

## Nykonstruktion av moduler för testutrustning inom inhalation

Modification of inhalation test equipment for modular capabilities

*Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom Maskiningenjörsprogrammet*

David Niklasson  
Hampus Nilsson

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik  
*Avdelningen för Avancerad oförstörande provning.*

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sweden, 2016

Examinator: Gert Persson Examensarbete No. 154/2016

## FÖRORD

Examensarbetet och tillhörande rapport är gjort på 15 högskolepoäng vid maskiningenjörsprogrammet (180hp) på Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg. Arbetet har utförts i samarbete med Astra Zeneca Mölndal, Göteborg.

Vi vill börja med att tacka AstraZeneca Mölndal för ett väldigt gemytligt mottagande från all personal och de förutsättningarna vi tilldelats för att göra ett lyckat examensarbete i form av plats, handledning och genuint intresse. Framförallt skulle vi vilja tacka Jake Christofferson, Roland Landkvist, Åsa Ronkvist och Sanja Beyowich för förträfflig handledning, vänligt välkomnande och utan er assistans hade inte arbetet vart utförbart.

Stort tack skall Gert Persson vid Chalmers ha för sin förmåga att under hela projektets gång vara tillgänglig för handledning och diskussion kring rapportskrivandet samt för ett trevligt bemötande.

David Niklasson & Hampus Nilsson

Chalmers Tekniska Högskola

Maj 2016

## SAMMANFATTNING

AstraZeneca är ett internationellt företag som arbetar med att utveckla effektiv medicin för att behandla patienters sjukdomar, allt från mag- och tarmbesvär till sjukdomar kopplade med andning.

AstraZeneca Mölndal har ett flertal inhalatorer som är i behov av testning och verifiering i alla dess former. En av verifieringsmetoderna är tryckmotsståndsmätning med instrumentet Nolek. Nolekapparaten i Mölndal kan för tillfället dessvärre endast mäta tryckmotsståndet för en typ av inhalator. Projektets mål är att utöka antalet inhalatorer som ska kunna använda sig av Nolek för att verifiera att tryckmotsståndet hos inhalatorerna inte är för högt eller för lågt.

Projektet har utförts i lokaler på Chalmers, Lindholmen samt på AstraZeneca, Mölndal under vårterminen 2016.

Arbetet har utmynnat i två konceptlösningar som möjliggör tryckmotsståndsmätning av ytterligare två typer av inhalatorer med Nolek. Ritningar och toleransmåtsättningar har utförts för de valda lösningarna samt sammanställningsritningar i *Catia*.

Konceptlösningarna bygger på att utnyttja en servomotor tillhörande Nolek för att möjliggöra den efterkommande tryckluftsmätningen. Servomotorns givna moment överförs genom olika former av hävarmar för att aktivera och trigga de valda inhalatorerna. Detta görs för att kunna mäta lufttrycket som krävs för att inhalatorn ska ge en full dos medicin och därefter förbereda inhalatorn för att köra processen en ytterligare gång.

Genom att utnyttja den servomotor som används för att lösa samma problem hos tidigare inhalator kommer en ny drivkälla inte behövas köpas in och därmed minskas den totala kostnaden för att realisera de nya konceptlösningarna.

Projektet har inte tagit särskilt stor hänsyn till det pris det skulle krävas för att tillverka konceptens detaljer utan har istället fokuserat på konceptens funktionalitet.

## SUMMARY

AstraZeneca is an internationally recognized company that works with pharmaceutical development and have been treating people's illnesses with their medicines since April 1999.

AstraZeneca, Mölndal have possession of numerous inhalation devices at site, which all are in need of verification through testing. One of the commonly used methods to verify that the device is meeting the requirements is by using a machine that measures pressure resistance, called Nolek. Nolek has a couple of disadvantages and one of them is that the machine can only properly calculate pressure resistance for one specific inhalation device. Making Nolek able to operate on additional inhalation devices is therefore something to work towards.

The thesis have been performed at Chalmers, Lindholmen and at AstraZeneca, Mölndal during the first half of 2016.

Through the thesis, two different concepts have been developed that solves the coveted demand to be able to use Nolek for additional inhalers, one concept for each device. In *Catia*, CAD-drawings and tolerance dimensions have been created of the parts and assemblies of the specific concepts made.

The concepts are based on utilizing an engine that is associated to the Nolek instrument for latter measuring. The given engine torque is transferred through different shaped levers in order to activate and restore the certain inhalation devices. By doing so, it is possible to measure the inhaler's ability to release the drug and restoring the device to the launching state of the process.

By using the same engine as Nolek formerly have been doing, there is no need for the purchase of new equipment which leads to a lower manufacturing cost for the entire concepts.

During the project the regard against manufacturing price has been low and the focus when selecting the prime concepts has been centered on functionality.

## Innehållsförteckning

Beteckningar .....	7
1 INLEDNING.....	8
1.1 Bakgrund .....	8
1.2 Syfte .....	8
1.3 Avgränsningar .....	8
1.4 Precisering av frågeställningen .....	8
2. TEORETISK REFERENSRAM.....	9
2.1 Använda metoder .....	9
2.1.1 Blackbox .....	9
2.1.2 Kravspecifikation .....	9
2.1.3 Brainstorming .....	10
2.1.4 Elimineringssmatris.....	10
2.1.5 Pugh - Konzeptutvärderingsmatris .....	10
2.1.6 Kesselring - Konzeptutvärderingsmatris.....	11
2.1.7 Gantt-schema .....	11
2.2 Tryckmotståndsmätningssmaskin - Nolek .....	12
2.3 De två olika devicen.....	13
2.3.1 Device 1 - Spiromax .....	13
2.3.2 Device 2 - Tudorza pressair inhaler .....	13
3. METOD .....	15
3.1 Datainsamlingsmetoder.....	15
3.1.1 Introduktion av företag .....	15
3.1.2 Instrumentmanualer .....	15
3.2 Uppföljning och planering .....	15
Nedan beskrivs de metoder som används vid uppföljning och planering .....	15
3.2.1 Projekt-Loggbok .....	15
3.2.2 Gantt-schema .....	15
3.3 Kravspecifikation.....	15
3.4 Konzeptgenereringsmetoder .....	16
3.4.1 Black box och funktionsanalys .....	16
3.4.2 Brainstorming .....	16
3.5 Utvärderingsmetoder.....	16
3.5.1 Redovisning & återkoppling.....	16
3.5.2 Elimineringssmatris.....	16
3.5.3 Pughmatris .....	16
3.5.4 Kesselringssmatris.....	17
3.5.5. Beslut .....	17
3.6 CAD-modellering .....	17

3.6.1 Ritningar .....	17
3.6.2 Toleransmåtsättning.....	17
3.6.3 Förbättringar .....	17
4. RESULTAT .....	18
4.1 Spiromax .....	18
4.1.1 Koncept och förbättringar.....	18
4.1.2 Elimineringssmatris.....	28
4.1.3 Pughmatris .....	28
4.1.4 Kesselringmatris .....	28
4.1.5 Device i CAD.....	29
4.1.6 Vinnande koncept .....	29
4.1.7 Ritningar .....	30
4.2 Tudorza .....	30
4.2.1 Koncept och förbättringar.....	30
4.2.2 Elimineringssmatris.....	38
4.2.3 Pughmatris .....	38
4.2.4 Kesselringssmatris.....	38
4.2.5 Device i CAD.....	38
4.2.6 Vinnande koncept .....	39
4.2.7 Ritningar .....	39
5. DISKUSSION.....	40
5.1 Spiromax .....	40
5.1.1 Vinnande koncept för Spiromax.....	40
5.1.2 Version 2 av vinnande koncept för Spiromax.....	40
5.1.3 Version 3 av vinnande koncept för Spiromax.....	41
5.2 Tudorza .....	42
5.2.1 Version 1 av vinnande koncept för Tudorza.....	42
5.2.2 Version 2 av vinnande koncept för Tudorza.....	42
5.2.3 Version 3 av vinnande koncept för Tudorza.....	43
5.2.4 Version 4 av vinnande koncept för Tudorza.....	44
5.2.5 Version 5 av vinnande koncept för Tudorza.....	45
5.2.5 Vidareutveckling av det vinnande konceptet för Tudorza.....	45
6. SLUTSATS.....	46
REFERENSER .....	47
BILAGOR.....	48

## Beteckningar

Nolek – Tryckmotståndmättningsapparat

Device - En inhalator.

CAD - Computer-aided design.

Part - En 3D-modell uppritad i CAD.

Assembly - Flera “parts” ihopsatta.

CATIA V5 – Mjukvaran som användes för 3D-modellering av CAD-parts.

Aktivering – Steget då drogen utlöses från inhalatorn

Triggning – När inhalatorn laddas om och blir redo att aktiveras igen.

Användningsposition = Det läget som devicet ska vara i då patienten inhalerar drogen.

BTI (breath triggered inhaler) = Det device Nolek kan mäta tryckmotståndet för nuvarande.

Spiromax – Den första inhalatorn vi valt att göra konceptlösningar till.

Tudorza – Andra inhalatorn vi valt att fokusera på.

Fixtur – Den del av Nolek som sköter aktivering och triggning av inhalatorerna under mätning.

# 1 INLEDNING

Kapitlet behandlar projektet uppkomst och dess mål.

## 1.1 Bakgrund

PharmDev på AstraZenecas inhalationsavdelning använder sig av en flödesmätare kallad Nolek för att undersöka olika inhalatorers tryckmotstånd. Utrustningen består i stort av två delar. En del som mäter tryckmotståndet hos inhalatorn och en del som förbereder inhalatorn inför mätning.

Idag är den förberedande delen av utrustningen begränsad till att göra iordning endast ett specifikt device(BTI) inför tryckmotståndsmätning. Detta beror på att fixturen inhalatorn trycks ner i är anpassad efter inhalatorns geometri och funktionalitet. AstraZeneca önskar därför att hitta nya lösningar som kan användas i instrumentet Nolek för att göra instrumentet mer flexibelt och därmed kunna testa nya inhalatorer som är under utvecklingsfas eller inköpta av andra företag.

Målet är att skapa fixturer till Nolek så att nya inhalatorer kan testas samtidigt som man behåller förmågan att testa BTI, på ett enkelt sätt. Genom att använda samma mätinstrument kan tryckmotståndet på ett mer tillförlitligt sätt jämföras mellan inhalatorerna.

## 1.2 Syfte

Arbetet på AstraZeneca görs för att ge möjligheten att mäta tryckmotståndet med Nolek på fler inhalatorer än vad den gör idag. Detta ska lösas genom att ge Nolek lättmonterande fixturer som ska kunna användas då man vill testa andra typer av inhalatorer än BTI.

## 1.3 Avgränsningar

- Ingen testning på prototyp, till exempel tryck- och luftflödestest.
- Ingen bestämning av tillverkningsmetod.
- Inget val av material, utan använder samma material som används i dagsläget.
- Ingen ändring av funktioner eller munstycke hos den tryckmotståndsmätande delen av Nolek.
- Begränsat med tid (16 veckors exjobb på halvfart).
- Endast koncept för två typer av inhalator

## 1.4 Precisering av frågeställningen

Att minst göra innan slutdatumet:

- Lösningar för två inhalatorer.
- En sammanställning i *CATIA V5* som illustrerar en lösning.
- Ritningar för alla parter med toleransmåtsättning.

I mån av tid:

- Lösningar för tre inhalatorer.
- Tre sammanställningar i *CATIA V5*.
- Ritningar för alla nya parter med toleransmåtsättning.
- 3D-printade modeller av vinnande koncept.



## 2. TEORETISK REFERENSRAM

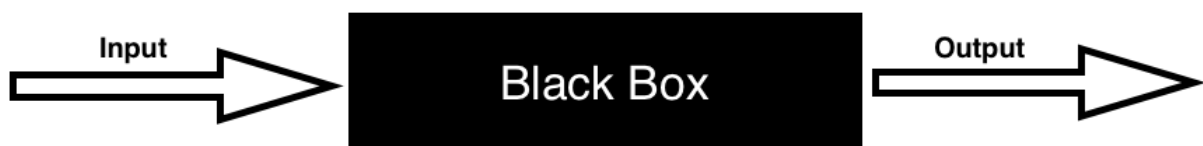
Kapitlet redogör begrepp som har används under projektets gång.

### 2.1 Använda metoder

Metoderna som har används under projektets gång och hur dessa används redovisas nedan.

#### 2.1.1 Blackbox

Blackbox-metoden används för att på ett enkelt sätt uttrycka vilken huvudfunktion sin lösning skall uppfylla och definiera var funktionen börjar(input) och vad som fås ut(output). "Inputen" och "outputen" illustreras som två pilar med tillhörande text där vänster pil går in i boxen och representerar input och höger pil representerar output och går ut från boxen. Boxen symboliserar huvudfunktionens alla delfunktioner som behövs för att gå från input till output[1].



*Figur 1, Illustrerar Blackbox-metoden.*

Exempel på en lampa:

Trycks lampans knapp ner så tänds lampan. Där är knapptrycket input och att den tänds output och allt med kopplingar och ström ignoreras.

#### 2.1.2 Kravspecifikation

Kravspecifikationen kan ses som en detaljerad beskrivning av hur den efterfrågade lösningen som beställts ska se ut. Den innehåller två olika sorters behov: starka krav som måste uppfyllas samt önskemål som kunden skulle uppskatta. Kraven ska helst vara funktioner eller egenskaper som lösningen ska ha, alltså inte hur arbetsgången till målet skall se ut. Alla dessa krav verifieras sedan med ett ja eller nej beroende på om kravet är uppfyllt eller inte[2].

Önskemålen behöver inte uppfyllas utan används i konceptutvärderingsfasen som en riktlinje för att avgöra vilket koncept som passar kunden bäst. För att hitta den bästa lösningen så betygsätts önskemålen av kunden vilket sedan styr konceptutvärderingen och dess matriser. I detta projekt består utvärderingen av en Kesselringsmatris.

### 2.1.3 Brainstorming

En konceptgenereringsmetod som går ut på att en grupp tillsammans ska ta fram så många olika idéer som möjligt på så kort tid som möjligt. Inom brainstorming är inga idéer dåliga, då även dåliga idéer kan leda till något gott. De kan få andra gruppmedlemmar att tänka i nya banor som sedan leder till att en bättre idé växer fram.

För att en brainstorming ska bli lyckad skall följande regler följas under processens gång[3]:

#### Inga åsikter:

Det är inte tillåtet att kommentera en idé om den är bra eller dålig, utan idéskapandet ska vara spontant. Sortering av kvalitét kommer först senare i utvecklingsfasen.

#### Inga förslag är dåliga:

Det är bättre att många förslag kommer fram, då även en sämre idé kan ligga till grund för någon annans gyllene idé.

#### Think outside the box:

Även helt galna idéer kan leda till en lysande lösning och bör därför inte räknas bort till en början på grund av att de inte känns genomförbara eller rimliga.

#### Mixa idéerna:

Att mixa ihop och göra om andras idéer. Att lägga ihop två idéer kan skapa en helt ny och unik idé.

### 2.1.4 Elimineringssmatris.

En metod som sorterar bort koncept som inte uppfyller följande punkter[3]:

- Löser det ställda problemet.
- Uppfyller alla krav från kravspecifikationen.
- Är genomförbar.
- Är inom kostnadsramen för vad som är godkänt för projektet.
- Tillräckligt bra ur miljöaspekt, säkerhet och ergonomi.

### 2.1.5 Pugh - Konceptutvärderingsmatris

I Pughmatrisen jämförs koncept mot en referens med avseende på kriterierna från kravspecifikationen för att se vilka koncept som är värda att tas med till vidareutveckling. De kriterier koncepten anses klara bättre än referensen symboliseras med ett (+) och på kriterierna som presterar sämre än referensen sätts ett (-). Sedan summeras alla (+) och (-) för att erhålla en totalpoäng. Blir resultatet positivt är konceptet godkänt för att tas med till vidareutveckling. Skulle resultatet istället vara negativt så parkeras konceptet[3].

Pughmatris	Konceptalternativ			
Kriterier	Referens	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3
Kriterie 1	-			
Kriterie 2	-			
Kriterie 3	-			
Kriterie 4	-			
Kriterie 5	-			
$\Sigma +$ :				
$\Sigma -$ :				
<b>Totalt</b>				

Tabell 1, Pughmatris mall.

## 2.1.6 Kesselring - Konzeptutvärderingsmatris

Kesselringmatrisen är en metod som rangordnar koncepten med avseende på önskemålen från kravspecifikationen. Först viktas de olika önskemålen, där de mer betydelsefulla kriterierna får en högre poäng.

Sedan delas poäng ut på hur väl de olika koncepten uppfyller kriterierna i en skala 1-10. Konceptens poäng multipliceras med kriteriernas vikt och produkterna av dessa adderas sedan ihop, koncept för koncept. Sedan rangordnas koncepten efter resultaten, där det koncept med högst poäng är det koncept som presterar bäst och som enligt Kesselringmatrisen den lösning som anses vara mest lämplig för att lösa det ställda problemet[3].

Kriterier	Lösningalternativ										
	Ideal		1		2		3		4		
	w	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t
Önskemål 1											
Önskemål 2											
Önskemål 3											
Önskemål 4											
Önskemål 5											
T=											
T/Tmax											
Ranking											

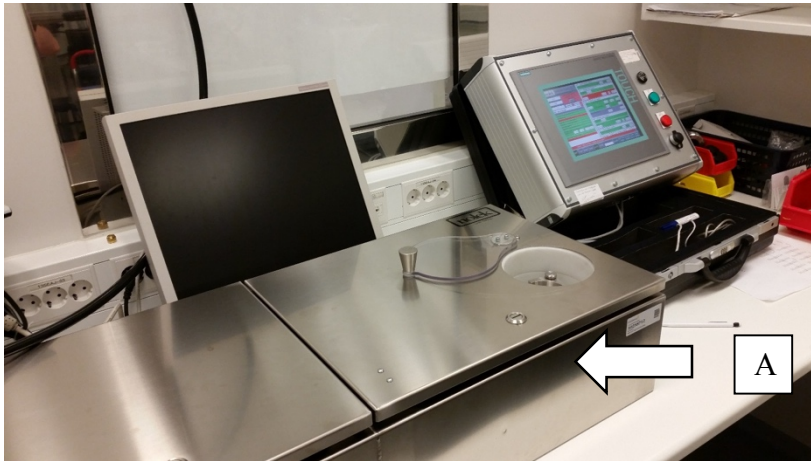
Tabell 2, Kesselringmatris mall.

## 2.1.7 Gantt-schema

Gantt-schemat är ett planeringsschema som visar projektets mål och delmåls uppskattade start- och slutdatum i en graf i form av en tidslinje[3]. Gantt-scheman som gjordes under projektets gång kan användas som exempel(se bilaga 4).

