sig bäst för jobbet. Under kapitel 4, förslag på olika konstruktioner, finns en mer ingående beskrivning av de verktyg som valts att arbeta vidare med

En skjutplatta samt en sugplatta stod slutligen som förslag till en fungerande lösning som möter alla de krav som arbetsgivaren ställt. Fördelen med dessa två verktyg är att det spelar ingen roll hur många flaskor, eller vilken storlek på locken de har, som står i tråget. De är också lösningar som inte nödvändigtvis behöver en helt ny maskin konstruerad, utan de skulle kunna installeras direkt in i den nuvarande.

Den huvudsakliga delen av projektet genomfördes hos Graniten i Uddevalla, där tillgång fick till datorer samt kontorsutrymme. Största delen av projektet gick därför väldigt smidigt då hjälp, åsikter och förslag kunde fås direkt från handledaren, samtidigt som den timplånga transporten hem mestadels bestod av diskussioner angående projektet.



## 4. Förslag på olika konstruktioner

Antalet verktyg som är både bra och som håller för de krav som arbetsgivaren ställt är ganska begränsade. Dels ska verktyget klara av att hantera två olika sorters flaskor, men också garantera att en av 50 000 flaskor, alltså en flaska per varannan timme, inte välter eller går sönder. En annan viktig detalj att ha i åtanke är vikten av flaskorna då maskinen skall kunna kontrollera och inte överbelasta dess maximala styrka då maxvikten enbart för flaskorna som mest väger 4.32kg. De olika typer av konstruktioner som diskuterades fungerade som väntat olika bra och därför behövdes tester, efterforskningar och reflektioner för att komma fram till det mest lämpade verktyget för just detta arbete.

### 4.1. Sugplatta

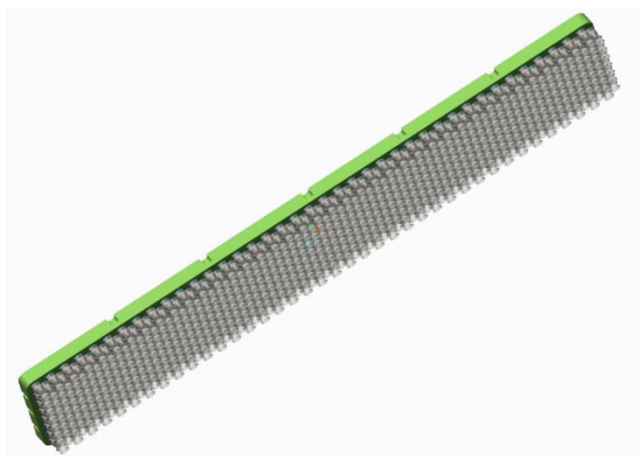
Av ovan nämnda förslag kom tanken på att man skulle kunna konstruera ett mer generellt verktyg för att med hjälp av en hel platta täckt av sugkoppar kunna plocka upp alla flaskor. Som exempel skulle 650 stycken sugkoppar med en diameter på 11 mm få likadana dimensioner som locket av tråget. Problemet som behövs övervinnas när hela plattan är inkopplad är att alla sugkoppar inte kommer träffa locket av alla flaskorna, utan dessa kommer istället suga luft från tomma intet. Under praktiska tester framkom att även om sugkopparna är utanför locket och vakuumet slås på så greppar dessa ändå då de formar sig kring lockets kant, så den praktiska ytan som sugkoppen kan få lyftkraft på är betydligt högre. Vakuum är en väldigt stark lyftkraft och eftersom flaskorna inte är tunga kommer lösningen delvis att fungera, frågan är bara hur bra.



## 4.1.1. Diskussion om sugplatta

För att testa denna idé skapades en prototyp med tätt åtsittande sugkoppar på en platta. Testet gjordes på en mindre variant med tre flaskor placerade bredvid varandra för att se om prototypen fungerade som planerat. Anledningen var för att se hur många sugkoppar som skulle kunna fästas på en kapsyl samt för att se om någon kapsyl inte skulle få grepp om någon sugkopp. Resultatet visade att tre sugkoppar kunde få fäste på en enda kapsyl och att ingen kapsyl blev lämnad utan en sugkopp. Testet visade med andra ord att sugkoppen inte behöver ligga helt längst med kapsylens kanter, utan sugkoppen, p.g.a. flexibiliteten i gummit, har förmågan att böja sig lite runt kanten om den skulle hamna lite utanför. Det stora problemet som kvarstod var hur mycket sugkraft som behövs för att få nog med

lyftkraft så att flaskorna stabilt sitter fast på sugkoppen även fast några sugkoppar inte har en kapsyl att fästas på.