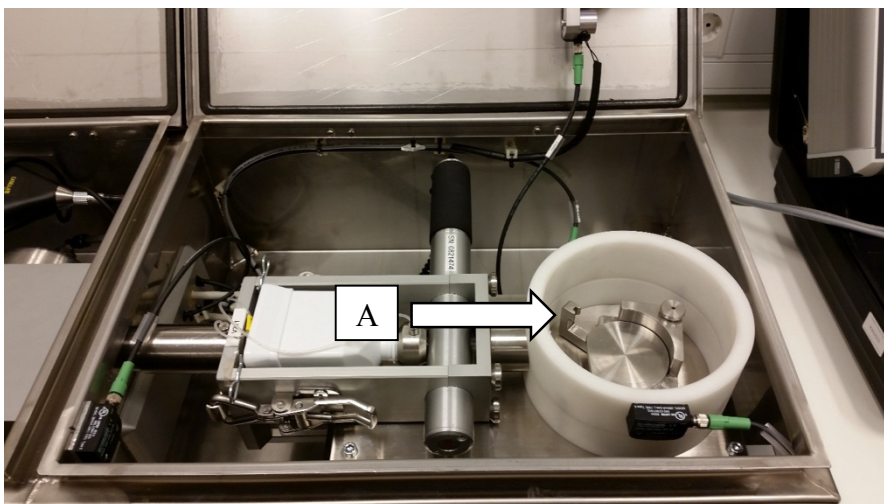
## 2.2 Tryckmotståndsmätningssmaskin - Nolek

En maskin som kopplas på inhalatorernas munstycken och suger för att mäta undertrycket som krävs för att drogen ska åka ut. Denna mätning görs för att säkerställa att användare kan få i sig hela sin dos medicin[4].



*Figur 2, Metalllådan som ligger på bordet är maskinen som kallas Nolek.*

I lådan (se A figur 2) som mätutrustningen befinner sig i finns även en servomotor som kan användas för att manipulera device med olika fixturer.



*Figur 3, Bild på dagens lösning.*

Metallbiten (se A figur 3) som den vita pilen pekar på är en hävarm kopplad till Noleks servomotor.

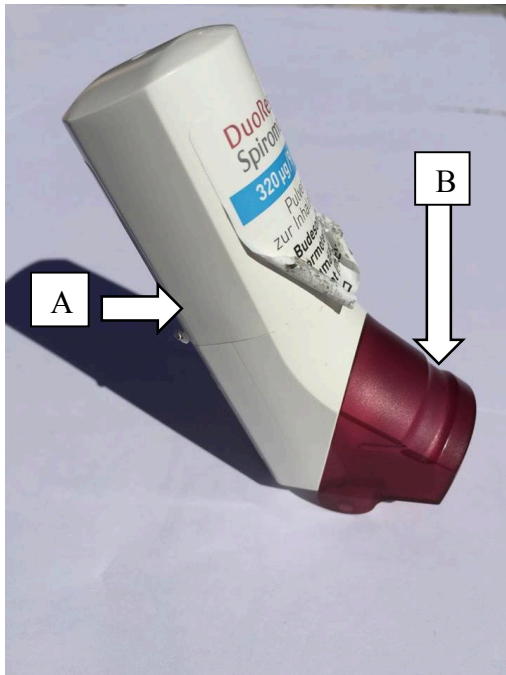
## 2.3 De två olika inhalatorerna

Kapitlet nedan beskriver de två inhalatorerna som behandlats under arbetet.

### 2.3.1 Inhalator 1 - Spiromax

Första deviceet är kallat Spiromax och tillverkas av DuoRes och innehåller drogen budesonide som hjälper personer med astma att andas normalt. Inhalatorn har 120 doser och vars drog skjuts ut då en patient suger på munstycket, dos för dos. Drogen skjuts alltså ut vid ett visst undertryck som patienten utgör. Sedan måste locket stängas för att en ny laddning med drog ska aktiveras[5].

För att doserna ska bli i rätt storlek och skjutas ut till användaren på rätt sätt så måste deviceet stå så att deviceets vita del (A i figur 4) är i vertikal position under både användning och stängning (utlösning och laddning). Görs inte detta blir antingen deviceet inte helt laddat eller så fastnar en del av drogen i deviceet och som då kan läckas ut vid ett senare tillfälle.



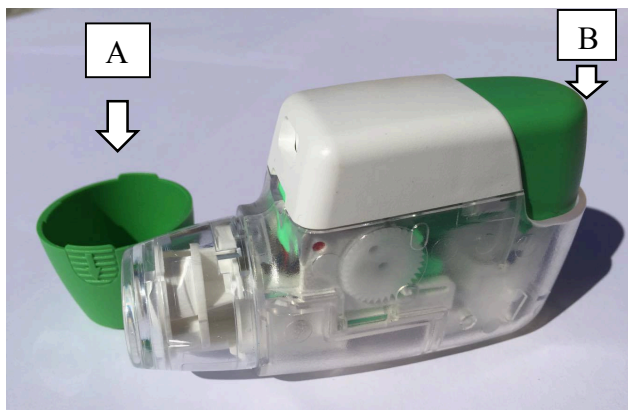
Figur 4, Spiromax inhalator.

Inhalatorns röda del (B i figur 4) är locket som måste stängas vid laddning av ny dos.

### 2.3.2 Inhalator 2 - Tudorza pressair inhaler

Inhalatorn innehåller 60 doser av aclidinium bromide och används genom den gröna knappen trycks ner och samtidigt användaren suger i sig drogen. Den skickar iväg en ny dos varje gång knappen trycks ner och laddas automatiskt när knappen släpps. Även detta deviceet måste stå i rätt position så att laddningen av drogen blir korrekt och så att drogen inte fastnar på vägen ut. Positionen som ska användas är samma som i figur 5, det vill säga den vita delen ska vara upp och den genomskinliga ner. Deviceet har även ett grönt lock som måste tas av innan användning, som syns på figuren nedan[6].

Den gröna biten (A, figur 5) till vänster i figur 5 nedan är ett lock och den gröna biten till höger (B, figur 5) är knappen som utlöser drogen.



*Figur 5, Tudorza Inhalator.*

---

## 3. METOD

Kapitlet beskriver de metoder som har vänts under projektets gång och hur dessa metoder har använts för att åstadkomma de resultat som presenteras.

### 3.1 Datainsamlingsmetoder

För att ta sig an problemet från rätt vinkel var det viktigt att förstå varför problemet hade uppstått och hur den befintliga lösningen fungerar[7]. Därför undersöktes det nuvarande devices tryckmotståndsmätning och hur den mekaniska processen såg ut.

#### 3.1.1 Introduktion av företag

För bli bekväma med ämnet var kontakten med AstraZeneca vital. Genom god kommunikation med handledare på Astra ökade förståelsen för hur de nya inhalatorernas funktioner, krav, och möjliga konceptlösningar vid tryckmotståndsmätning kunde se ut.

#### 3.1.2 Instrumentmanualer

För en djupare kunskap om Nolek lästes maskinens handbok som innehöll information om mått och funktionalitet. Den här kunskapen låg senare som underlag för de krav som senare tilldelades i kravspecifikationen för konceptlösningen.

### 3.2 Uppföljning och planering

Nedan beskrivs de metoder som används vid uppföljning och planering

#### 3.2.1 Projekt-Loggbok

I loggboken antecknades vad som gjorts under dagen, vad som skulle göras i framtiden och viktiga citat med information som upptagits under dagen. Citaten kunde till exempel vara avgränsningar som handledarna på Astra tänkt ut under projektets gång.

Uppföljning av kommande och dagligt utförda uppgifter var till stor hjälp för att få en snabb överblick över vad som behöver göras och när det ska göras. Loggboken låg i grund till projektet ständiga rörelse fram emot målet och det fortlöpande Gantt-schemat.

#### 3.2.2 Gantt-schema

Gantt-schemat gjordes genom att fundera över vilka delmoment projektet skulle innehålla, hur långt dessa preliminärt skulle kunna ta rent tidsmässigt och över vilka veckor dessa skulle vara aktuella att arbeta med [8]. Detta gjordes för att sedan läggas in i överskådlig tabell, där x-axeln skulle representera läsveckorna och y-axeln de uppställda delmomenten.

### 3.3 Kravspecifikation

Genom Noleks begränsningar och kommunikation med handledare på AstraZeneca erhöles ett flertal krav och önskemål som senare sattes på produkten. Dessa uttrycktes i en tabell där kraven radades upp överst och önskemålen i den undre deltabellen. För att kunna verifiera att koncepten levde upp till de uppsatta kraven och få ett mått på hur väl önskemålen blev uppfyllda behövdes någon form av enhet som var mätbar för respektive

behov. Därmed lades en kolonn till som beskrev i vilken enhet kraven och önskemålen kunde uppmätas i för verifieras.

### **3.4 Konceptgenereringsmetoder**

Följande kapitel beskriver metoder som används vid framtagning av koncept.

#### **3.4.1 Black box och funktionsanalys**

Konceptgenereringen började med att arbeta med black-box metoden för att fastställa vilken funktion koncepten behövde uppfylla. I projektet bestämdes det att inputen var ett device och att outputen var ett aktiverat device, det vill säga ett device som är klart för att avge en drog till Noleks testutrustning.

Aktiveringen av device blev alltså konceptens huvudfunktion, vilket görs på olika sätt för olika inhalatorer.

För projektets inhalatorer gäller följande:  
Spiromax - En öppning/stängning av lock  
Tudorza - Ett knapptryck

#### **3.4.2 Brainstorming**

Under brainstormingen skissade idéer upp under en bestämd tidsperiod och därefter redovisades koncepten för att inspirera fram till nya lösningar och kombinationer av de olika koncepten. Denna process utfördes frekvent under de dagarna då konceptgenereringen låg i fokus. Sedan sammanställdes alla idéer och dokumenterades med tydliga konceptbeskrivningar.

### **3.5 Utvärderingsmetoder**

Vid utvärderingen av vilka koncept som var bäst lämpade för att lösa uppgiften användes ett flertal utvärderingsmatriser.

#### **3.5.1 Redovisning & återkoppling**

Alla koncept presenterades inför handledarna på AstraZeneca, som vid ett senare tillfälle gav återkoppling angående vilka koncept de tyckte skulle parkeras och vilka förbättringar som kunde göras på de kvarvarande koncepten.

#### **3.5.2 Elimineringssmatris**

I början av utvärderingsprocessen användes en elimineringsmatris för att på ett effektivt sätt ta bort de koncept som inte uppfyllde projektets mål. Om konceptet inte uppfyllde alla kraven så blev det parkerat. Däremot om det approximerade tillverkningspriset ansågs vara högt, togs det fortfarande vidare för ytterligare undersökning. Detta för att se om konceptets potential möjligtvis kunde överväga priset i en framtida budget.

#### **3.5.3 Pughmatris**

För att ytterligare reducera antalet koncept användes Pughmatrisen. I matriserna användes den befintliga lösningen för det devicet som testas idag som referens. Detta gjordes på



grund av att det är den enda lösningen som är en färdig produkt som används av AstraZeneca. Lösningens prestation är också något att sträva efter och därför fick anses som en bra riktlinje att följa. Fick koncepten en poängsättning som var runt noll eller över, resulterade det till ett stort plus i kanten vid valet av vinnande koncept.

### **3.5.4 Kesselringsmatrix**

Kesselringmatrixen användes för att få en utförlig jämförelse på hur väl koncepten uppfyller önskemålen från kravspecifikationen. Önskemålen viktades av handledare på AstraZeneca för att få ett utslag med avseende på deras behov. Därefter poängsattes förmågan hur väl koncepten uppfyllde önskemålen på en skala 1-10 med gruppens egna åsikter.

### **3.5.5. Beslut**

Valet av vinnande koncept gjordes med en vägning mellan resultaten i Pughmatrixen och Kesselring. Där störst vikt lades på resultatet från Kesselringsmatrixen och egna tankar kring komplexitet och realiserbarhet.

## **3.6 CAD-modellering**

Programmet som användes för modelleringen av CAD-parterna var *CATIA V5*, då det är programmet som är licenserat på Chalmers. I *CATIA V5* ritades de vinnande koncepten upp som två olika assemblys, ett för varje device.

Då inhalatorerna inte är AstraZenecas egna, saknades part-filer och behövdes därför modellernas upp innan modelleringen för själva koncepten kunde påbörjas. Då AstraZeneca inte hade ritningar fick de ritas upp med hjälp egna av mätningar på inhalatorerna(gjordes med linjal).

### **3.6.1 Ritningar**

Ritningarna för samtliga parter gjordes, samt två sprängskisser till de två olika slutkoncepten. Dessa gjordes i *CATIA:s* drafting.

### **3.6.2 Toleransmåtsättning**

Toleransmåtsättningen gjordes enligt ISO 2768 MEDIUM genom respektive mjukvara. Där vid speciellt känsliga geometrier tilldelades extra finkänsliga toleranser [9].

### **3.6.3 Förbättringar**

Efter att koncepten ritades upp upptäcktes möjliga förbättringar av den ursprungliga designen. Dessa förbättringar ändrades enkelt genom att gå tillbaka till de olika delarna som var i behov av förbättring och sätta ihop dessa på nytt igen.

## 4. RESULTAT

I detta kapitel presenteras de resultat som har erhållits genom projektet.

### 4.1 Spiromax

Kapitlet behandlar resultat rörande Spiromax.

#### 4.1.1 Koncept och förbättringar

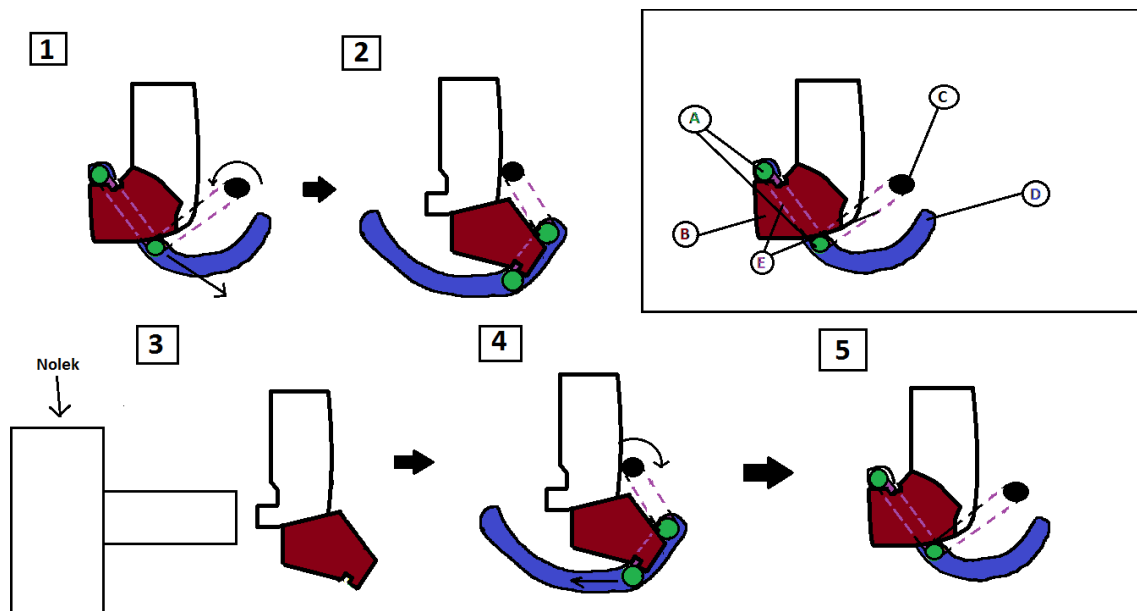
##### Koncept 1 - *Två hävstänger*

Delar på konceptet:

- A- Cylindrar
- B- Devices lock, munstycke för ett öppnat device.
- C- Servomotor
- D- Skåra i underliggande platta
- E- Länkarmar

Konstruktion:

Inhalatorn placeras så att dess lock(B) hamnar mellan de två cylindrarna(A). I denna position låses även inhalatorns kropp (den vita delen) fast, så endast locket kan förflyttas. Motorn och länkarmarna(E) är bakom plattan som håller låser fast inhalatorn. Cylindrarna(A) går igenom plattan inuti skåran.



Figur 6, Illustration av Koncept 1 – Två hävstänger

Process:

Steg 1 - Motorn(C) roterar moturs, vilket får cylindrarna(A) att förflyttas längs skåran(D) med hjälp av länkarmarna. Då locket(B) är placerat emellan cylindrarna börjar även den att rotera moturs, vilket leder till att locket öppnas.

Steg 2 - Motorn(C) har roterat färdigt och locket(B) har öppnats helt. Inhalatorn Spiromax är nu klar för mätning.

Steg 3 - Nolek för ut ett munstycke som kopplas på devicets munstycke(B). När kopplingen är klar utför Nolek mätningen, vilket även aktiverar inhalatorn. När mätningen är klar släpps kopplingen och Noleks munstycke åker tillbaka.

Steg 4 - Motorn roterar medurs för att stänga locket.

Steg 5 - Locket stängs och inhalatorn triggas. Nu är inhalatorn redo för att göra samma process en gång till.

#### Möjliga förbättringar för koncept 1:

- Större cylindrar eller en annan typ av passform för att ge ett mjukare tryck, detta för att minska slitaget på devicet.

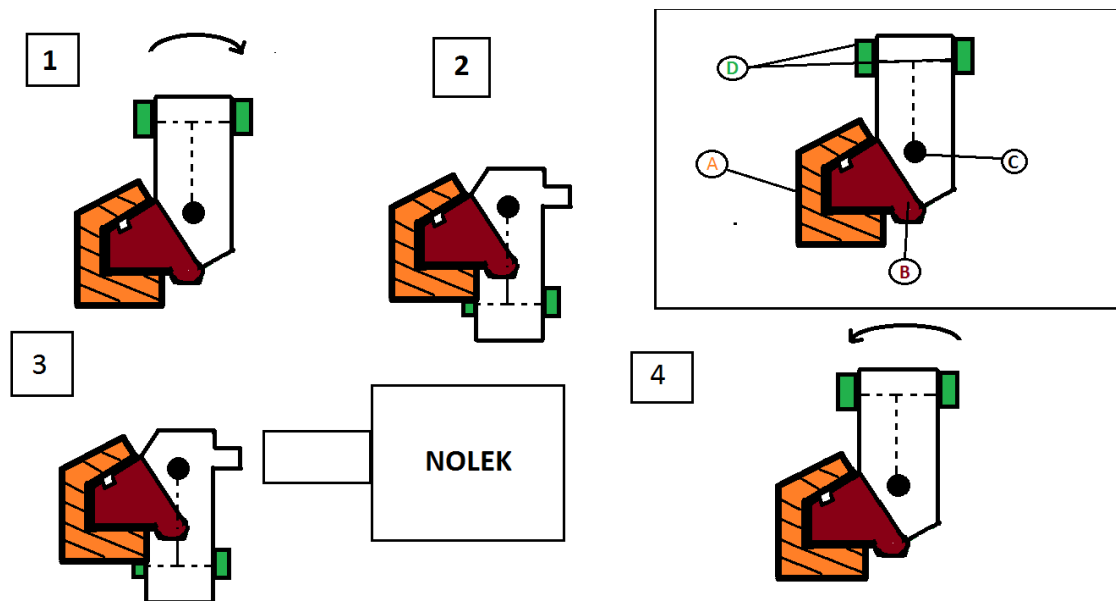
#### **Koncept 2 - Låst lock med roterande kropp - parkerat**

Delar på konceptet:

- A- Struktur
- B- Devicets lock
- C- Servomotor
- D- Stöd

Konstruktion:

Konceptet består av en struktur(A) som är formad efter devicets lock(B), en hävarm som är kopplad på servomotorn(C) och två stöd(D) som är fästa längst ut på hävarmen. Hävarmen illustreras av en streckad linje i figur 7. Inhalatorn placeras så att stöden(D) ligger på vars en sida om devicets kropp(den vita delen) och med locket(B) fast inuti strukturen(A). Alltså är locket låst och kroppen kan förflyttas. Servomotorn är placerad så att lockets och motorn rotationscentrum är koncentrisk, vilket inte syns i figur 7.



Figur 7, Illustration av koncept 2 - Låst lock med roterande kropp

Process:

Steg 1 - Motorn(C) roterar medurs och för devicets kropp medurs med hjälp av hävarmen och stöden(D). Då locket är fastlåst kommer inhalatorns att öppnas.

Steg 2 - Rotationen är klar och devicet är helt öppet och redo för mätning.

Steg 3 - Nolek för ut ett munstycke som kopplas på devicets munstycke(B). När kopplingen är klar utför Nolek mätningen, vilket även aktiverar devicet. När mätningen är klar släpps kopplingen och Noleks munstycke åker tillbaka.

Steg 4 - Motorn(C) roterar moturs och för tillbaka devicets kropp tills det är helt stängt. När det är stängt triggas inhalatorn och blir redo för att testas en gång till.

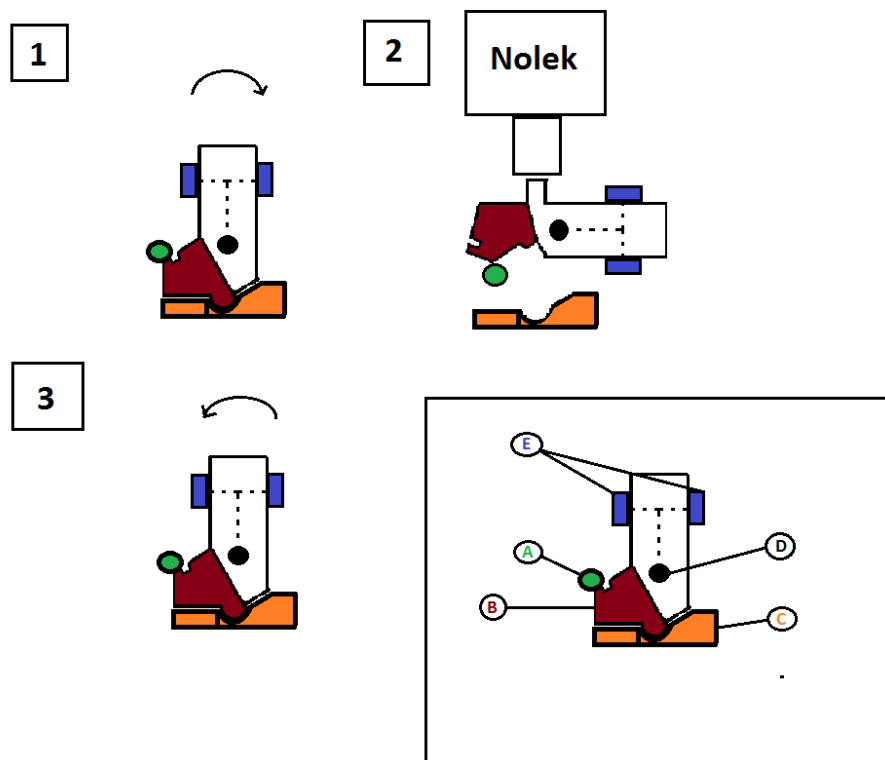
### Koncept 3 - Formvägg

Delar på konceptet:

- A- Stöd
- B- Devicets lock
- C- Formad vägg
- D- Servomotor

Konstruktion:

Inhalatorn placeras med locket(B) emellan väggen(C) och stödet(A) och med devicets kropp(den vita delen) fastklämd i klämman(E).



Figur 8, Illustration av koncept 3 – Formvägg

Process:

Steg 1 - Motorn(D) roterar medurs och för med sig devices kropp med hjälp av hävarmen och klämman(E). Locket(B) kommer tryckas mot stödet(A), vilket leder till att locket öppnas.

Steg 2 - När locket är helt öppet upphör rotationen och Nolek för ut sitt munstycke som kopplas på inhalatorn. Mätningen görs och inhalatorn aktiveras. När mätningen är klar släpps kopplingen och Noleks munstycke åker tillbaka.

Steg 3 - Motorn(D) roterar moturs och för mig sig inhalatorn. Locket kommer på tillbakavägen att tryckas mot väggen(C) och stödet(A) och tillslut stängas helt. Inhalatorn är då triggad och klar för en ny testning.

Möjliga förbättringar för koncept 3:

- Stödet och formen roterar istället för device. Krav som att device alltid skall vara i användningsposition vid mätning inuti Nolek har tillkommit i efterhand. Det här betyder att device alltid ska vara vertikalt under hela mätesprocessen.
- Formväggen förkortas. Delen av formväggen som inte ligger intill locket förkortas så den inte är i vägen när plattan roterar moturs för att öppna device.

## Koncept 4 - Pyramider

Delar i konceptet:

A1- Ramp

A2- Ramp

B – Devicets lock

C- Servomotor

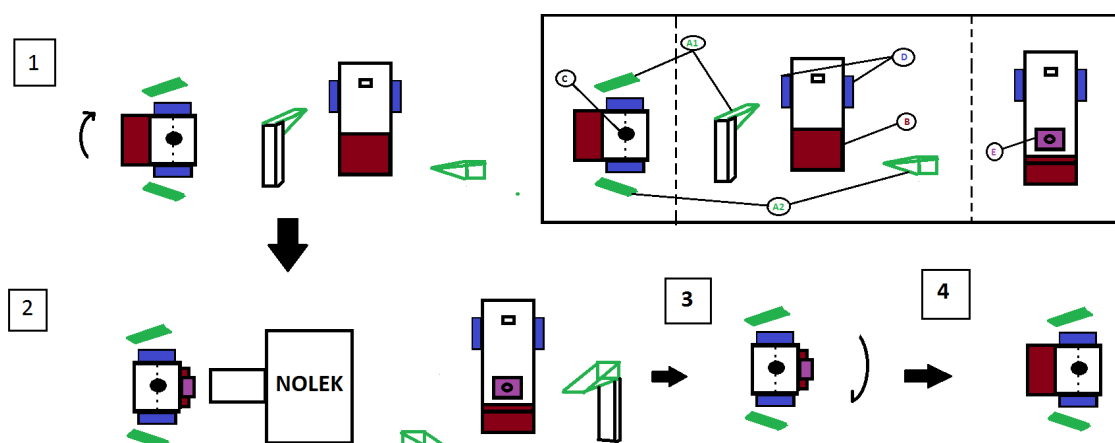
D – Klämmor

E – Devicets munstycke

Konstruktion:

Servomotorn är under devicet och är kopplad till klämmorna som håller i devicet med en hävarm(prickig linje i figur 9). Så när motorn roterar så roterar inhalatorn på samma håll ståendes.

I figur 9 så visas konceptet från två vinklar i varje steg. Vänster är en top-vy och höger än en front-vy.



Figur 9, Illustration av koncept 4 - Pyramider

Steg 1 – Motorn(C) roterar medurs och för med sig inhalatorn med hjälp av klämman(D). Efter cirka 45 grader kommer locket(B) i kontakt med en ramp(A1). Då rampen är orörlig kommer den succesivt att trycka ner locket när motorn fortsätter att rotera.

Steg 2- När locket (B) är helt öppet upphör rotationen och Nolek för ut sitt munstycke(E) som kopplas på inhalatorn. Mätningen görs och inhalatorn aktiveras. När mätningen är klar släpps kopplingen och Noleks munstycke åker tillbaka.

Steg 3 – Motorn fortsätter att rotera medurs för att komma tillbaka till sin ursprungsposition och då kommer locket att komma i kontakt med nästa ramp(A2) som är vinklad på andra hållet och därmed trycker upp locket mer och mer tills det stängs helt.

Steg 4 - Devicet är tillbaka i ursprungsposition med stängt lock och är därför triggat och redo för en ny mätning.

### Möjliga förbättringar för koncept 4:

- Längre ramper som är fjädrande samt en legerad yta av ett lågfriktionsmaterial för att minska slitaget på deviceet.
- Roteraställningen (håller upp ramperna) med stöd istället för att rotera själva deviceet. Detta för att säkerställa att dockningen mellan Nolek och deviceet blir mer precis.

### **Koncept 5 - Robotarm**

Delar i konceptet:

A- Deviceets lock

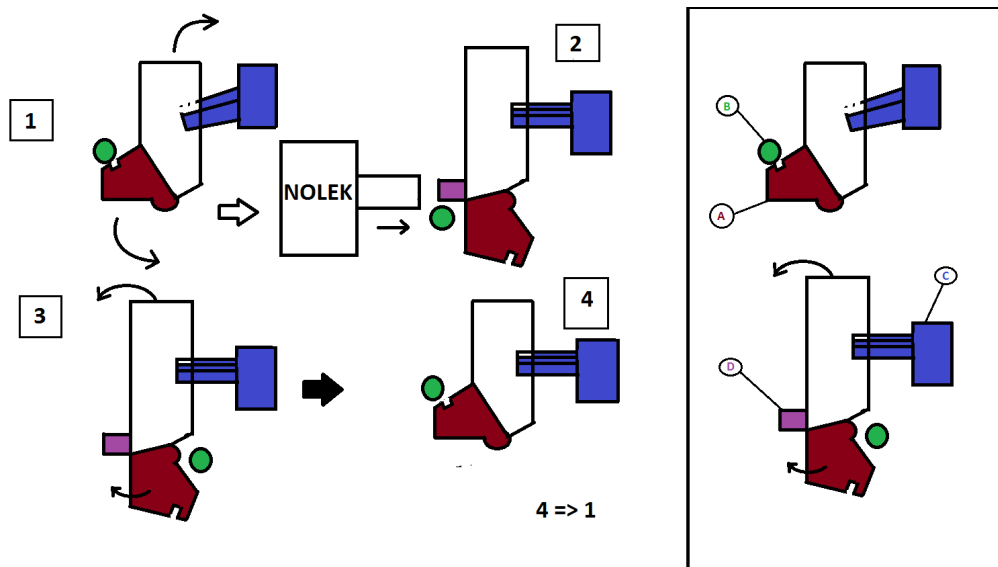
B- Stöd

C- Robotarm

D- Deviceets munstycket

Konstruktion:

Konceptet består av en robotarm(C) som greppar tag i inhalatorn med två fingrar och ett stöd(B).



Figur 10, Illustration av koncept 5 - Robotarm

Process:

Steg 1 – Roboten(C) greppar inhalatorn med ett finger på var sida. Inhalatorn förs sedan mot stödet(B), där robotarmen(C) gör en roterande rörelse uppåt. Då kommer locket(A) att tryckas mot stödet(B) och öppnas.

Steg 2 – När locket är upp förlyttar roboten inhalatorn till Nolek. Noleks munstycke kopplas på deviceets egna och mätningen påbörjas. När mätningen är klar kopplas Nolek bort och roboten flyttar inhalatorn så att stödet hamnar emellan locket och roboten.

Steg 3 – Robotarmen drar inhalatorn mot sig och locket börjar tryckas upp av stödet. När inhalatorn åkt bak en bit börjar roboten istället rotera nedåt och på så sätt trycks locket mot stödet så att det stängs helt.

Steg 4 – Locket är stängt och deviceet har triggas och är redo för nästa mätning.

#### Möjliga förbättringar för koncept 5:

- Ta bort cylindern och lägga till en extra robot. Där den ena roboten hämtar deviceet och håller den i användningsposition och den andra greppar tag i locket på inhalatorn och öppnar samt stänger deviceet. Då krav som att deviceet alltid måste vara i användningsposition tillkommit under en senare del av projektet, så kan detta ses som en lösning på det problemet.
- Istället för att ha två robotar kan man fortsätta med att endast ha en. Istället läggs deviceet i en form som håller den på plats och roboten i fråga kommer nu istället endast att hålla i locket och rotera det fram och tillbaka.

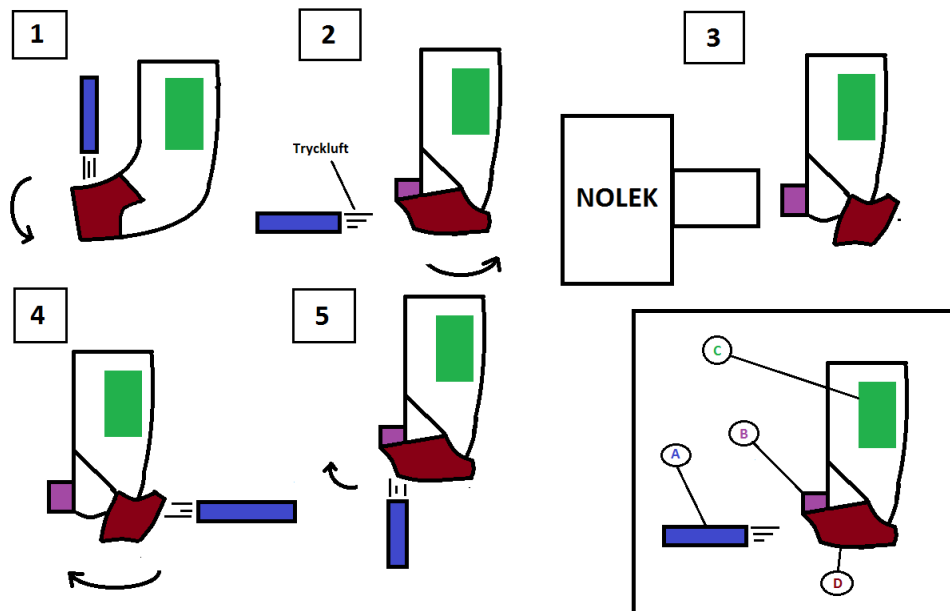
#### **Koncept 6 - Tryckluft – Parkerad**

Delar i konceptet:

- A- Luftslang
- B- Deviceets munstycke
- C- Klämma
- D- Deviceets lock

Konstruktion:

Inhalatorn sitter fast i en klämma(C) uppe i luften. Runt om sitter luftslingar(A) i olika vinklar som kan blåsa på locket(D) för att öppna och stänga det.



Figur 11, Illustration av koncept 6 – Tryckluft

Process:

Steg 1 – En första slang(A) med tryckluft börjar blåsa på locket(D) som får locket att rotera kring sitt eget rotationscentrum moturs och på så vis öppnas.

Steg 2 – En slang från en annan vinkel blåser på locket för att öppna det helt.



Steg 3 - Nolek för ut ett munstycke som kopplas på devices munstycke(B). När kopplingen är klar utför Nolek mätningen, vilket även aktiverar device. När mätningen är klar släpps kopplingen och Noleks munstycke åker tillbaka.

Steg 4 – En slang bakom inhalatorn börjar blåsa på locket för att stänga det.

Steg 5 – En sista slang blåser så att locket stängs helt och inhalatorn triggas.

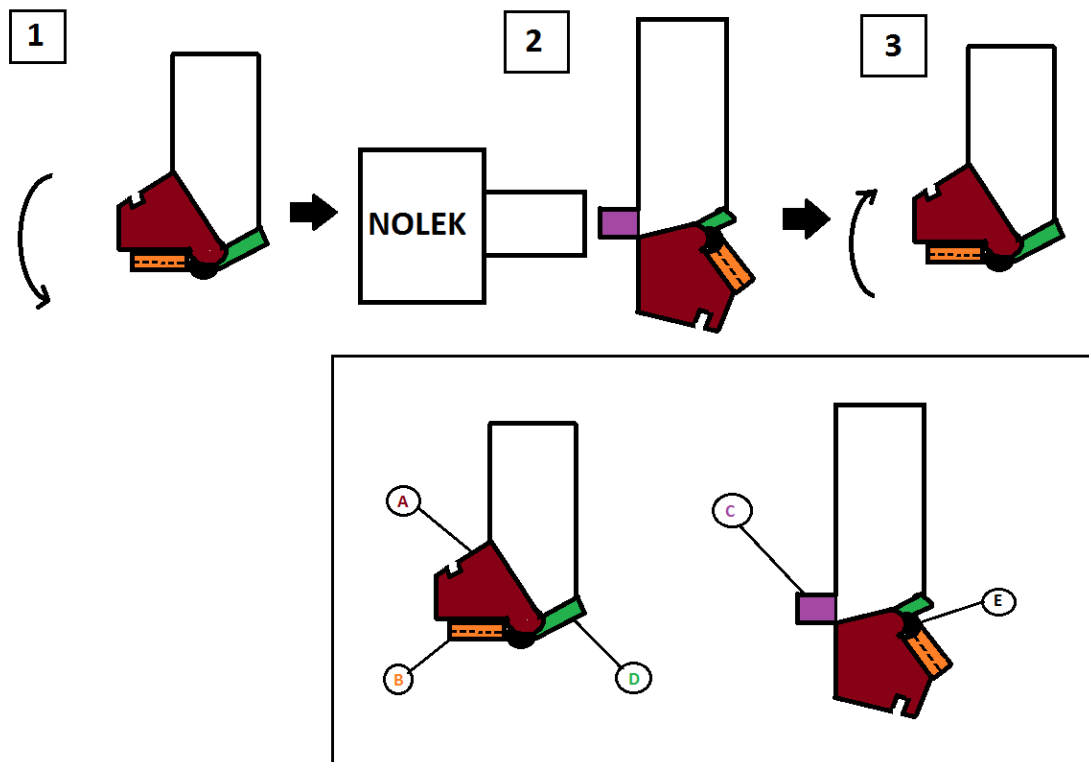
### Koncept 7 - Magnetiskt gångjärn

Delar i konceptet:

- A- Devices lock
- B- Magnetisk platta
- C- Inhalatorns munstycke
- D- Form
- E- Servomotor

Konstruktion:

Inhalatorn placeras så att locket(A) är i kontakt med den magnetiska plattan(B). Sedan kommer formen(D) att låsa fast inhalatorns kropp, den vita delen. Den magnetiska plattan är fäst i servomotorn(E) och följer med i motorns rotation. Innan processen påbörjas ska en liten magnet läggas inne i locket, vilket ska göras av personen som utför testerna.