Figur 2: Verktögsförslag- sugplattan

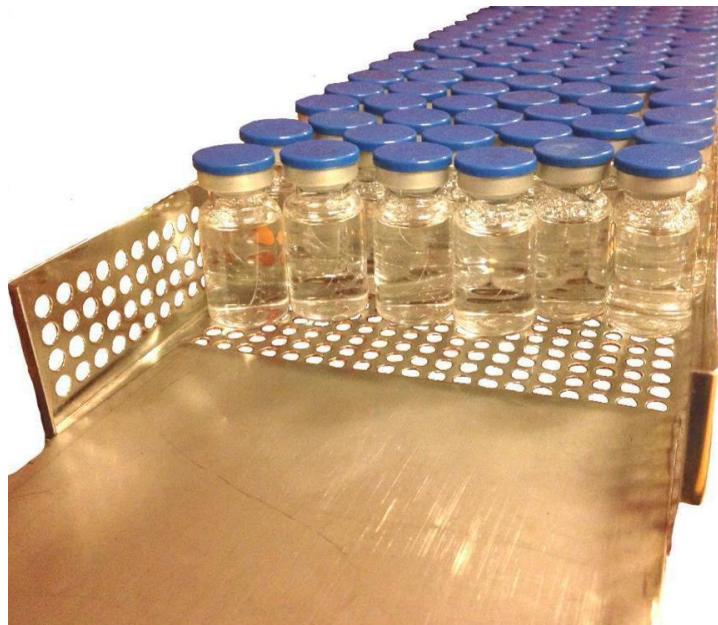


## 4.2. Skjutplatta

I ett försök att bevara så mycket som möjligt av den nuvarande maskinen så behövdes en lösning som helst skulle samarbeta med maskineriet som redan är installerat. Så en skjutplatta som man skulle kunna, med hjälp av en cylinder och ett spår som den följer, tryckas in mellan flaskorna och tråget. Denna skjutplatta, som kan beskrivas som en stekspade, är precis såpass bred så att den kommer in genom öppningen av tråget. Den skulle också kunna samverka med tryckmaskinen som innan enbart tryckt ut flaskorna för att nu, i samma takt som skjutplattan rör sig bakåt, trycka ut dem sista flaskorna så att alla kommer med.

### 4.2.1. Diskussion om skjutplatta

Skillnaden mot att enbart trycka ut flaskorna gentemot att dra ut dem, som man gör om flaskorna står på en platta, är att det inte alls blir samma spänningar på flaskorna. En stor anledning till dessa påfrestningar som uppstår vid att bara trycka ut flaskorna är avsmalnaden vid öppningen av tråget. Flaskorna skulle därmed inte behöva knuffas mot varandra och skapa det tryck som det blir när alla pressas mot varandra. Anledningen till att man skulle kunna använda tryckmaskinen tillsammans med skjutplattan är därför för att säkerställa att de sista flaskorna inte faller av skjutplattan som de gjorde i testerna.



Figur 3: Förslag på prototypen och de små glasflaskorna.





## 4.3. Beslutsmatris

Nedan visas matrisen om besluten som togs på de olika kraven som ställdes på verktyget. Reflektionerna kring dessa olika punkter diskuterades och nackdelar samt fördelar med dessa lyftes fram. Matrisen ska visa på vilket betyg de olika verktygen får i olika kategorier. Betyget sätts mellan 1 till 5 där så högt som möjligt indikerar att den är bra. I slutet adderas alla poäng ihop för att få en lättöverskådlig bild av hur bra verktygen är när det kommer till en kombination av alla kraven som är ställda.

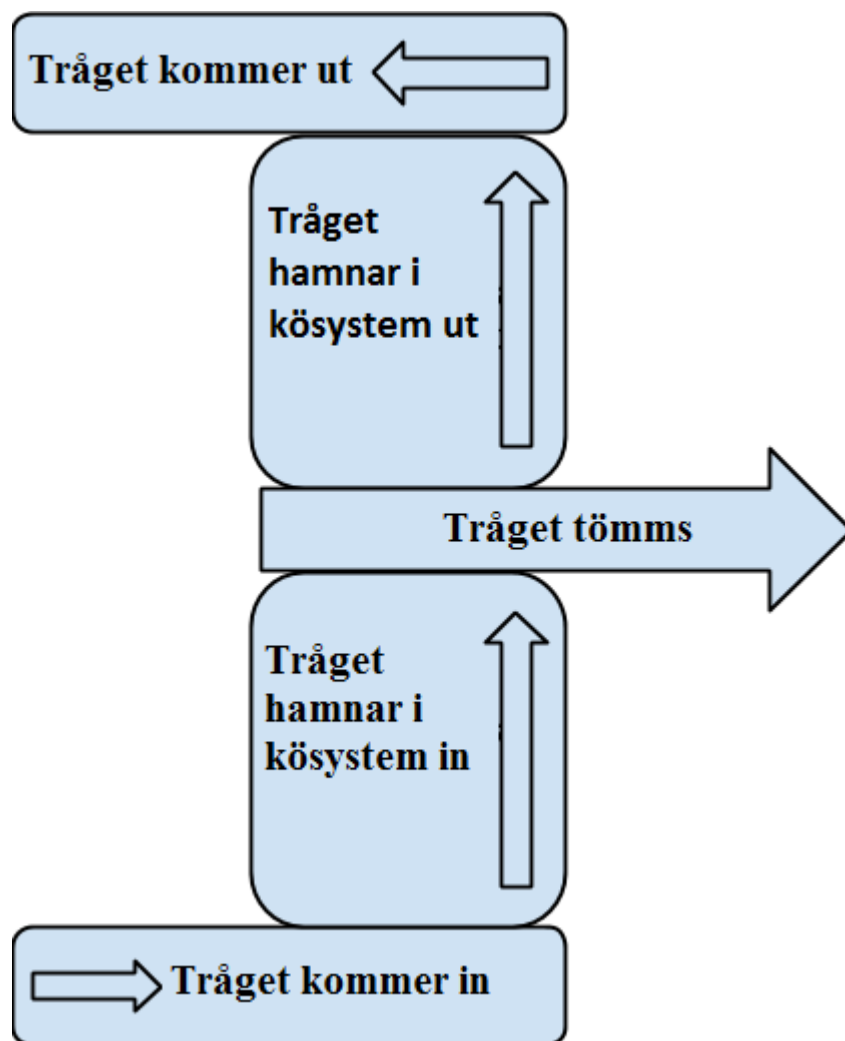
	Kvalité	Säkerhet	Hanterbar	Service	Funktionellt	Resultat
Stänger	2	3	2	2	2	11
Kammar	2	3	1	2	2	10
Sugkopp	4	4	4	5	4	21
Skjutplatta	3	5	5	4	5	22
Sugplatta	4	4	4	5	5	22

Tabell 1: Beslutsmatrisen för de olika förslagen.

- Kvalité - Hur bra verktyget kommer hålla med tiden.
- Säkerhet - Hur säkert det är för operatören att vistas runt om maskinen.
- Hanterbarhet - Hur lätt det är att handskas med det specifika verktyget.
- Service - Hur stort underhåll det antas att verktyget behöver.
- Funktionalitet - Hur bra verktyget fungerar.



## 4.4. Produktionsflöde



Figur 4: Beskrivning av hur dagens maskin fungerar.

Bilden presenteras av hur produktionsflödet ser ut i nuvarande stund. Beroende på om maskinen i sig behöver bytas ut helt eller inte så är detta i huvudsak hur flödet får se ut.



## 5. Uträkningar av vakuumtryck för lyftning av flaskor

För vidare utveckling av idén med vakuumsug behövdes det en djupare uppfattning om hur det skulle kunna fungera. Att arbeta på en idé i flera veckor utan att beräkna vilka krafter de olika motorerna behöver kan bespara en mycket tid i form av att praktiska tester inte riktigt går som man vill. Uträkningar gjordes därför tidigt för att ha en så bra vetenskaplig grund som möjligt att arbeta med, så de praktiska testerna gick i stort ut på att bekräfta våra teoretiska.

### 5.1. Teoretisk uträkning

Trycket som behövs för att lyfta upp flaskorna räknas enklast ut med formeln:

$$P = \frac{F}{A} \text{ [kPa]} \quad 1$$

Flaskornas vikt är 40 respektive 24 gram vilket medför en kraft enligt formeln:

$$F = m * g \text{ [N]} \quad 2$$

Arean räknades inte ut på flaskans storlek utan på vakuumsugkoppens diameter där den kommer i kontakt med ytan på kapsylen. Denna area räknas ut med följande formel:

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} \text{ [m}^2\text{]} \quad 3$$

uträkningarna på den stora flaskan:

$$P = \frac{0,04 * 9,81 * 4}{\pi * 0,011^2} \approx 4,1 \text{ kPa} \quad 4$$

Uträkningarna på den lilla flaskan:

$$P = \frac{0,024 * 9,81 * 4}{\pi * 0,011^2} \approx 2,5 \text{ kPa} \quad 5$$



## 5.2. Praktiska tester

### 5.2.1. Test av sugkopsplatta

Nedan följer beskrivning för hur den praktiska delen av att ta reda på hur effektiv sugkopsplattan fungerade.

#### 5.2.1.1. Test för trycket som krävdes.

När den teoretiska uträkningen hade gjorts återstod det att testa uträkningarna i praktiken för att bekräfta att värdena på krafterna som blivit uträknade var rimliga. En uppkoppling med en växlare som gör om tryckluft till vakuumsug samt en tryckmätare som visade hur stort trycket var kopplades därför ihop för att testa hur högt tryck det behövdes för att lyfta flaskorna. Uträkningarna visade sig stämma förvånansvärt bra då den stora flaskan teoretiskt räknades ut till att behöva 4,1 kPa, varvid den praktiska visade på 5 kPa för att orka lyfta. Skillnaden på 0.8 kPa beror på att när man räknar den teoretiska lyftkraften tar man inte hänsyn till friktion eller andra typer av förluster som exempel att munstyckena inte håller helt tätt mm. Ett test på hur väl den satt fast på sugkoppen genom skakningar och liknande påfrestningar utfördes därför. Påfrestningstestet tydde på att flaskan klarade ganska stora yttre påfrestningar utan att lossna från, testet sågs därför som lyckat och godkänt.