Figur 12, Illustration av koncept 7 - Magnetiskt gångjärn

Process:

Steg 1 - Magneten in på insidan av locket(A) och sedan placeras inhalatorn i formen(D). När inhalatorn är på plats börjar servomotorn(E) rotera moturs. Den magnetiska(B)

plattan som är fäst börjar då också rotera och drar med sig locket med hjälp av magneten som lagts på lockets insida.

Steg 2 - När locket är helt uppe för Nolek ut ett munstycke som kopplas på devices munstycke(C). När kopplingen är klar utför Nolek mätningen, vilket även aktiverar deviceet. När mätningen är klar släpps kopplingen och Noleks munstycke åker tillbaka.

Steg 3 - Motorn roterar medurs och locket stängs. Deviceet blir då triggat och redo för att testas igen.

#### Möjliga förbättringar för koncept 7:

- Magneten formas efter lockets insida för att minska risken att glida omkring. Dessutom skulle magneten kunnat göras tunnare för att den inte ska komma i kontakt med inhatamunstycke vid öppning och stängning av locket.

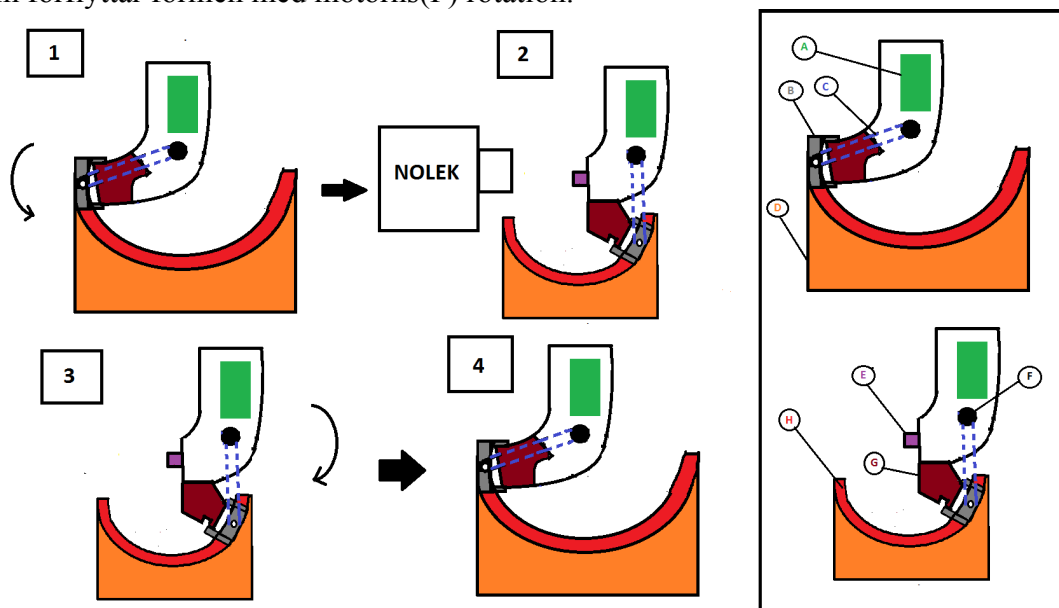
#### **Koncept 8 - Rampen**

Delar i konceptet:

- A- Klämma
- B- Form
- C- Axel
- D- Ramp
- E- Devices munstycke
- F- Servomotor
- G- Devices lock
- H- Skåra

Konstruktion:

Inhalatorn placeras i klämman (A) som håller devices kropp på plats. Locket(G) hamnar i en form(B) som rör sig längs en skåra(H) i en ramp(D). I formen är även en axel(C) fäst som förflyttar formen med motorns(F) rotation.



Figur 13, Illustration av koncept 8 – Rampen

Process:

Steg 1 – Servomotorn(F) roterar moturs och öppnar locket med hjälp av plattan(B) och axeln(C).

Steg 2 – När locket(G) är helt öppet så kopplas Nolek och deviceet samman och mätningen påbörjas.

Steg 3 – När mätningen är klar roterar motorn medurs tills locket är stängt igen.

Steg 4 – Locket är stängt och deviceet har triggas och är redo för nästa mätning.

#### Möjliga förbättringar för koncept 8:

- Att försöka matcha rampens radie med locket för att deras rotationscentrum skall sammanfalla vilket bör leda till en mer precis öppning och stängning av locket.

#### **Koncept 9 - Hävarm på lock**

Delar i konceptet:

A- Klämma

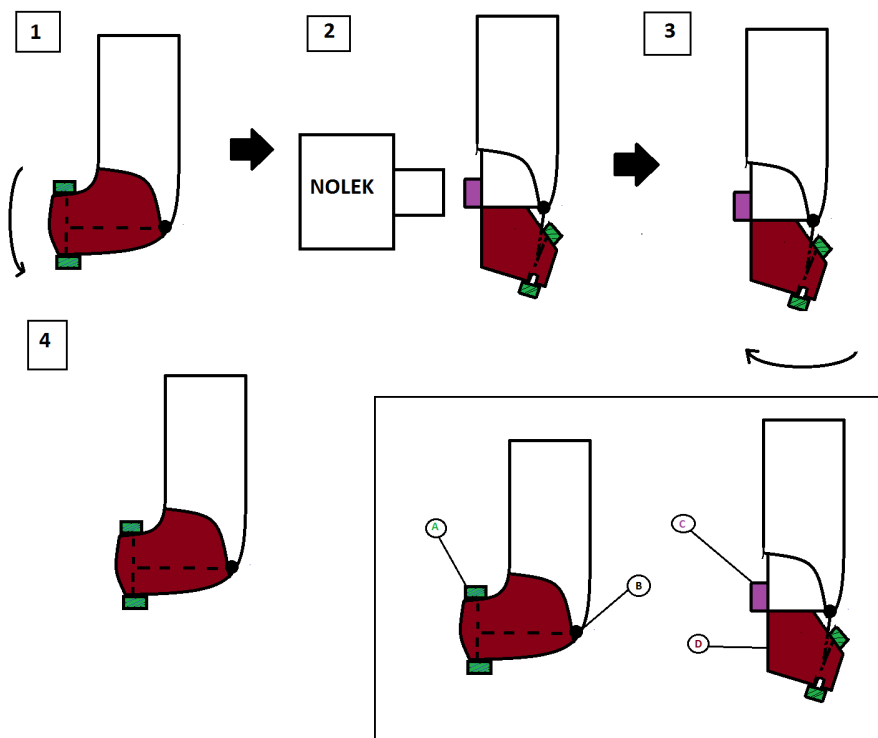
B- Servomotor

C- Deviceets munstycke

D- Deviceets lock

Konstruktion:

Locket(D) placeras i klämman(A) som är kopplad till motorn(B) med en hävarm(streckad linje i figur 14).



Figur 14, Illustration av koncept 9 – Hävarm på lock

Process:

Steg 1 – Motorn(B) roterar moturs och öppnar locket(D) med hjälp av hävarmen och klämman(A).

Steg 2 – Locket är öppet och Noleks munstycke förs ut och kopplas ihop med devicets munstycke(C). När Nolek och devicet är ihopkopplade påbörjas mätningen.

Steg 3 – När mätningen är klar och Nolek har förts tillbaka så roterar motorn medurs för att stänga locket.

Steg 4 – När locket är stängt så triggas devicet och är redo för en ny mätning.

#### Möjliga förbättringar för koncept 9:

- Lägg till gummi vid stöden för att minska slitage av devicet.
- Dessutom skall det finnas spel mellan device och stöd eller fjädring på stöden så att devicet enkelt kan placeras i hävarmen.

### 4.1.2 Elimineringssmatris

Koncept	Klarar huvudfunktionen	Säker för användare	Uppfyller alla krav	Rimligt pris	Underhåll	Beslut
Två hävstänger	(+)	(+)	(+)	(+)	Smörja leder	Godkänd för mer tester
Robotarm	(+)	(+)	(-)	(-)	Smörja leder	Parkeras - Uppfyller ej krav Nr 14
Formvägg	(+)	(+)	(+)	(+)		Godkänd för mer tester
Fast lock	(-)	(+)	(-)	(+)		Parkeras - Uppfyller ej krav Nr 14
Pyramider	(+)	(+)	(+)	(+)	Byta ut fjädrar	Godkänd för mer tester
Magnetiskt gångjärn	(+)	(+)	(+)	(+)		Godkänd för mer tester
Rampen	(+)	(+)	(+)	(+)	Smörja ramp	Godkänd för mer tester
Luftryck	(-)	(+)	(-)	(?)		Parkeras - Uppfyller ej krav Nr 1
Hävarm på lock	(+)	(+)	(+)	(+)		Godkänd för mer tester

(+) = Ja, (-) = Nej, (?) = Mer information behövs

Tabell 3, Resultat av elimineringssmatris, Spiromax.

Tre koncept parkerades (se tabell 3). Två koncept klarade inte av krav 12 som säger att "Devicet skall alltid stå i användningsposition." (Ur kravspecifikationen bilaga 3) och ett klarade inte krav 1, "Kunna öppna locket minst 110 grader så det inte är i vägen för Nolek vid mätning".

### 4.1.3 Pughmatris

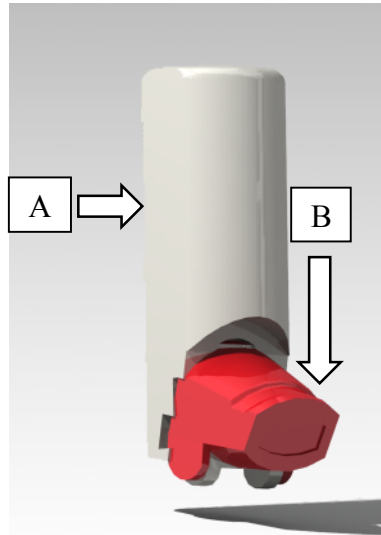
Enligt Pughmatrisen (se bilaga 1) för Spiromax blev resultatet att *Magnetiskt gångjärn* var det främsta med en summa på 1+. Utefter de uppsatta kraven ansågs konceptet inte inneha några större brister samt vara skonsammare för inhalatorn än *Hävarm på lock*.

### 4.1.4 Kesselringmatris

Enligt Kesselringmatrisen var det bästa konceptet *Robotarm* följt av *Magnetiskt gångjärn* och *Hävarm på lock*. Där *Robotarmen* tilldelades 628 poäng, *Magnetiskt gångjärn* erhöll 608 poäng och *Hävarm på lock* 593 poäng (se bilaga 2).

#### 4.1.5 Device i CAD

Spiromax skapades med hjälp av två parter, en kropp (A, figur 15) och ett rörligt lock (B, figur 15).

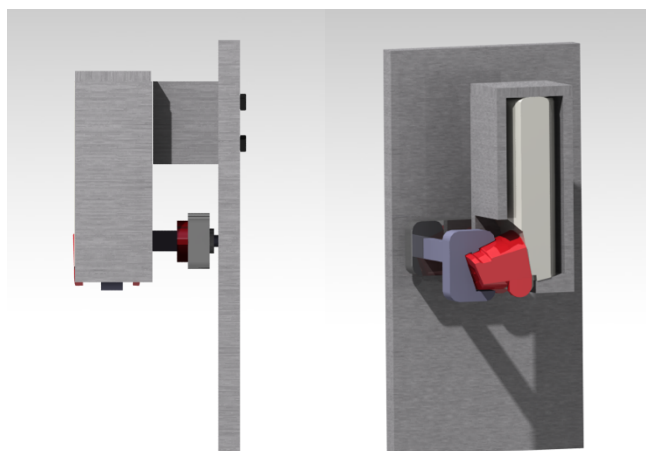


Figur 15, CAD-modell av Spiromax

#### 4.1.6 Vinnande koncept

Det vinnande konceptet blev *Hävvarm på lock*. Konceptet ritades upp som en sammanställning bestående av 14 egna delar och 2 skruvar hämtade från extern sida[10].

Hur sammanställningen och de olika delarna är utformade visas i sprängskissen och delarnas ritningar som hittas i bilagorna. Däremot så har konceptet ändrats ett antal gånger för att optimera dess funktion och göra en potentiell tillverkning både mer ekonomisk fördelaktig och mindre materialkrävande. Förklaring för hur konceptet har förändrats med tiden hittas i diskussionskapitlet.



Figur 16, Sammanställning av vinnande koncept för Spiromax

## 4.1.7 Ritningar

Sprängskiss över assemblyn och ritningar för delarna hittas i bilaga 5.

## 4.2 Tudorza

Kapitlet redovisar resultatet av konceptlösningar och matriser för Tudorza.

### 4.2.1 Koncept och förbättringar

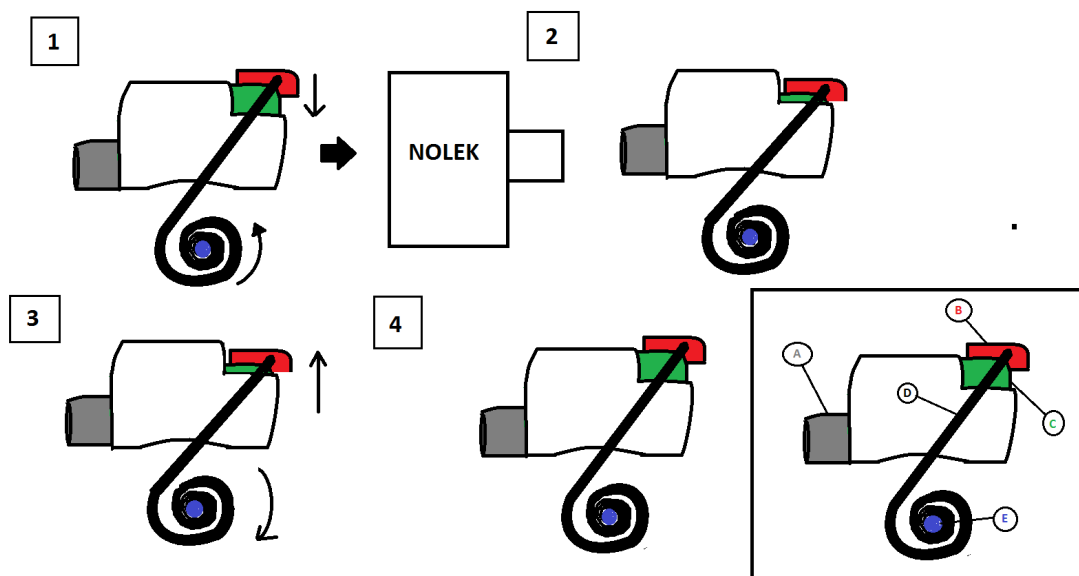
#### Koncept 1 - Knapp och lina

Delar i konceptet:

- A- Devicets munstycke
- B- Lock
- C- Devicets knapp
- D- Lina
- E- Servomotor

Konstruktion:

Inhalatorn späns fast i en platta så den inte går att flytta. Ett lock(B) som är format efter devicets knapp(C) läggs på knappen. Locket är kopplat till servomotorn(E) med en lina(D). När motorn roterar kommer linan att spännas och locket tryckas ner.



Figur 17, Illustration av koncept 1 - Knapp och lina

Process:

Steg 1 – Motorn(E) börjar rotera moturs och linan(D) späns. När linan är helt spänt kommer motorns kraft att börja trycka ner devicets knapp(C) med locket(B) som är fäst på linan.

Steg 2 – Innan knappen är helt nedtryckt kommer Nolek att föra ut sitt munstycke som kopplas ihop med devicets munstycke(A). När knappen sedan blir helt nertryckt så kommer devicet att aktiveras och drogen skjuts ut. Samtidigt som det händer kommer

Nolek att göra mätningen. När mätningen är klar kopplas Nolek munstycke av från inhalatorns.

Steg 3 – Motorn roterar medurs och spänningen i linan avtar, vilket leder till att knappen(C) börjar åka upp igen.

Steg 4 - Devicets knapp är helt uppe och deviceet är triggat och redo för en ny mätning.

Möjliga förbättringar för koncept 1:

- Servomotorn skulle kunna befinna sig direkt under devicets knapp för att minska det totala momentet som krävs för att utlösa drogen.
- Om locket skall vara format efter knappen kommer noggranna toleranser att krävas, vilket kan undvikas om man byter ut locket mot en platta med två väggar fästa på sidorna, alltså ett lock format som ett U med räta kanter.

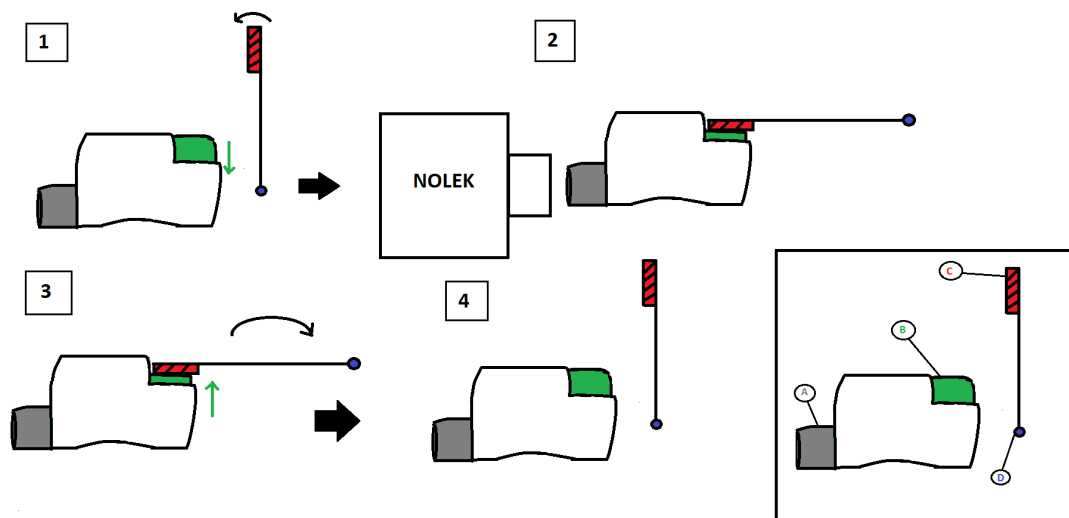
### **Koncept 2 - Tryckplatta**

Delar i konceptet:

- A- Devicets munstycke
- B- Devicets knapp
- C- Tryckplatta
- D- Servomotor

Konstruktion:

Inhalatorn är fastspänd och därför orörlig. Servomotorn(D) befinner sig en bit bakom inhalatorn(se figur 18). Från servomotorn går en hävarm kopplad till en tryckplatta(C). När motorn roterar så kommer tryckplattan att föras mot eller ifrån devicets knapp(B)



Figur 18, Illustration av koncept 2 - Tryckplatta

Process:

Steg 1 - Motorn(D) roterar moturs och tryckplattan(C) förs mot devicets knapp(B).

Under samma tidpunkt så kommer Noleks munstycke att föras emot devicets munstycke(A) och kopplas samman.

Steg 2 - Motorn fortsätter rotera tills knappen är helt nedtryckt och devices aktiveras. Samtidigt som knappen trycks ner kommer Nolek att utföra sin mätning och sedan koppla loss munstyckena.

Steg 3 - Motorn roterar nu medurs och tryckplattan släpper upp knappen.

Steg 4 - När knappen är helt uppe så triggas deviceet och blir därmed redo för en ny mätning.

#### Möjliga förbättringar för koncept 2:

- Ersätta plattan med en rund yta då detta bör ge ett jämnare tryck då lika stor area är i kontakt med knappen under hela förloppet vilket resulterar i en mer noggrann mätning av kraften som krävs för att trycka ner locket.

### **Koncept 3 – Robotarm**

Delar i konceptet:

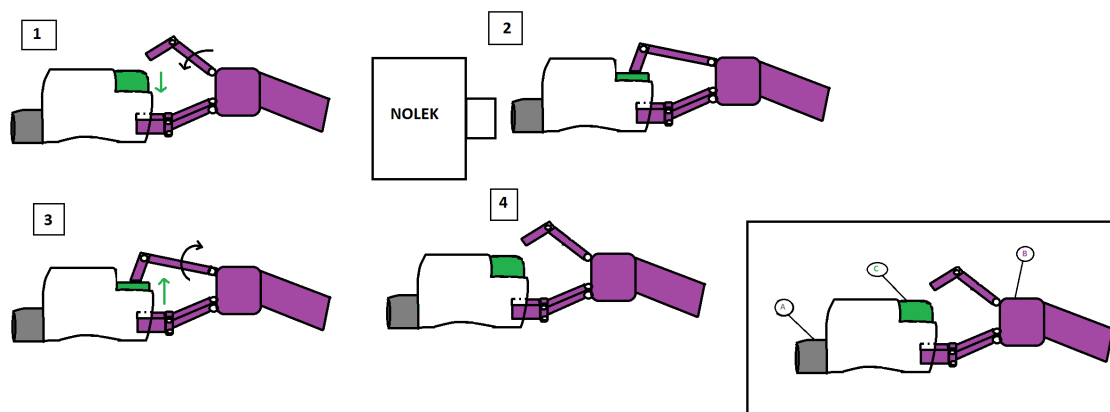
A- Devices munstycke

B- Robotarm

C- Devices knapp

Konstruktion:

Robotarmen(B) är utformad som en hand med tre fingrar som har två rörliga leder var. Inhalatorn hålls av robotarmen med två fingrar och det tredje fingret är på devices knapp(C). Robotarmen kommer alltså att använda inhalatorn på samma sätt som en människa.



*Figur 19, Illustration av koncept 3 – Robotarm*

Process:

Steg 1 - Robotarmen kommer att föra inhalatorn till Nolek samtidigt som den börjar trycka ner fingret som vilar på knappen(C).

Steg 2 - När Nolek är kopplat på deviceet kommer knappen att tryckas ner helt så att inhalatorn aktiveras och Nolek kan utföra mätningen.

Steg 3 - Efter mätningen kopplas Nolek av och fingret på knappen lyfts upp.

Steg 4 - När knappen är helt uppe så triggas inhalatorn och den är redo för en ny mätning.



### Möjliga förbättringar för koncept 3:

- Istället för att roboten skall hålla i devicet med två fingrar ska den använda sig av en form. Alltså ersätta ett finger med en form och behålla de två andra. Det ena fingret kommer nu användas för att hålla devicet på plats i formen och det andra kommer fortfarande att trycka ner knappen. Denna ändring ska leda till mer precis dockning på Nolek, då risken att devicet greppas snett försvinner.

### **Koncept 4 - Kugghjulsdriven tryckplatta**

Delar i konceptet:

A- Devicets knapp

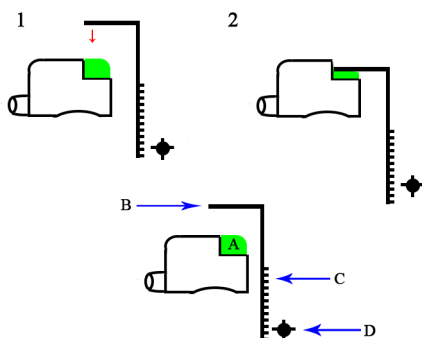
B- Tryckplatta

C- Kuggstång

D- Kugghjul/servomotor

Konstruktion:

Inhalatorn är fastspänd i en form, som inte är utritad i figur 20. Devicets knapp(A) kommer att tryckas ner av tryckplattan(B). Tryckplattan kan röra sig upp och ner då den är fastsvetsad i en kuggstång(C) som är i kontakt med ett kugghjul(D) som drivs av en servomotor.



Figur 20, Illustration av koncept 4 - Kugghjulsdriven tryckplatta

Process:

Steg 1 – Servomotorn(D) och kugghjulet roterar moturs och för ner kuggstången(C) som är i kontakt med kugghjulet. När kuggstången åkt ner en bit kommer tryckplattan(B) att börja trycka ner devicets knapp(A).

Steg 2 – Tryckplattan trycker ner knappen i botten och aktiverar inhalatorn samtidigt som Noleks munstycke kopplas på inhalatorns munstycke och mätningen påbörjas.

Steg 3 – Ser ut som bilden för steg 1. Motorn har då roterat medurs och kuggstången har förts upp med tryckplattan. När knappen är helt uppe så triggas inhalatorn och blir därmed redo för en ny mätning.

### Möjliga förbättringar för koncept 4:

- Likt *Tryckplattan* kan man möjligtvis byta ut tryckplattan mot en platta med en cylinder/kula på för att få en jämnare tryckfördelning då knappen rör sig snett neråt och inte helt vertikalt.

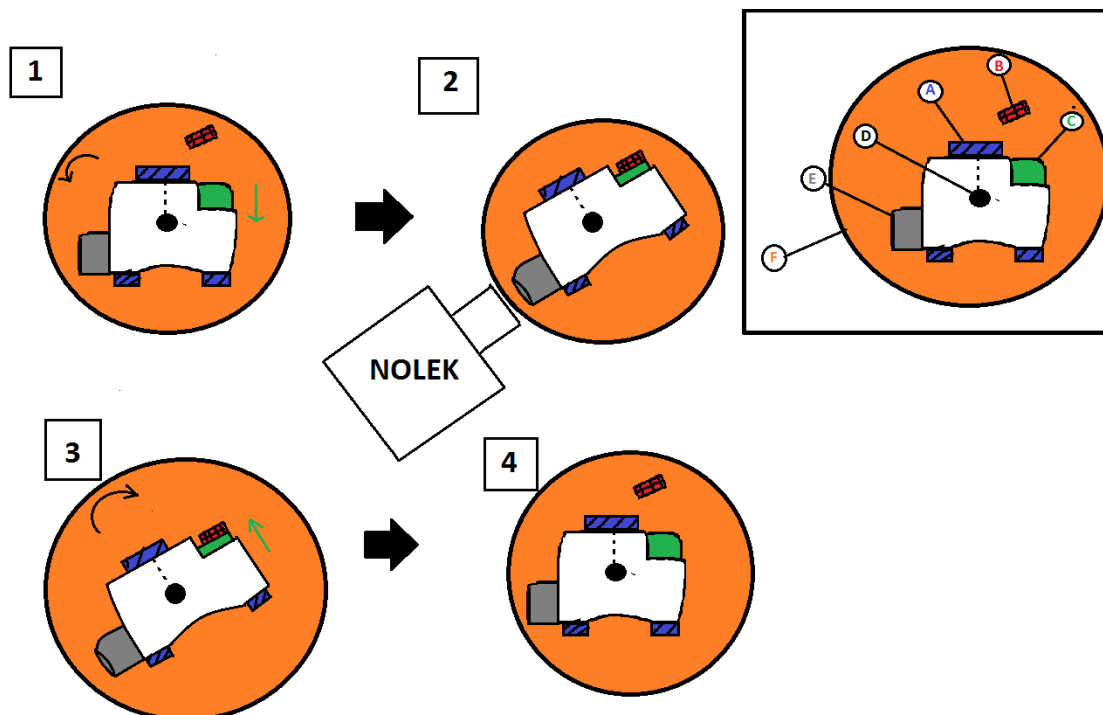
## Koncept 5 – Hjul mot stöd

Delar i konceptet:

- A- Form
- B- Stöd
- C- Devicets knapp
- D- Servomotor
- E- Devicets munstycke
- F- Cirkulär platta

Konstruktion:

Under befinner sig den cirkulära plattan(F) och servomotorn(D) går igenom dess centrum. På cirkelplattan är ett stöd(B) fäst. På servomotorn är en form(A) fäst och formen håller inhalatorn på plats. När servomotorn roterar så kommer formen och inhalatorn att rotera, till skillnad från den cirkulära platta och stödet som kommer att stå stilla. Rotationen kommer göra att knappen(C) kommer i kontakt med stödet(B) som då kan trycka ner knappen.



Figur 21, Illustration av koncept 5 - Hjul mot stöd

Process:

Steg 1 - Motorn(D) börjar rotera moturs vilket medför en rotation på formen som för devicets knapp(C) mot stödet(B).

Steg 2 - Noleks munstycke förs ut och kopplar på devicets munstycke(E). Motorn fortsätter att rotera tills knappen trycks ner helt och devicet aktiveras. När devicet aktiveras så utför Nolek sin mätning. När mätningen är klar kopplas Noleks munstycke av och Noleks munstycke åker tillbaka.

Steg 3 - Motorn roterar medurs tills formen når startpositionen vilket leder till att device's knapp åker upp igen.

Steg 4 - När knappen är helt uppe så triggas inhalatorn och är klar för en ny mätning.

#### Möjliga förbättringar för koncept 5:

- Samma tanke som med *Tryckplatta*, plattan byts ut mot en kula för att få en jämnare tryckfördelning.
- Istället för att låta inhalatorn och formen rotera, så roterar plattan med stödet. Denna ändring görs för att alla krav måste uppfyllas, vilket i detta fall är kravet att device't alltid måste stå i användningsposition.

#### **Koncept 6 - *Rotation emot stödpjramid***

Delar i konceptet:

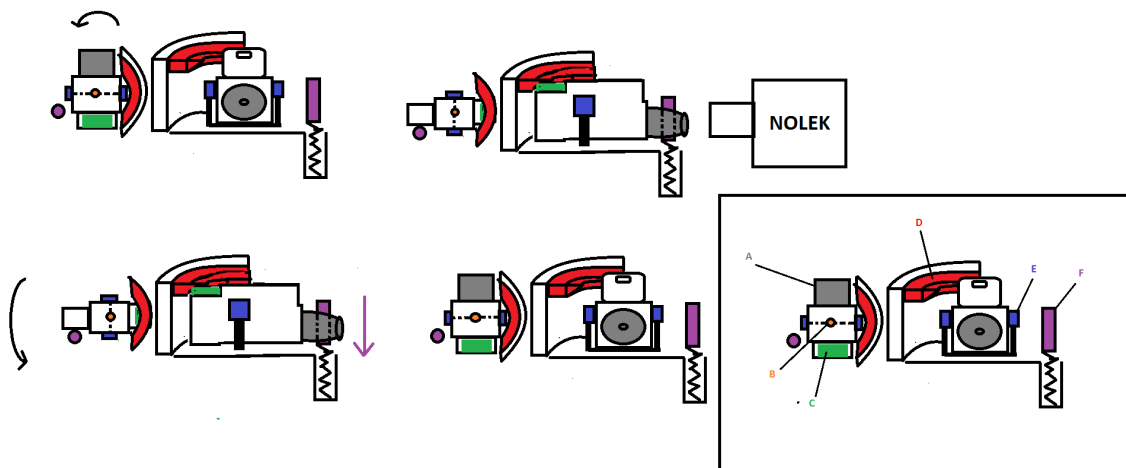
- A- Device's munstycke.
- B- Servomotor
- C- Device's knapp
- D- Ramp
- E- Form
- F- Tryckkänslig pinne

Konstruktion:

Inhalatorn är fast i en form(E) som är centrerad över servomotorn(B). När servomotorn roterar så följer inhalatorn med ståendes. Runt om inhalatorn finns en cirkulär form som har försedd med en ramp(D). När servomotorn roterar så kommer inhalatorn att följa med och då kommer inhalatorns knapp(C) att föras mot rampen(D). Om motorn fortsätter att rotera så kommer rampen att trycka ner knappen. Rampen är formad på så sätt att början är längst ifrån inhalatorns botten och slutet av rampen är i samma höjd som bottenläget av knappen. Alltså kommer knappen att tryckas ner helt när motorn roterar 90 grader.

En extra säkerhet är den tryckkänsliga pinnen(F). När inhalatorn roterat 90 grader och knappen tryckts ner så kommer device's munstycke(A) att komma i kontakt med tryckpinnen(F) som då kommer att stänga av motorn. Vilket säkerställer att inhalatorn står i korrekt position inför Noleks mätning.

Figur 22 visar konceptet från två olika vinklar. Till vänster visas en top-vy och till höger visas en front-vy. För att enklare se sambandet mellan vyerna kan den tryckkänsliga pinnen användas som utgångspunkt, då den syns tydligt i båda vyerna.



Figur 22, Illustration av koncept 6 - Rotation emot stödpyramid

Process:

Steg 1 - Motorn(B) börjar rotera moturs vilket medför att knappen(C) börjar glida längst med rampen(D) och succesivt trycks ner.

Steg 2 - Motorn har roterat 90 grader och knappen trycks ned och deviceet aktiveras, samtidigt som detta sker kopplas Nolek på och utför mätningen.

Steg 3 - Noleks kopplas loss från inhalatorn och motorn börjar rotera tillbaka medurs. Då kommer rampen istället succesivt släppa upp knappen tills den är helt uppe då motorn roterat 90 grader.

Steg 4 - Knappen är helt uppe och inhalatorn triggas och är klar för en ny mätning.

Möjliga förbättringar för koncept 6:

- Även på detta koncept hade kravet ställt på sig att deviceet alltid måste stå i användningsposition. En del av utveckling för att tillfredsställa kravet blev att rotera rampen istället för deviceet. Då bibehåller Tudorza samma position genom hela förloppet och är alltid i linje med Noleks munstycke.
- Istället för att en ramp som trycker ner locket med kontakt så ska en magnetisk ramp användas. Tanken är att en annan magnet ska fästas på locket och när den magnetiska rampen roterar så ska de två magneterna repellera varandra och på så sätt undviks all friktion som kan skada deviceet och därmed blir processen mer skonsam.

### **Koncept 7 – Rät trigging – parkerat**

Delar i konceptet:

- A- Deviceets knapp
- B- Klämma
- C- L-plattform
- D- Sensorer
- E- Stav
- F- Deviceets munstycke
- G- Servomotor

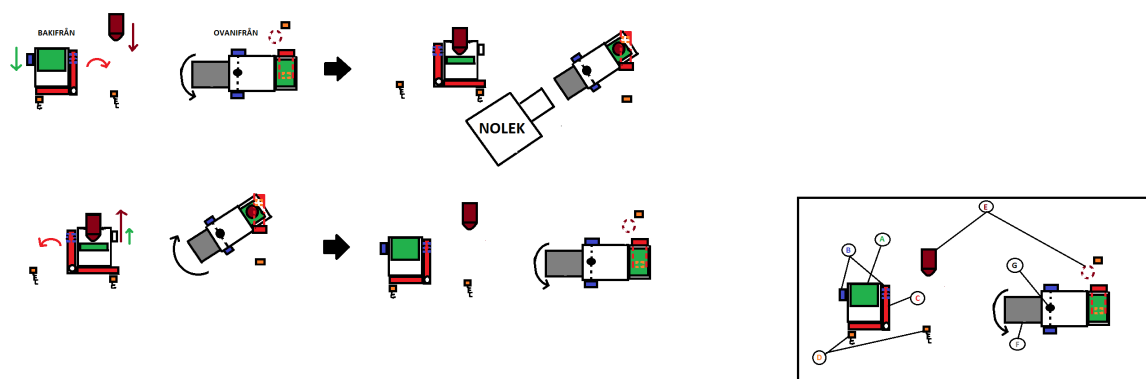
### Konstruktion:

Inhalatorn är spänd i klämman(B) som gör att den alltid kommer att stå upp. L-plattformen(C) under inhalatorn kan rotera 90 grader för att pendla mellan två olika sensorer(D).

Under inhalatorn finns en servomotor som gör att inhalatorn kan rotera ståendes och den rotationen används för att föra devicets munstycke(F) till Nolek. Rotationen gör även att devicets knapp(A) hamnar under en stav(E) som är placerad över inhalatorn. Staven(E) rör sig upp och ner beroende på vilka sensorer som är i kontakt med L-plattformen.

Detta koncept använder alltså mer än en servomotor, vilket skulle kräva inköp av ny utrustning. Då konceptet parkerades blev det inte förbättrat vilket gör att konceptet fungerar mer som en idé än något som går att använda i praktiken, eftersom mekaniken i koncepten inte är helt genomtänkt.

På samma sätt som i förra konceptet så visas en top- och en front-vy för att visa konceptet.



Figur 23, Illustration av koncept 7 - Rät trigging

### Process:

Steg 1 - Den L-formade plattformen(C) roterar 90 grader för att komma i kontakt med den andra sensorn(D), inhalatorn ska inte följa med i rotationen utan ska fortsätta stå upp med hjälp av klämman(B). Samtidigt vrider servomotorn hela inhalatorn 45 grader för att föra munstycket mot Nolek.

Steg 2 - När inhalatorn roterat 45 grader kopplas inhalatorns munstycke ihop med Noleks. Den L-formade plattformen som nu är i kontakt med den andra sensorn som i sin tur ger kommandot till staven(E) att trycka ner inhalatorknappen(A). När knappen är helt nere aktiveras inhalatorn och Nolek kan mäta. Efter mätningen kopplas Noleks munstycke bort.

Steg 3 - Inhalatorn roterar 45 grader tillbaka vilket gör att knappen åker upp och devicet triggas. Den L-formade plattformen kommer också att rotera tillbaka och komma i kontakt med sensorn den var i kontakt med från början. Då kommer sensorn att skicka en signal som gör att staven åker upp igen.