Figur 5: Bild på prototypen som byggdes för att testa.



## 5.2.1.2. Test för hur mycket läckage sugkoppen klarar.

Vidare test för att se vad effektförlusten blir när man kopplar anordningen så att en slang suger på ingenting medan den andra suger på kapsylen gjordes för att se vilket tryck som behövdes för att orka med att lyfta. Förlusten i det fallet blir 50 % och trycket på luften behövde ökas radikalt med en faktor på 3 vilket resulterade i ett nytt tryck på 15kPa. Försöket efter fanns en till fördelning på den redan fördelade slangen som gav enbart 25 % av luften genom sugkoppen till locket på flaskan vilket resulterar i att 75 % var läckage. Testet med att lyfta flaskorna med 75 % läckage var inte lyckat, då konstanterades att man inte kunde lyfta med 75 % läckage. Även när tryckluften ökades upp till 60 kPa var det knappt att man kunde känna att den började få ett litet grepp om kapsylen.

## 5.2.2. Test av sugkoppsplattan.

Det kikades på möjligheten att göra en hel sugplatta av sugkoppar, och inte bara ha en sugkopp för varje flaskas lock. En ny ide om att placera sugkoppar så tätt inpå som möjligt utvecklades och detta ansågs nödvändigt att testas

Trågets kant som dels är avtagbart, och dels visade sig innehålla perfekta hål, både i avseende till diametern på dem samt hur tätt de satt, användes därför. Ca 50 stycken sugkoppar skruvades fast tillsammans med slangar och förgreningar, detta för att i ett första skede testa i en mindre skala. Testet som senare utfördes gjordes på både de stora samt de små flaskorna där dem radades upp och placerades som de skulle ha stått ifall de fortfarande var i trågen. Nästa steg var att sätta på vakuemet samt placera prototypen ovanpå alla flaskor för att testa om den hade tillräcklig med lyftkraft. Dessvärre blev testet ett misslyckande då sugkopparna inte alls skapade det sug som behövdes för att lyfta flaskorna. Prototypen gjordes därför om till att enbart innefatta cirka 20 sugkoppar, men resultatet blev än en gång att suget blev för lite.



## 5.2.3. Testresultat

Sammanfattningsvis betyder de praktiska försöken att man kommer kunna klara av ungefär 50 % läckage utan att det kommer att orsaka större problem. Däremot så är ett annat problem att varje sugkopp i sig kräver ett tryck på 5 kPa och antalet sugkoppar som krävs för att täcka hela tråget har beräknats till att bli omkring 650st. Som väntat kommer anordningen därför att kräva ett väldigt stort tryck för att lyckas få upp alla flaskor, speciellt om 50 procent av sugkopparna inte ens får kontakt med locken. Teoretiskt sett skulle det vara möjligt med en tillräckligt stark vakuumsug, och det finns det gott om inom industrin. Uträkningar om hur stor andel av arean som består av antingen små flaskor, sugkoppar och stora flaskor för att på så sätt ge ett enklare sätt att bedöma troligheten i att detta lyckas genomfördes därefter. På de små flaskorna bestod 72,1 procent av ytan av flaskornas kapsyler där motsvarande siffra för de stora flaskorna var 43,8 procent. Sugkopparnas yta som kan greppa ett lock av en flaska beräknades också till 65,9 procent, där resten är tomt utrymme. När man inspekterar dessa värden ser det ut som att detta skall vara en omöjlighet. Man får däremot ha i åtanke att sugkopparna kommer böja sig runt kanten av flaskan och därmed kunna få grepp så att den kan lyfta även om den är lite utanför kanten.

Sökningar på internet ledde till ett verktyg vid namn unigripper, <http://www.unigripper.com/index.php/en/> (Hämtad: 2014-06-24), och diskussion om denna skulle vara möjlig inleddes. Unigripper är ett verktyg bestående av någon sorts patenterad strypning av de hål som inte suger på en yta medför att den är väldigt mångsidig. Den kan därmed lyfta stora, tunga saker men samtidigt små och lätta med hjälp av tryckluft. Efter diskussioner framkom det att denna inte är hygieniskt nog. Enligt regelverket för företagets specifika inriktning gäller att allt hålls hygieniskt. Skumgummi har förmågan att samla damm från omgivningen och detta tillåts därför inte. Beckervakuum erbjöd en produkt i namn FIPA som inte hade denna typ av skumgummi som skulle samla damm, och som därmed var godkänd från regelverket. Beckervakuum kontaktades därför för att ta reda på mer information om produkten och det visade sig att denna produkt precis var vad som var sökt.