Steg 4 - Allt är tillbaka i ursprungsläge och inhalatorn är triggad. Processen kan göras en gång till.

## Möjliga förbättringar för koncept 7:

- På grund av att konceptet inte levde upp till de ställda kraven (enligt kravspecifikationen bilaga 3) så togs inte konceptet vidare för vidareutveckling.

### 4.2.2 Elimineringssmatris

I elimineringssmatrisen parkerades två koncept för att de inte uppfyller krav 12 som lyder "Devicet skall alltid stå i användningsposition." enligt kravspecifikationen (bilaga 3). Konceptet *Robotarm* parkeras inte fast priset egentligen är för högt, då en vidare undersökning av konceptet är intressant.

Koncept	Klarar huvudfunktionen	Säker för användare	Uppfyller alla krav	Rimligt pris	Underhåll	Beslut
Lock och lina	(+)	(+)	(+)	(+)	Byta linor	Godkänd för mer tester
Tryckplatta	(+)	(+)	(+)	(+)		Godkänd för mer tester
Robotarm	(+)	(+)	(+)	(-)	Smörja leder	Godkänd för mer tester
Kugghjul	(+)	(+)	(+)	(+)	Smörja kugg	Godkänd för mer tester
Rotation med gång	(+)	(+)	(-)	(+)	Smörja gäng	Parkeras - Uppfyller ej krav Nr 14
Hjul mot stöd	(+)	(+)	(+)	(+)	Byta gummi	Godkänd för mer tester
Stödpyramid	(+)	(+)	(+)	(+)	Byta fjäder	Godkänd för mer tester
Rät-trigging	(-)	(+)	(-)	(+)		Parkeras - Uppfyller ej krav Nr 14

(+) = Ja, (-) = Nej, (?) = Mer information behövs

Tabell 4, Resultat av elimineringssmatris, Tudorza.

### 4.2.3 Pughmatris

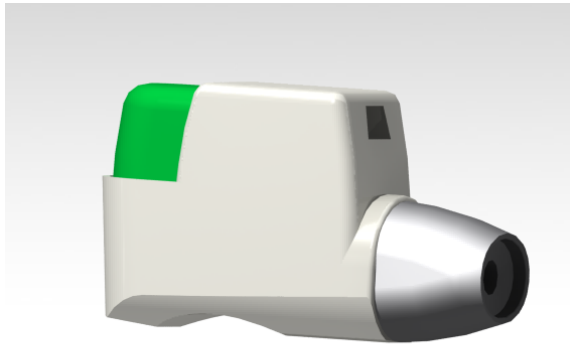
Pughmatrisen för Tudorza gav ett resultat där *Hjul mot stöd* ansågs vara en bättre lösning för att möjliggöra en tryckmotsståndsmätning med Nolek än den lösningen som finns idag för BTI:n och tilldelades 1+ efter summering. Där skillnaden var hur väl koncepten är skonsamma emot inhalatorn som skall öppnas och stängas, där *Hjul mot stöd* ansågs vara marginellt bättre efter diskussion inom gruppen.

### 4.2.4 Kesselringssmatris

Enligt Kesselringssmatrisen var det bästa konceptet *Hjul mot stöd* med 597 poäng följt av *Tryckplatta* med 594 poäng. Då poängen var så jämn diskuterades vilket koncept som var bäst och tillslut blev det vinnande konceptet *Hjul mot stöd*.

### 4.2.5 Device i CAD

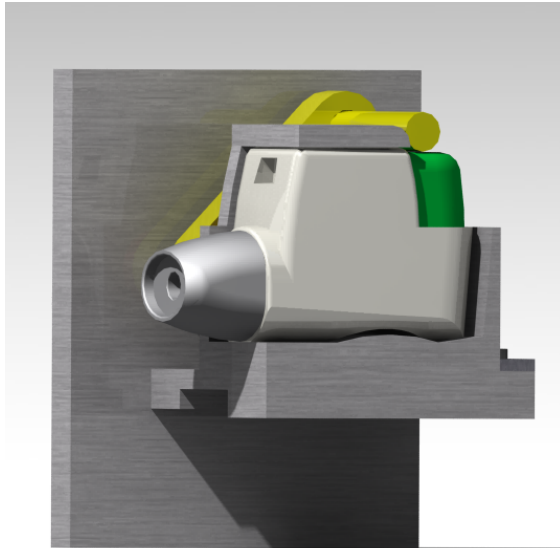
Tudorza är skapad som tre parter, en kropp, ett munstycke och en rörlig knapp. Locket ritades inte upp då det inte var av betydelse för arbetet.



*Figur 24, CAD-modell av Tudorza.*

#### **4.2.6 Vinnande koncept**

Det vinnande konceptet blev *Hjul mot stöd*. Konceptet ritades upp som en assembly bestående av 9 designade parts och fyra skruvar. Hur assemblyn och de olika partsen är utformade visas i sprängskissen och partsens ritningar (som hittas i bilaga 6). Dock så har konceptet ändrats ett antal gånger för att optimera dess funktion och göra en potentiell tillverkning både billigare och enklare parts och mindre material. Förklaringar för ändringarna hittas i diskussionen kapitel 5.



*Figur 25, Vinnande koncept för Tudorza.*

#### **4.2.7 Ritningar**

Sprängskiss över assemblyn och ritningar för delarna hittas i bilaga 6.

## 5. DISKUSSION

Det här kapitlet innefattar diskussion kring det erhållna resultatet.

### 5.1 Spiromax

Diskussion kring resultat för Spiromax.

#### 5.1.1 Vinnande koncept för Spiromax

Eliminering, Pugh och Kesselringmatriserna låg alla till grund för beslutande kring vilket koncept som var det optimala för Spiromax. Enligt matrisernas sammanlagda resultat blev det vinnande konceptet tillslut *Hävarm på Lock*.

Men enligt Kesselringmatrisen blev det vinnande konceptet för Spiromax, *Robotarm*. Även om det enligt matrisen var det bästa konceptet fanns det faktorer som gjorde att det ändå inte blev det slutgiltiga konceptet. Ett inköp av två robotarmar resulterar i ett väldigt kostsamt koncept som sedan inte är så pass mycket effektivare än de mer kostnadseffektiva lösningarna att investeringen skulle vara berättigad. Konceptet blev även tilldelat ett flertal (-) i Pughmatrisen vilket talade för att lösningen skulle uteslutas från att vidareutvecklas.

*Magnetiskt gångjärn* kom på andra plats i Kesselring- och på första plats i Pughmatrisen men valdes också bort. Konceptet kräver ett extra monteringsmoment för personalen som skall testa devicen. Personalen tvingas att lägga in en magnet på exakt korrekt position varje gång ett byte av inhalator sker. Ligger magneten fel kan den eventuellt skada munstycket och därmed förstöra mätresultatet.

Då magneten har krav på sig att vara väldigt tunn och liten och samtidigt tillföra en stor magnetisk kraft för att locket ska kunna öppnas och stängas, beslutades det att konceptet inte skulle tas vidare för utveckling. På grund av att det ansågs vara omöjligt att hitta en bra balans mellan parametrarna.

Konceptet har dock inte testats praktiskt då materialet som behövs för test inte har varit tillgängligt. Därför finns inga konkreta bevis på att det ens går att öppna locket med en större magnet med normal/stark magnetisk kraft. På grund av brist med information så valdes därför konceptet *Hävarm på lock (HPL)* att vidareutvecklas istället. *HPL* lyckades bra i båda matriserna och känns som ett koncept med bra möjligheter att formas så att användningen blir snabb, säker och smidig.

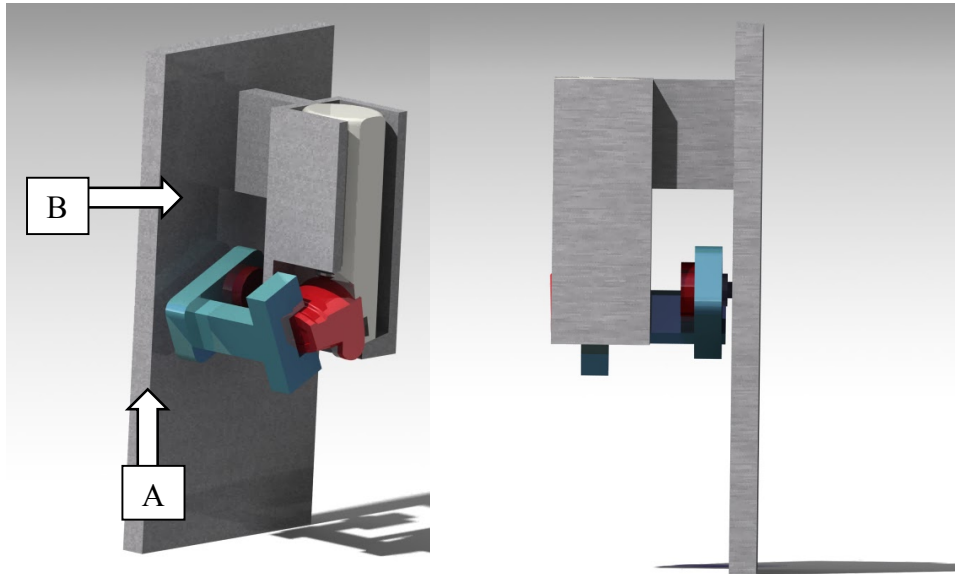
Första versionen av *HPL* gjordes inte i CAD då konceptets problemområden identifierades tidigt efter val av vinnande koncept.

#### 5.1.2 Version 2 av vinnande koncept för Spiromax

Designen för hävarmen som öppnar och stänger locket i konceptet *HPL* var inte högst prioriterad i början. Första idén som ritades upp i konceptgenereringen bestod endast av två gummiklädda cylindrar som satt på varsin sida av locket.

Hävarmen (se A figur 26) designades nu istället som en klämma där den yttersta delen är formad efter inhalatorns lock för att minska risken för glidning samt säkerställa en bra öppning och stängning av locket.





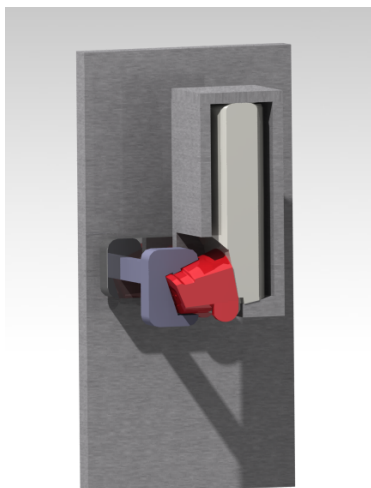
Figur 26, Vinnande koncept version 2 -Spiromax.

### 5.1.3 Version 3 av vinnande koncept för Spiromax

Från en tillverkningsynpunkt bedömdes formen (se B figur 26) som håller inhalatorn på plats under processens gång vara för svår att tillverka i den form den hade för tillfället. Därför delades formen upp i fyra bitar(se bilaga 5) som alla var för sig var mycket lätta att tillverka för att man undvika mängder av materialspill.

Stora bitar som ska gjutas med komplicerad geometri och snäva toleranser medför att konstruktionen blir dyr då det måste fräsas ut stora volymer material och därmed fås ett högt materialspill.

En av de fyra bitarna som är ny i version 3 är en vägg (se A figur 27) som är översta delen av formen (se figur 27). Väggen är till för att säkerställa att deviceet inte ramlar ur formen på grund av hävarens moment som uppstår då den öppnar locket på Spiromax.



Figur 27, Vinnande koncept version 3 - Spiromax.

## 5.2 Tudorza

Nedan följer diskussion kring det vinnande konceptet för Tudorza.

### 5.2.1 Version 1 av vinnande koncept för Tudorza

Det vinnande konceptet valdes genom att använda sig av samma utvärderingsmetoder som för Spiromax val av koncept. Där konceptet *Hjul mot stöd (HMS)* vann knappt över sin snarlika konkurrent *Tryckplatta (TP)*.

Ett koncept som var mycket intressant men som föll bort relativt tidigt var *Robotarmen*. Armen löser huvudproblemet på ett effektivt sätt, samt sköter bytet av device automatiskt samtidigt som det tillåter Nolek att stå i en optimal position (ligga ner) genom hela processen.

Koncept faller dock bort på grund av de enorma kostnaderna det krävs för att köpa in ytterligare en robot till AstraZeneca. *Robotarmen* ansågs inte vara en såpass fördelaktig lösning jämfört med andra lösningar, samtidigt som automatiskt byte av device inte värderades speciellt högt av företaget.

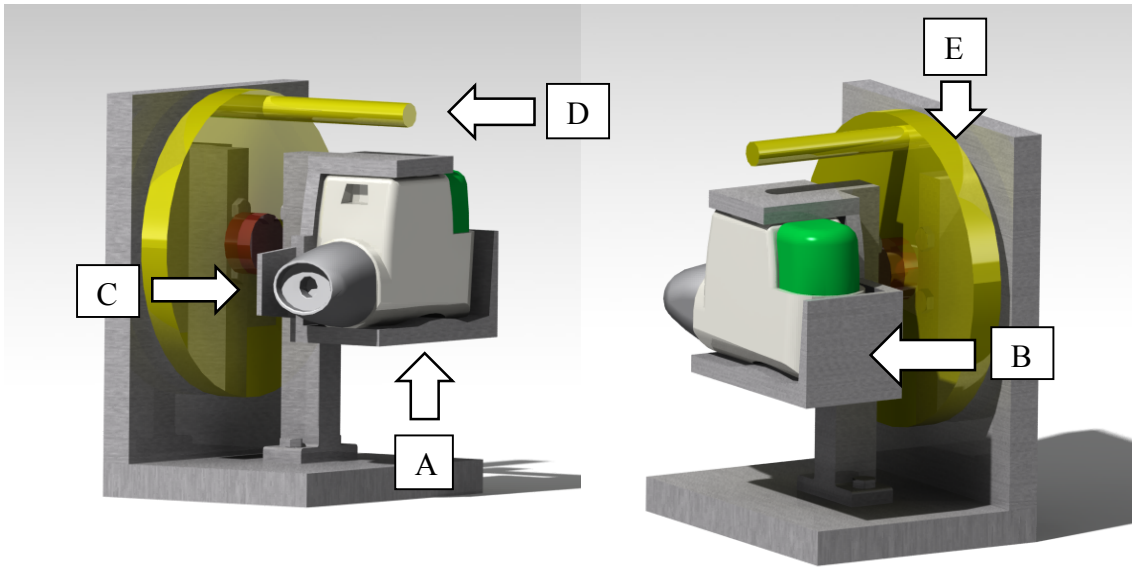
*HMS* och *TP* ansågs vara enkla koncept som löser huvuduppgiften på ett simpelt sätt utan att föra med sig några stora ekonomiska kostnader eller onödig komplexitet. Lösningarna bör också leverera efterfrågat resultat. Den lilla skillnaden mellan *TP* och *HMS* var vikten och hur hållbar konstruktionen ansågs vara. Hållbarheten värderades högre vilket också ledde till att *HMS* vann i slutet.

Version 1 av *HMS* är versionen som är gjord förhand och valdes att inte att göras direkt i CAD då ett flertal förbättringar uppfanns direkt efter att valet av vinnande koncept var gjort.

### 5.2.2 Version 2 av vinnande koncept för Tudorza

CAD:andet av den tänkta konceptlösningen för Tudorza var inte helt enkel och en del hinder dök upp på vägen. Ett av problemen som upptäcktes tidigt när konceptet väl var uppritat i CAD, var att det möjligtvis skulle finnas ett problem att säkerställa inhalatorns position i formen (se A i figur 28). Därför beslutades att lägga till en vägg (se B i figur 28) baktill på formen för att minska risken för att inhalatorn skulle glida ur sin tänka position.

Ett annat bekymmer var att formen runt inhalatorn hade samma tjocklek överallt vilket insågs vara ett problem vid dockningen mellan devicet och Nolek, då formen skulle vara i vägen för Noleks munstycke. Därför valdes en tunnare tjocklek på den delen av formen som är placerad bakom inhalatorns munstycke (se C i figur 28). Detta för att minska risken för kontakt mellan formen och Noleks munstycke, som annars skulle kunna resultera till möjliga skador på både device och mätutrustning.



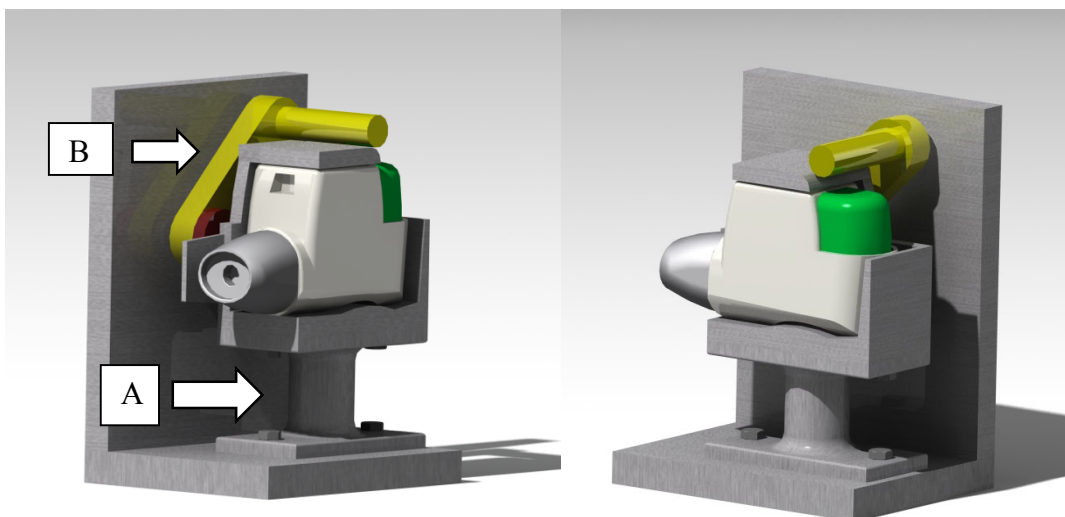
Figur 28, Vinnande koncept version 2 - Tudorza

### 5.2.3 Version 3 av vinnande koncept för Tudorza

Ytterligare ett problem som upptäcktes först efter att komponenterna sattes ihop till den färdiga lösningen i *CATIA* var den onödigt långa cylindern (se D i figur 28) som skulle trycka ner devices knapp. Istället för att ha en så pass lång cylinder för trycka ner knappen så kunde avståndet mellan motorn och deviceet minskas. Detta gjordes genom att ändra utformningen på delen som höll upp formen. Istället för att hålla upp formen ifrån sidan görs detta nu direkt underifrån (se A figur 29) och på så vis kan deviceet föras närmre motorn. Fördelar med att ha en kortare cylinder är en mindre vikt samt mer kostnadseffektiv lösning. Detta på grund av en mindre materialåtgång och att konceptet inte behöver ta upp en lika stor del av utrymmet i Nolek som tidigare.

Ett annat sätt att minska materialåtgången var att förminska den gula hjul (se E i figur 28) som håller upp cylindern. En reducering av mängden material hos det gula hjulet ansågs inte påverka konstruktionens hållfasthet speciellt mycket då konstruktionen är tänkt att bestå av stål och kraften som behövs för att trycka ner knappen är relativt liten.

Alla förändringar mellan version 2 och 3 ledde till att konceptet blev en kombination av det två främsta koncepten *Tryckplatta* och *Hjul mot stöd*. I version 3 av *Hjul mot stöd* är hjulet förminskat till en axel (se B figur 29).



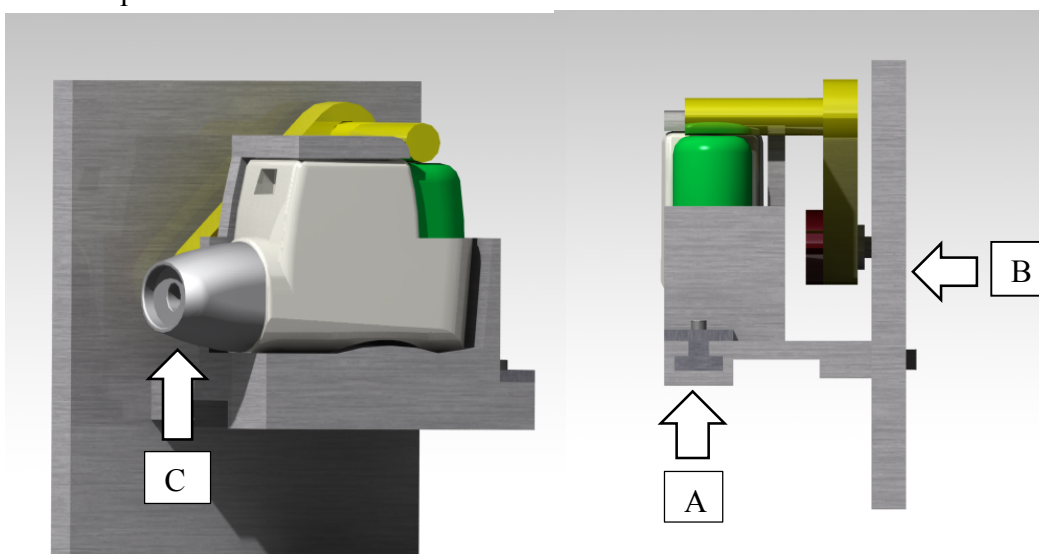
Figur 29, Vinnande koncept version 3 - Tudorza

#### 5.2.4 Version 4 av vinnande koncept för Tudorza

Efter presentation av färdigställda ritningar inför AstraZeneca gavs önskemål om att göra konstruktionen lättare att tillverka, sänka vikten samt minska eventuella materialspill vid tillverkning.

För version 4 togs hållaren som höll upp formen bort(se A figur 29). Istället så kommer formen föras in i ett spår(se A figur 30) i en plattform som är fäst i en platta(B figur 30) på Nolek nära motorn, allt för att spara på material och göra konstruktionen lättare.

Istället för att minska tjockleken på delen av formen som befinner sig bakom inhalatorns munstycke vilket gjordes vid version 2, togs den helt bort(se C figur 30). Formen ansågs vara tillräckligt vägledande för hur deviceet skulle placeras hos konceptet även utan del av formen. Detta på grund av att problemet med dockningen mellan inhalatorn och Nolek kvarstod. I version 4 togs pelaren som höll upp konceptet bort och ersattes med en platta med ett spår som deviceets förs in i.

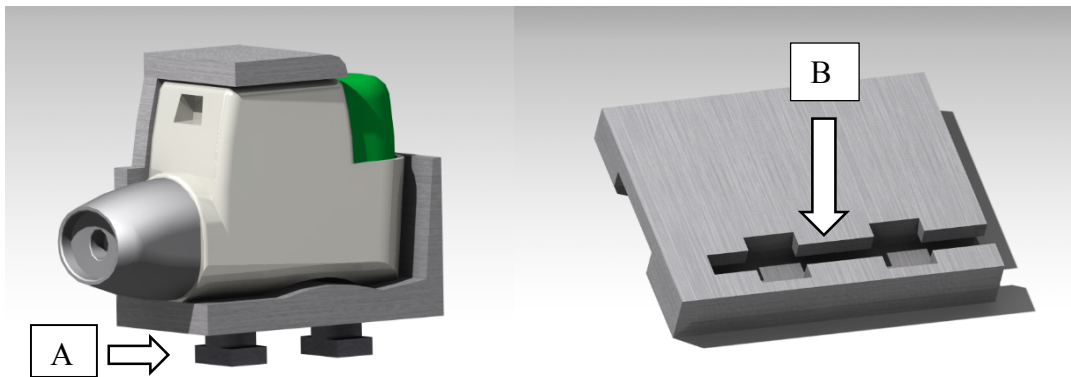


Figur 30, Vinnande koncept version 4 - Tudorza.

### 5.2.5 Version 5 av vinnande koncept för Tudorza

Efter feedback på den nya versionen av konceptlösningen och dess ritningar ombads en förändring av skårans form.

Rälsen(A figur 31) som skulle löpa i spåret(se B figur 31) som var en del av formen ombads att bli en separat del för att underlätta vid tillverkning. Dessutom förändrades formen på spåret och formen på rälsen som skulle löpa igenom den. Rälsen blev två mindre delar istället för en lång och spåret fick två nya hål som den nya rälsen kunde tryckas ner i. Detta gjordes för att underlätta monteringen in i Nolek då utrymmet är begränsat.



Figur 31, Vinnande koncept version 5-Tudorza

### 5.2.5 Vidareutveckling av det vinnande konceptet för Tudorza

En del av konstruktionen för formen tillhörande det vinnande konceptet för Tudorza är problematisk. Radien på höger sidan av del 2(kan ses i bilaga 6) för formen varierar med kantens utbredning.

Detta har uppstått på grund av att det vanliga kommandot för att göra en cirkelbåge i *CATIA* inte gav den eftersökta formen, utan ett annat kommando "spline" användes istället för att få en bra form och därmed var bågen svår att måttsätta. Något att försöka jobba vidare med i framtiden är att försöka göra om konstruktionen för del 4 med ett kommando som gör att det är möjligt att måttsätta radien korrekt.

## 6. SLUTSATS

Syftet som var att designa om fixturen till Nolek så att den kan användas för fler device än ett som den gör idag är uppfyllt. Under arbetets gång har två koncept, HPL och HMS, skapats som enkelt ska kunna monteras in i Nolek, där varje fixtur matchar ett device. Däremot så är koncepten inte färdiga för produktion eftersom måtten som nämnts tidigare, endast är uppskattade.

Att få koncepten produktionsklara är något som skulle kunna arbetas vidare med i framtiden. För att detta skall bli verklighet behövs ett val av tillverkningsmetod göras, viktiga mått och toleranser kollas över samt testa att koncepten fungerar i praktiken.

Ett eventuellt besök till ett företag som tillverkar metalledlar skulle kunnat vara till stor hjälp för att få ännu bättre insikt vilka geometrier som är extra känsliga vid tillverkning och som bör ändras eller toleransmått sättas extra noga.

Det hade dessutom varit praktiskt att undersöka om det finns något material som presterar bättre än det som används i dagsläget, vilket inte undersöktes då det avgränsades bort tidigt i projektet. Även munstycket på Nolek som dockar med devicegens egna munstycken kan utvecklas i framtiden, då även det endast fungerar för ett specifikt device.

## REFERENSER

1. Johnson, J. (2011) Using the Black Box Model to Design Better Websites. *design shack*.  
<https://designshack.net/articles/business-articles/using-the-black-box-model-to-design-better-websites/> (2016-05-25)
2. Al, H.(2015) *Att skriva kravspecifikation. KTH Intranät*.  
<https://intra.kth.se/administration/upphandling/upphandlingar-over-direktupphandlingsgransen/att-skriva-kravspecifikation-1.533512> (2016-04-20).
3. Johannesson, H. et al. (2013) *Produkt Utveckling*. Andra upplagan. Stockholm. Liber
4. Christoffersson, Jake (Jake.Christoffersson@astrazeneca.com)(2016-01-18)
5. Teva Pharmaceuticals Europe BV. Patient Area. *DuoResp Spiromax*. <http://www.duoresp.eu/patient-details> (2016-05-05)
6. Tudorza pressair. *Using Tudorza pressair*.  
<https://www.tudorza.com/using-tudorza-pressair-inhaler.html>(2016-05-05)
7. Henrysson, T och Kurtsson A. (2013) *Vajerspännare*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. (Examensarbete inom Institutionen för Material- och tillverkningsteknik ).
8. Fors-Andrée, E. (2012) Vad är ett gantt-schema och vad är det bra för? *VD-Blogg*.  
<http://www.vd-blogg.se/vad-ar-ett-gantt-schema-och-vad-ar-det-bra-for> (2016-05-07)
9. Mattssons (2016) *Skruvkatalogen*.  
<http://www.skruvkatalogen.se/webkat/WebtradePublic?action=catalogFrame&o=pc> (2016-05-27).
10. Standardiseringskommisionen i sverige,SIS. (2015) *Svensk standard SS-ISO XX-X*.
11. Skydda hörseln & tinnitus (2009), <https://www.apoteket.se/kategori/ogon-oron/horsel/>, 2016-02-29

# BILAGOR

## 1. Pughmatriser

Pugh-Matris: Inhalationsmodul och munstycke för Turdoza	Koncept alternativ							
	Referens (RCI)	Knapp och lina	Tryckplatta	Robotarm	Kugghjuldriven tryckplatta	Hjul mot stöd	Rotation emot stödpiramid	
Kriterier								
Kunna öppna devicen fullt	0	0	0	0	0	0	-	0
Mätbart öppning och -stängningskraft	0	-	0	-	0	0	-	0
Precis inställning för mätning av flöde	0	0	0	0	0	0	0	0
Inte försämrade förmågan att testa förgående device (RCI)	0	0	0	0	0	0	0	0
Måste vara anpassad så munstycket når devicet	0	0	0	0	0	0	0	0
Vara skonsam mot devicet vid användning	0	-	-	0	-	+	-	0
Mellan varje provtagning måste devicen öppnas och stängas	0	0	0	0	0	0	0	0
Får inte ta längre än 24 timmar att montera	0	0	0	-	0	0	0	0
Stängskydd för att förhindra personskador	0	0	0	0	0	0	0	0
Klara av 100000 cykler.	0	-	0	0	0	0	-	0
Devicen skall testas i användningsposition	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ + :	0	0	0	0	0	1	0	0
Σ - :	0	3	1	3	1	0	5	0
Totalt	0	-3	-1	-3	-1	1	-5	0

Pugh-Matris: Inhalationsmodul och munstycke för Spiromax	Koncept alternativ							
	Referens (Hävarm på lock)	Två hävtänger	Robotarm	Formvägg	Pyramider	Magnetiskt gångjärn	Rampen	
Kriterier								
Kunna öppna devicen fullt	0	0	0	0	-	0	0	0
Mätbart öppning och -stängningskraft	0	0	-	0	-	0	-	0
Precis inställning för mätning av flöde	0	0	0	0	0	0	0	0
Inte försämrade förmågan att testa förgående device (BTI)	0	0	0	0	0	0	0	0
Måste vara anpassad så munstycket når devicet	0	0	0	0	0	0	0	0
Vara skonsam mot devicet vid användning	0	-	-	-	-	+	-	0
Mellan varje provtagning måste devicen öppnas och stängas	0	0	0	0	0	0	0	0
Får inte ta längre än 24 timmar att montera	0	-	-	0	-	0	-	0
Stängskydd för att förhindra personskador	0	0	0	0	0	0	0	0
Klara av 100000 cykler.	0	-	-	0	0	0	0	0
Devicen skall testas i användningsposition	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ + :	0	0	0	0	0	1	0	0
Σ - :	0	3	5	1	4	0	2	0
Totalt	0	-3	-5	-1	-4	1	-2	0



## 2. Kesselringsmatriser

Kesselringmatris Spiromax	Vikt		Två hävstångar		Robotarm		Formvägg		Pyramider		Magnetiskt gångjärn		Rampen		Hävarm på lock	
	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng
Önskemål	60															
Användning	60															
Ö1-Tidsmässigt effektiv	14	6	84	3	42	7	98	6	84	8	112	8	112	7	98	
Ö2-Går snabbt att byta ut delarna	6	2	12	10	60	6	36	2	12	5	30	3	18	6	36	
Ö3-Ljudnivån inte högre än 85db skadlig ljudnivå	9	8	72	4	36	6	54	6	54	9	81	5	45	7	63	
Ö4-Låg klämrisik	14	2	28	10	140	8	112	6	84	9	126	6	84	9	126	
Ö5-Fungera inom stort temperaturintervall (0 till +40)	4	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	
Ö6-Slippa vända	10	0	0	10	100	0	0	10	100	0	0	0	0	0	0	
Ö7-Byte till ny device sker automatiskt	3	0	0	10	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Design	40															
Ö8-Väga under 10 kilo	7	7	49	0	0	7	49	6	42	9	63	5	35	8	56	
Ö9-Hållbar konstruktion	10	4	40	8	80	6	60	5	50	5	50	5	50	5	50	
Ö10-Uppfylla standardtoleranser	12	3	36	10	120	8	96	8	96	6	72	3	36	8	96	
Ö11-inte för stor	6	7	42	0	0	7	42	5	30	9	54	6	36	8	48	
Total poäng	95		383		628		567		572		608		436		593	
Rank	7		1		4		5		2		6		3			

Kesselringmatris Turdoza	Vikt		Lock och lina		Tryckplatta		Robotarm		Tryckplatta		Hjul mot stöd		Gångning		Stodpyramid		Rät-triggnig		
	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	Betyg	Poäng	
Önskemål	60																		
Användning	60																		
Ö1-Tidsmässigt effektiv	14	8	112	9	126	9	126	9	126	5	70	9	126	5	70	8	64	5	70
Ö2-Går snabbt att byta ut delarna	6	7	42	9	54	1	6	1	6	4	24	9	54	3	18	6	42	5	30
Ö3-Ljudnivån inte högre än 85db skadlig ljudnivå	9	7	63	6	54	5	45	5	45	4	36	6	54	4	36	9	63	6	54
Ö4-Låg klämrisik	14	3	42	5	70	3	42	3	42	4	56	5	70	2	28	4	12	4	56
Ö5-Fungera inom stort temperaturintervall (0 till +40)	4	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	25	5	20
Ö6- Servermotor kan stå upp	10	0	0	0	0	10	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100
Ö7-Byte till ny device sker automatiskt	3	0	0	0	0	10	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Design	40																		
Ö8-Väga under 10 kilo	7	9	63	8	56	1	7	1	7	4	28	7	49	3	21	7	63	7	49
Ö9-Hållbar konstruktion	10	4	40	7	70	8	80	8	80	6	60	8	80	6	60	5	20	6	60
Ö10-Uppfylla standardtoleranser	12	4	48	8	96	8	96	8	96	4	48	8	96	3	36	8	32	8	96
Ö11-inte för stor	6	7	42	8	48	1	6	1	6	5	30	8	48	4	24	6	42	6	36
Total poäng	95		472		594		558		372		597		313		363		571		
Rank	5		2		4		6		1		8		7		3				