## 6. Resultat

Störst fokus låg på hur verktyget skulle kunna fungera för att utföra sin uppgift. Fyra olika verktyg lades fram under diskussionerna, men under mötet så blev ett nytt tråg introducerat. Fokuset lades därefter på att titta på alternativa förslag som matchade kundens nya krav. På grund av den nya typen av tråg så kasserades stänger och kammar på grund av deras osannolikhet av att problemfritt få ned sina stänger mellan flaskorna

### 6.1. Skjutplatta

Skjutplattan var en idé som kanske även skulle kunna fungera med de nya kraven, efter lite justeringar. Tester som gjordes visade dock att de sista flaskorna ofta ramlade av och därav fortfarande stod kvar i tråget när allt annat var ute. Problemet kan enkelt lösas med att den nuvarande tryckmaskinen skulle kunna koordinera med skjutplattan och därav se till att de hålls kvar på skjutplattan. Det skulle kunna fungera genom att skjutplattan trycks in under flaskorna som planerat och att tryckmaskinen, som tidigare används till att trycka ut flaskorna, nu går i samma hastighet framåt som skjutplattan för att säkerställa att ingen flaska blir lämnad kvar.

Efter ett tag blev ett annat problem märkbart. Efter att ha använts ett par gånger fram och tillbaka upptäcktes det att plattan blev lätt deformerad och krävde därmed mer kraft med tiden för att kunna skjutas in. Deformationen låg i de främre sidorna av skjutplattan där de längst med kanterna vek sig uppåt. En grövre skiva testades därför som fick kanterna nedslipade. Resultatet blev att den hade en längre livslängd, men i slutändan blev även den så deformerad så att våld krävdes för att få den att utföra sitt arbete.

Tar man också i beaktande att vi bara tog det stål som fanns i närheten, och inte något stål som kanske är mer lämpad för uppgiften, så hade det möjligen funkat. Utifall att dessa problem löses så uppstod då frågan om hur man får bort dem från skjutplattan. En redan existerande vägg på maskinen finns dock redan som är lite sned, tanken uppstod därför att låta plattan gå under den väggen. Väggen har en lutning stor nog för att kunna skjuta av flaskorna på bandet.



## 6.2. Sugkoppsplatta

Under de praktiska testerna av sugplattan så framgick det att suget för de koppar som ej får något grepp om något försvårade arbetet för de koppar som fick. Efterforskningar gjordes därför om det redan fanns befintliga lösningar på liknande idéer, eller om det helt enkelt inte var möjligt utan att ha en alldeles för stor vakuumsug. Efter ett tag hittades FIPA sugplatta från Becker Vakuum, <http://www.beckervakuum.se/2014/04/nya-sugplattor.html> (Hämtad: 2014-06-24). Efter telefonsamtal samt mailkontakt med den ansvarige för Becker skapades en bättre uppfattning om hur denna produkt fungerar.

Efter tester och beskrivning om hur FIPA fungerar kom vi fram till att denna produkt var den bästa för jobbet. FIPA är så enkel så att den fungerar genom att ha stypventiler igenom sugkopparna, och detta är vad som gör verktyget perfekt i vårt fall.





## 7. Diskussion

När projektet startades i början av juni tycktes det som att vi hade tagit oss lite vatten över huvudet, därför sållades en del moment bort som troligtvis inte skulle hinnas med. Detta var moment såsom ekonomiska kalkyler samt hur trågen kommer in och lämnar. Fokuseringen låg istället på att enbart komma på en så bra lösning, helst flera olika, som kan utföra den uppgift som blev ålagt oss.

### 7.1. Avsugning av flaskorna

Problemet som vi hela tiden ställdes inför var hur snabbt som avsugning av flaskans oljedroppar kan ske. På besöket hos företaget diskuterades detta både med maskinoperatörerna, men också med de ansvariga cheferna, och det fanns väldigt skilda meningar kring detta. I dagens maskin kommer flaskorna in i rader av elva stycken där de sedan stannar framför avsyningsoperatören. Enligt maskinoperatörerna, som turas om att syna av flaskorna, har de redan kontrollerat flaskorna innan de ens stoppar och sitter därmed och bara trycker hela tiden. Enligt dem vill de därför ha ett konstant flöde av flaskor som passerar, och att man hellre trycker när man vill stoppa än att som nu trycka när man vill ha nästa rad. De ansvariga cheferna hade däremot en annan syn på det hela. Regelverket säger som så att det måste finnas en död mans knapp för att säkerställa att flaskorna verkligen blir synade, och att den bara inte rullar på utan att någon är där.

Det är dock en fråga som företaget själva får ha inombördes. Vi fick däremot en slutgiltig siffra av de ansvariga om att de vill kunna ha ett flöde på 300, max 400 flaskor per minut.



## 7.2. Ändring av tråg

Väl på mötet med företaget, och deras nya produktintroduktion, så ställdes frågan angående hur deras tråg såg ut. Svaret vi fick var att trågen hade likadana dimensioner som det gamla, med skillnad av höjden, de små flaskorna hade en lägre höjd av kanterna.

En fråga ställdes därför om hur de ser på möjligheten att byta tråg överhuvudtaget till flaskorna. Med möjlighet att konstruera nya tråg hade ett mer flexibelt sådant kunnat skapas med bättre möjligheter. Som exempel kan tas att man då hade kunnat ta bort de kanter som sticker ut inåt mot flaskorna. Det är dessa kanter som har förmågan att förstöra flaskor eftersom de trycks ihop mot en trängre korridor, och det är då de går sönder. Med nya tråg som inte har den kanten hade därmed nuvarande lösningen kunnat fungera oavsett vilka flaskor man har.

Svaret från företaget om ändrade trågstorlekar var dock ett bestämt och direkt nej. Det skulle innebära stora kostnader och problem i form av förnyelse av andra maskiner i linan. Dels produktionen av nya tråg, men också skulle de stora lådor som med truck kommer in och lastar av alla tråg behövas göras om också. Företaget ansåg att det var en bättre lösning att anlita Graniten för att komma på en bättre maskin.



## 7.3. Reflektioner kring framtagna verktyg

### 7.3.1. Sugkoppsplatta kombinerat med nuvarande maskin

I teorin skulle en sugkoppsplatta kunna fungera. Om det blir en som Graniten själv tillverkar eller en som de köper in från exempel Unigripper eller FIPA får de välja själva. Problem som kan uppstå även om man förutsätter att den verkligen kan greppa alla flaskor finns ändå. Bland annat förutsätts det att de plastlock som sitter på flaskorna verkligen sitter fast. Toleransen ska ligga på att 1 av 50 000, d.v.s. en varannan timme, får gå sönder. Men kommer verkligen dessa kapsyler sitta såpass hårt så att de kan bära upp vikten av flaskorna på verkligen alla flaskor som kommer in?

#### 7.3.1.1. Fördelar

- Enkel metod som inte är beroende av flaskans storlek. Så länge som flaskans topp har detsamma dimensioner som idag, 22 millimeter, så ska det inte vara något problem.
- Skulle kanske kunna installeras in i den nuvarande maskinen. Fler mätningar och efterforskningar kräver dock att man tar reda på hur stor den tänkta maskinen skulle bli. Mätningar för att sedan ta reda på hur stor volym som finns i maskinen att ta tillvara på behövs därefter också göras för att se till så att dessa två passar varandra.
- Även de flaskor som kan vara skadade och ha en spricka i sig går inte sönder via denna process. De flaskorna sållas istället bort längre bort i produktionen istället för att gå sönder i början vilket orsakar produktionsstopp.



## 7.3.1.2. Nackdelar

- Flaskorna behöver bara lyftas den höjd som tråget är, d.v.s. 140 mm, för att kunna transporteras vidare till bandet. Om nu någon flaska mot förmodan skulle lossna så skulle det förhoppningsvis inte ske så mycket. Antingen skulle den tappas ned i tråget igen och därmed bli sedd och omhändertagen av en maskinoperatör när denne tar bort det tomma tråget. Den skulle annars tappas ovanför det löpande bandet som är en mjuk landning. I värsta fall skulle den välta där, men chansen att den skulle gå i kras av ett så litet fall är väldigt litet. Om den mot förmodan skulle ha oljedroppen i sig skulle den då spädas ut i flaskans innehåll.
- Kan kräva en helt ny maskin som därmed kan bli mer kostsamt.



## 7.3.2. Skjutplatta kombinerat med nuvarande maskin

En skjutplatta som fungerar som en stekspade som trycks in under flaskorna är en enkel lösning. När flaskorna står på skivan som sedan dras ut så måste de såklart passera öppningen av tråget som har en avsmalnande mynning. På grund av att de dras ut och inte trycks uppstår därmed inte de spänningar som gjorde att den nuvarande maskinen ej fungerar. En programmering av den nuvarande samt detta tillägg i form av skjutplatta hade därmed kunnat garantera att inga flaskor alls skulle bli kvar i tråget.

### 7.3.2.1. Fördelar

- Inga som helst flaskor kommer bli kvar i tråget.
- Väldigt enkel metod. Den lilla efterforskning vi gjort med uppskattningar tyder på att skjutplattan utan problem hade kunnat få plats i den nuvarande maskinen. Detta är dock ingen garanti då vi kan ha missbedömt något.
- Skulle inte bli kostsam.

### 7.3.2.2. Nackdelar

- Den flaska som av maskinoperatören måste tas bort i nuläget för att få dit tryckmaskinen måste även i fortsättningen tas bort. Detta är mer ett störande moment för operatören än något annat då detta måste göras på varje tråg.
- De få flaskor som har en spricka i sig och därmed är väldigt sköra har möjlighet att gå sönder. De krafter som inverkar på flaskorna med detta alternativ blir inte i närheten av så stora som de blir med den nuvarande. Därför är det dock inte sagt att fel flaska kan hamna i precis fel läge och därmed ha chans att gå sönder.



## 7.4. Miljöpåverkan

Då arbetet på maskinen i sig inte på något sätt kan förbättra kvalitén eller ändra sammansättningen i produkten till något mer miljövänligt så finns det inte mycket som kan göras. Maskinens uppgift är enbart att transportera ut flaskorna som redan är producerade och nu bara ska gå igenom en kvalitétsskontroll.

Enda som kan påpekas är att miljöpåverkan blir mindre om man bestlutar sig för att använda sig av men modifiera den nuvarande maskinen. Detta sätt skulle därmed innebära att en helt ny maskin inte skulle behöva skapas, och därmed använda sig av allt material det skulle kräva.

## 7.5. Förslag till Graniten

Efter att ha jobbat tillsammans med Graniten och framlagt olika idéer och lösningar till dem, så har en uppfattning av vad företaget vill göra med maskinen bildats. Vårt förslag till Graniten har därför blivit att beställa den typ av verktyg, FIPA från Beckervakuum, som efter alla samtal och tester kommer att fungera. Hur Graniten väljer att göra med själva verktyget är nu upp till dem, förslagsvis kan de använda en robot som var tanken från början eller alternativt att de använder några cylindrar för att förflytta verktyget i rörelseriktningarna som behövs. En fördel med denna maskinlösning blir att utrymmet på golvet kommer att minskas vilket leder till att man kan utnyttja och få en effektivare produktion som använder sig av två robotar eller liknande, och därmed utför arbetet dubbelt så snabbt. Uppfattningen som bildades var att Graniten vill konstruera samt bygga sin egna maskin för att säkerställa kvaliteten och därmed inte komplettera den befintliga.



## 7.6. Ergonomi

Då trågen kommer fram till plockverktyget är det en människa som står där och placerar dem i det nuvarande transportbandet. Lösningar kikades därför på om det inte skulle gå att förbättra ergonomin för de anställda som dels lyfter upp trågen, men också av dem som synar av.

Vi kom fram till att det redan är riktigt genomtänkt det sätt som de har nu. De stora lådor som trågen kommer in i körs med en truck, och denna truck lyfter stegvis upp trågen. På detta sätt har de jämt den höjd som är behaglig för den arbetaren som är där just då så att inget onödigt lyft behövs göras.

Vad gäller ergonomin för de som synar av flaskorna har de redan ergonomiska stolar, men också en ljuddämpande isolering runt om som de sitter i. Detta för att optimera ljussättningen när avsyningen görs samt dämpa störande ljud.

För att ha en så bra ergonomi som möjligt i dagens maskinmiljö så roterar man skift var 10:e minut för att inte ett monotont arbete ska uppstå för de anställda och därmed förhindra skador på kroppen.



## *Referenser*

1. <http://www.unigripper.com/index.php/en/> Accessed: 2014-06-24
2. Beckervakuum FIPA plattan  
<http://www.beckervakuum.se/2014/04/nya-sugplattor.html> Accessed: 2014-06-24
3. Graniten AB, företaget där examensarbetet ägde rum  
<http://www.graniten.com/> 2014-08-18

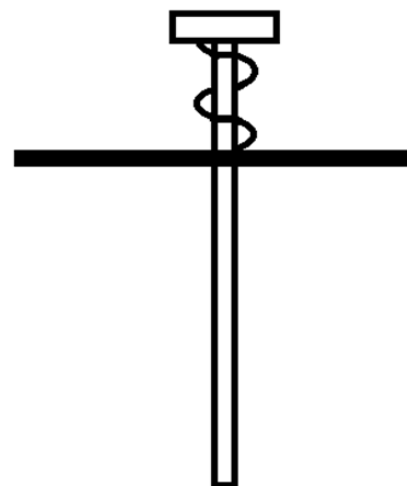




## Appendix

### Stänger

Tanken var att sänka ner tunnare pinnar mellan flaskorna och därmed hjälp av friktion fästa dem genom att en cylinder eller motor spänner åt var och en av dem och på så sätt kniper fast dem var en av de första tankegångarna. Dock på grund av att pinnarna måste ned mellan varje flaska blir det en ganska liten area att arbeta med, vilket gör att toleransen för verktyget blir ganska litet. Det problemet tänktes lösas genom att placera hundratals med stänger på en platta där varje enskild pinne har en fjäder upptill, detta utifall att pinnarna skulle träffa ett lock så skulle därmed fjädern skydda den från att gå sönder.



Figur 6: Bild på hur en stång var tänkt att se ut ifrån sidan.

### Diskussion om stänger

När företaget på mötet visade den nya typen av flaskor visades det att denna lösning var en omöjlighet. Flaskorna stod inte i någon symmetrisk ordning samt att det var väldigt tätt mellan flaskorna. Pinnarna skulle inte kunna få tillräckligt med utrymme för att rymmas mellan flaskorna. Pinnarna skulle inte kunna garanteras att kunna greppa då de med största sannolikhet inte får plats och då skrotades denna idé.

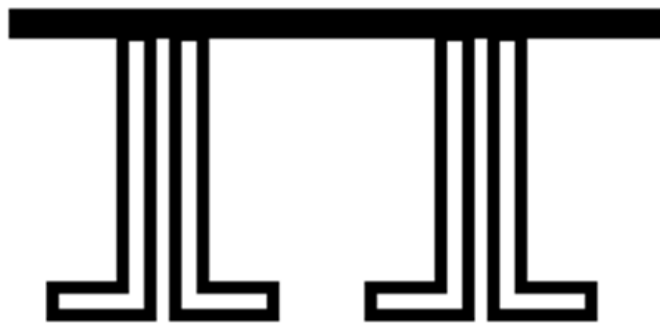


## Kammar

En vidareutveckling av stängerna var att stoppa ner långa kammar mellan flaskorna och klämma åt med hela raden så flaskorna fixerades mellan kammarna. Varannan rad skulle därmed dras åt motsatt håll för att få en så bra fixering som möjligt. Eftersom flaskorna har en rund kant där halsen möter resten av kroppen så var tanken att kammarna skulle hamna emellan även om flaskorna är lite smått ur position.

## Diskussion om kammar

Idén hade samma tankegång som pinnarna, så även här blev problemet att när de nya flaskorna kom skulle den bli väldigt svår att realisera p.g.a. flaskorna täta placering. Även om det bara var de original 108 flaskorna som stod i ordning så skulle det ändå vara en svårighet med tyngden av flaskorna samt deras friktionsyta. Detta skulle resultera i att kammarna skulle vara lite för stora för att denna lösning skulle kunna användas i praktiken på ett bra sätt. Idén skrotades därför.



Figur 7: Bild på hur kammarna var tänkt att se ut ifrån sidan.

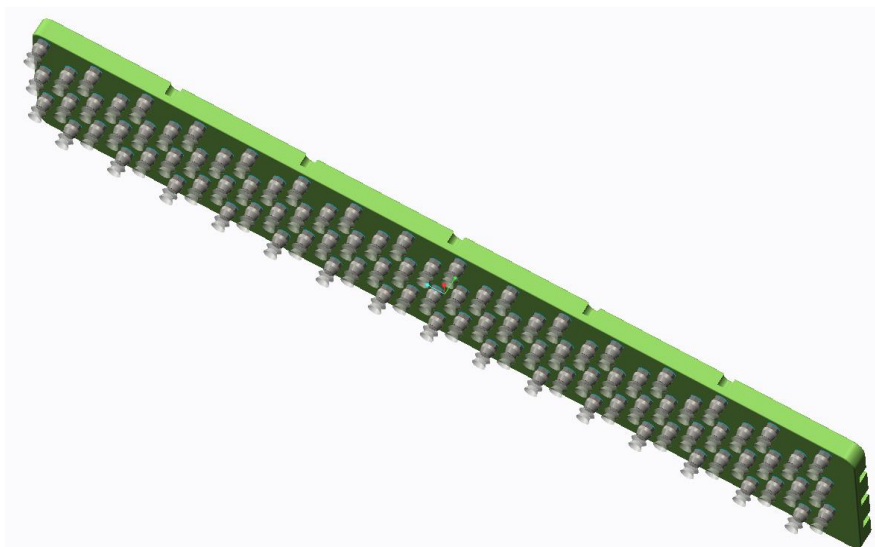


## Sugkopp

Med tanke på att de större flaskorna alltid stod likadant för varje tråg som kom in så kläcktes idén till att man skulle kunna ha sugkoppar för var och en av de 108 flaskorna. Problemet var att se till så att de alltid träffade ovanpå flaskorna samt att vakuumkraften skulle vara tillräckligt stor för att kunna lyfta de 4.23 kilo som alla flaskorna tillsammans väger. Flertalet försök visade ganska snabbt att flaskorna alltid skulle ha samma placering i tråget, oavsett hur många stötar eller skakningar den skulle utsättas för. En elva millimeter i diameter stor sugkopp som är placerad precis ovanför varje flaskas 22 millimeter i diameter lock skulle därför kunna, teoretiskt sett, få grepp om och lyfta alla flaskorna på varje försök samt sätta ned dem på ett smidigt sätt.

### Diskussion om sugkopp

Så länge som alla sugproppar skulle få kontakt med varje flaskas lock så skulle den fungera utmärkt. Frågan som ställdes var därför om flaskorna alltid stod i samma position när de kom in? Och vad om en flaska under transporten tidigare hade gått sönder så att en flaska saknades och det därmed rädde oordning? När mötet med Företag AB sedan var avklarat stod det klart att detta alternativ inte längre var aktuellt.



Figur 8: Förslag på hur första verktyget skulle se ut, när bara de stora flaskorna fanns.