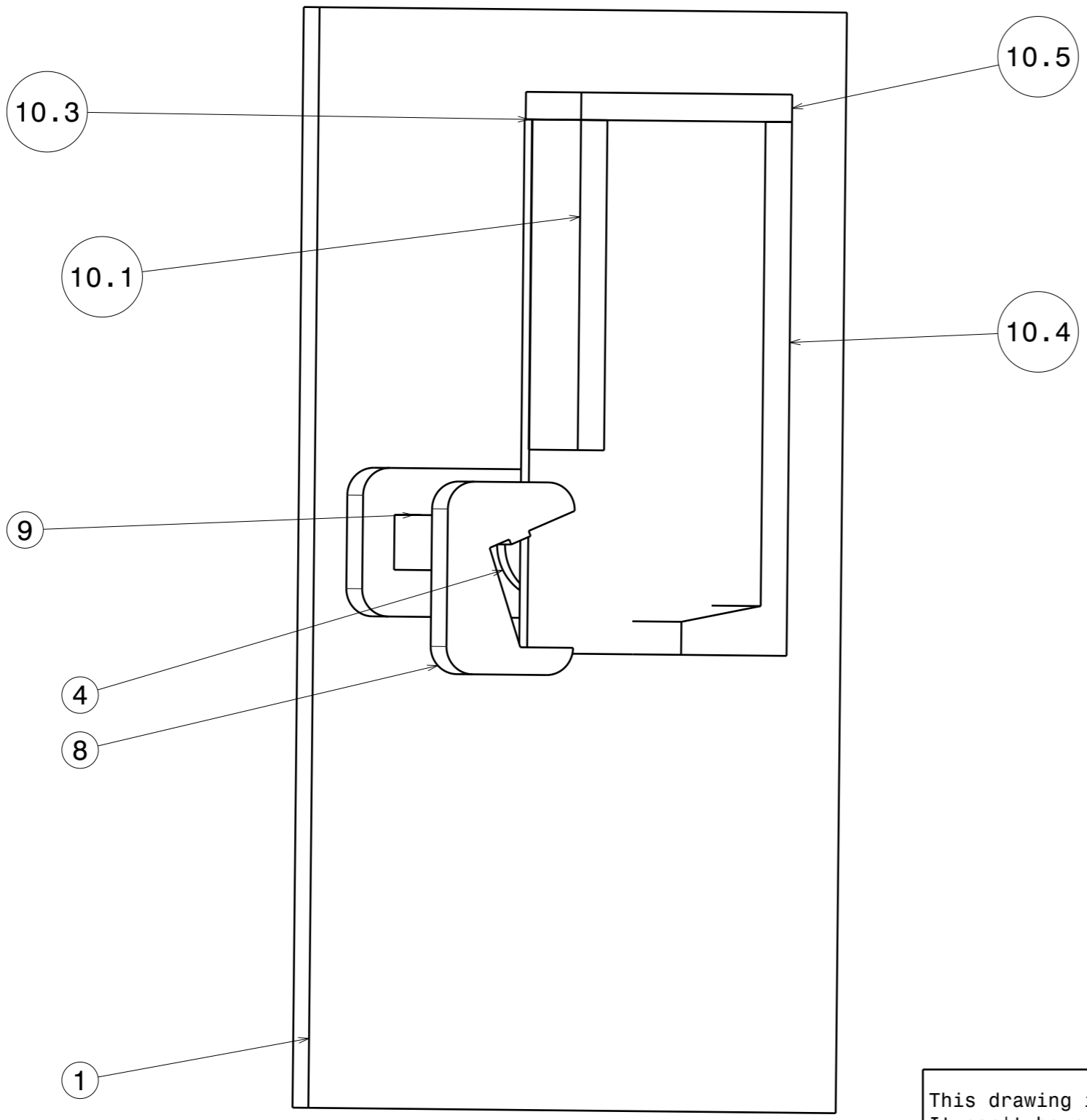
### 3. Kravspecifikation

Kravspecifikation		
Nr	Kriterium	Enhet
K1	Kunna öppna locket minst 110 grader så det inte är ivägen för Nolek vid mätning	Vinkel i grader
K2	Kunna mäta aktiveringskraften. Det vill säga kraften användaren måste tillföra locket	Newton
K3	Devicen skall testas i användningsposition (IFU patientblad, standard) så att dosladdning blir korrekt	Millimeter/vinkel i grader
K4	Inte ändra Nolek så att dagens lösning inte längre är möjlig, det vill säga att testa BTI	Flödesmotstånd
K5	Inte skada devicet vid användning så att den inte klarar sin livscykel, 120 doser. Varken skada devicet funktion eller utseende	Flödesmotstånd
K6	Klara av 360 000 cykler (3 i säkerhets marginal), dvs. kunna testa minst 10 000 device.	Flödesmotstånd
K7	Får inte ta längre än 30 minuter montera (exklusive kalibrering, dvs endast montering)	Tid, Minuter
K8	Fullständig trigging mellan varje provtagning	Gram (spray)
K9	Får inte vara för stor, utan måste få plats i det tänkta labbet	Kubikmeter
K10	XX mycket glapp mellan munstycke och device för att uppnå maskinens standard för täthet	Millimeter
K11	Upptäcka "triggerpressure", det vill säga att sugkraften för att få ut en dos.	Luftryck
K12	Devicet skall alltid stå i användningsposition.	Millimeter/vinkel i grader
Nr	Önskemål	
Ö1	Tidsmässigt effektiv, periodtiden för en cykel skall vara så låg som möjligt	Sekunder, Tid
Ö2	Går snabbt att byta ut delarna, Tiden för att byta ut trasiga delar hos modulen skall ta så lite tid som möjligt	Sekunder, Tid
Ö3	Ljudet modulen ger ifrån sig i arbete bör överskrida 85db, vilket är en skadlig ljudnivå[11]	Decibel
Ö4	Låg klämrisik. Skada uppstår inte oftare än var 10000:e device	Antal skador per mäta device
Ö5	Fungera inom stort temperaturintervall (0 till +40), dvs. testresultatet bör inte påverkas av temperaturskillnader inom området	Flödesmotstånd
Ö6	Servomotorn kan ska kunna stå upp så man slipper vända maskinen, för att underlätta monteringen	Flödesmotstånd
Ö7	Byte mellan device sker automatiskt	Flödesmotstånd
Ö8	Utrustningen får inte väga över 10 kilo	Kilogram
Ö9	Hållbar konstruktion. Lösningen ska inte ha många skarpa kanter som kan bidra till höga spänningar och där med lättare går itu.	Rapportering
Ö10	Uppfylla de valda materialens standardtoleranser ISO XX-XX [10]	Millimeter
Ö11	Så liten storlek som möjligt	Kubikmeter



## 5. Ritningar för Spiromax





Isometric view  
Scale: 1:1

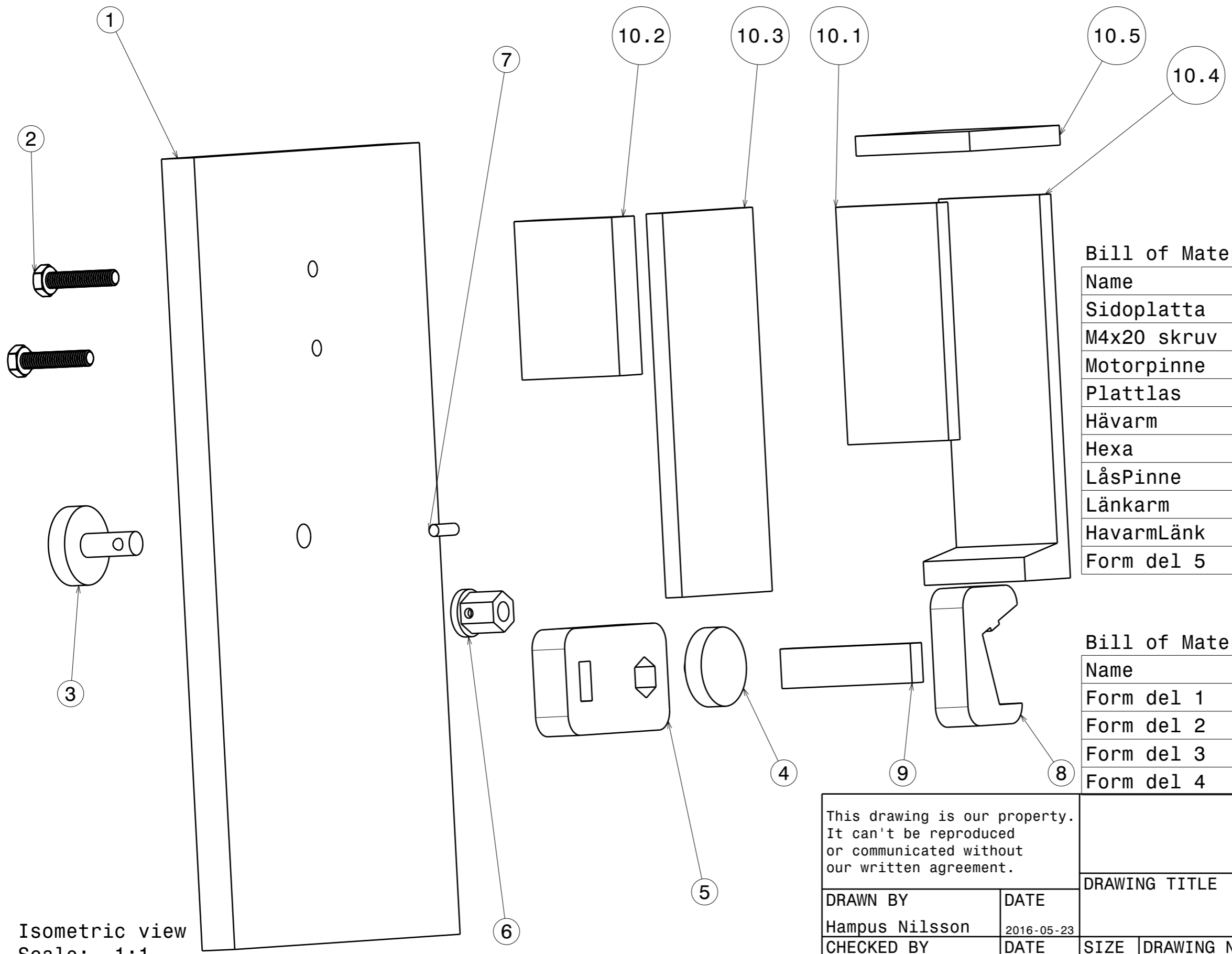
Bill of Material: DaHa

Name	Part Number	Quantity
Sidoplatta	1	1
M4x20 skruv	5	2
Motorpinne	2	1
Plattlas	4	1
Hävarm	6	1
Hexa	3	1
Låspinne	9	1
Länkarm	7	1
HavarmLänk	8	1
Form del 5	10.5	1

Bill of Material: Form

Name	Part Number	Quantity
Form del 1	10.1	1
Form del 2	10.2	1
Form del 3	10.3	1
Form del 4	10.4	1

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.		<b>CHALMERS</b>			
DRAWING TITLE		<b>Iso</b>			
DRAWN BY	DATE	SIZE	DRAWING NUMBER	REV	
Hampus Nilsson	2016-05-24			A3	DaHa - 1
CHECKED BY	DATE	SCALE	1:1		
David Niklasson	2016-05-24				
DESIGNED BY	DATE	SHEET		1/1	
Hampus Nilsson	2016-05-24				



Isometric view  
Scale: 1:1

Bill of Material: DaHa

Name	Part Number	Quantity
Sidoplatta	2	1
M4x20 skruv	5	2
Motorpinne	1	1
Plattlas	4	1
Hävarm	6	1
Hexa	3	1
LåsPinne	9	1
Länkarm	7	1
HavarmLänk	8	1
Form del 5	10.5	1

Bill of Material: Form

Name	Part Number	Quantity
Form del 1	10.1	1
Form del 2	10.2	1
Form del 3	10.3	1
Form del 4	10.4	1

This drawing is our property.  
It can't be reproduced  
or communicated without  
our written agreement.

**CHALMERS**

DRAWN BY	DATE
Hampus Nilsson	2016-05-23
CHECKED BY	DATE
David Niklasson	2016-05-23
DESIGNED BY	DATE
Hampus Nilsson	2016-05-23

DRAWING TITLE			
<b>Sprängskiss</b>			
SIZE	DRAWING NUMBER	REV	
<b>A3</b>	<b>DaHa - 2</b>	<b>X</b>	
SCALE	1:1	WEIGHT (kg)	N/A
SHEET	1/1		

D

C

B

A

4

4

3

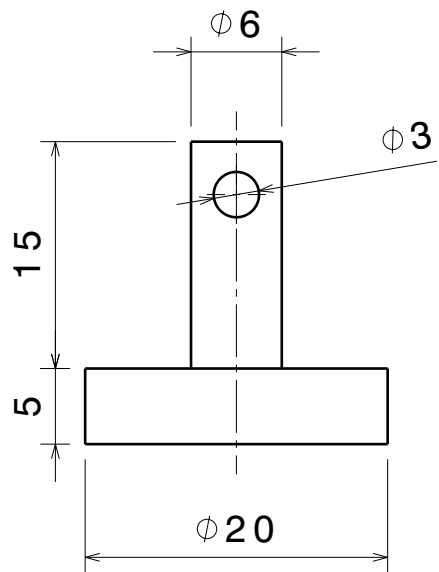
3

2

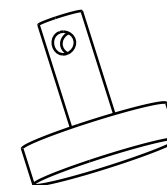
2

1

1



Front View  
Scale: 2:1



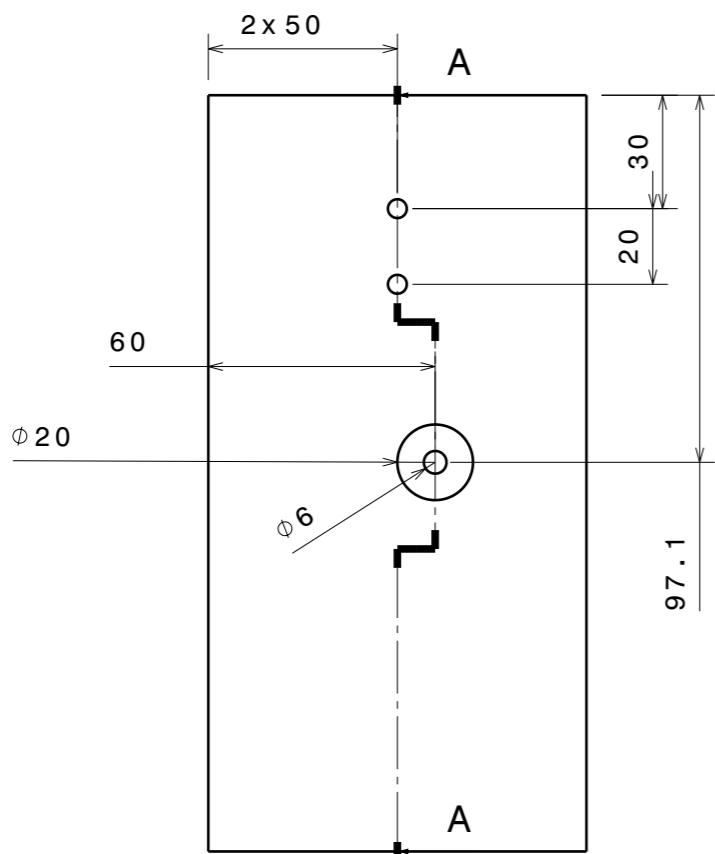
Isometric view  
Scale: 1:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<h1>CHALMERS</h1>			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-03-24	Motorpinne			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-03-24	SIZE A4	DRAWING NUMBER DaHa - 3		REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-03-16	SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A	SHEET 1/1	

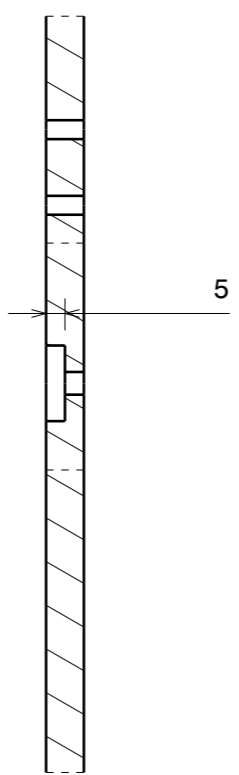
D

A

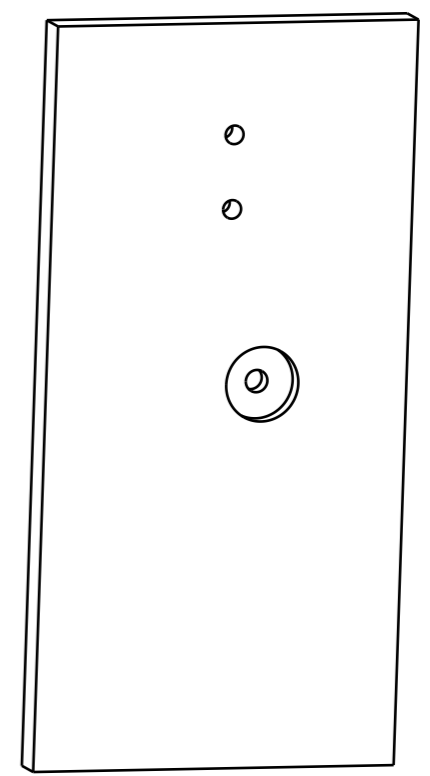




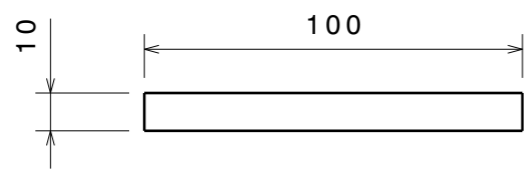
Front view  
Scale: 1:2



Section view A-A  
Scale: 1:2

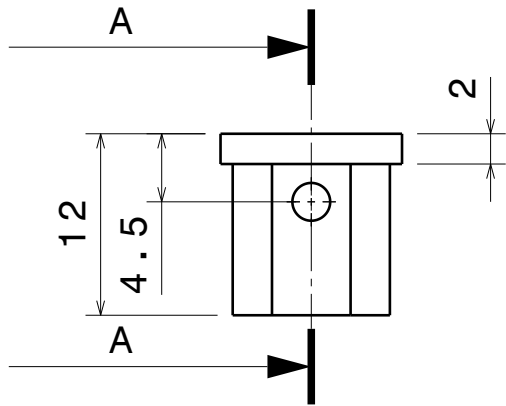


Isometric view  
Scale: 1:2

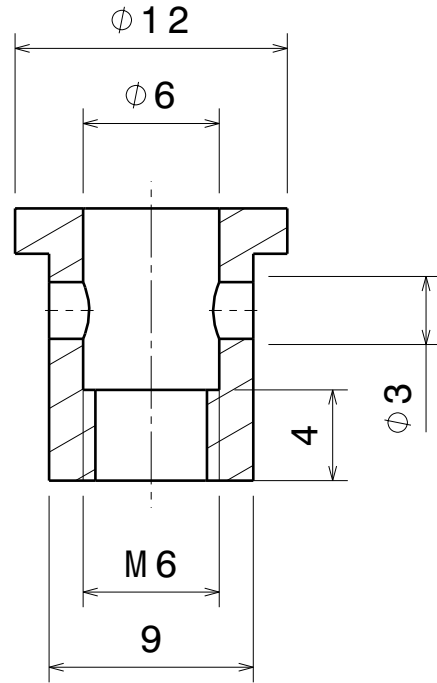


Bottom view  
Scale: 1:2

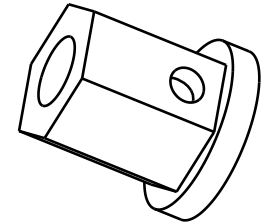
Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY David Niklasson	DATE 2016-05-26	Sidoplatta			
CHECKED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-05-26	SIZE A3	DRAWING NUMBER DaHa - 4		REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-05-26	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A	SHEET 1/1	



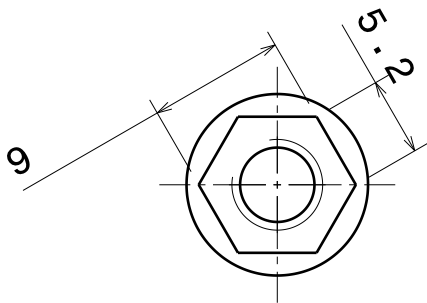
Front View  
Scale: 2:1



Section view A-A  
Scale: 3:1



Isometric view  
Scale: 2:1



Bottom view  
Scale: 2:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<b>CHALMERS</b>			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-03-23		DRAWING TITLE Hexa	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-03-23		SIZE <b>A4</b>	REV <b>X</b>
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-03-20		DRAWING NUMBER <b>DaHa -5</b>	
		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A	SHEET 1/1	

D

C

B

A

4

4

3

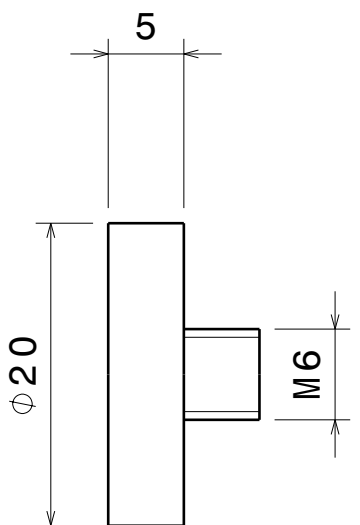
3

2

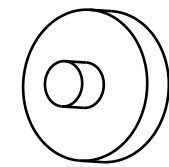
2

1

1



Front View  
Scale: 2:1



Isometric view  
Scale: 1:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<h1>CHALMERS</h1>			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-03-23	Plattlås			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-03-23	SIZE A4	DRAWING NUMBER DaHa -6		REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-03-23	SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A	SHEET 1/1	

D

A

H G F E D C B A

4

3

2

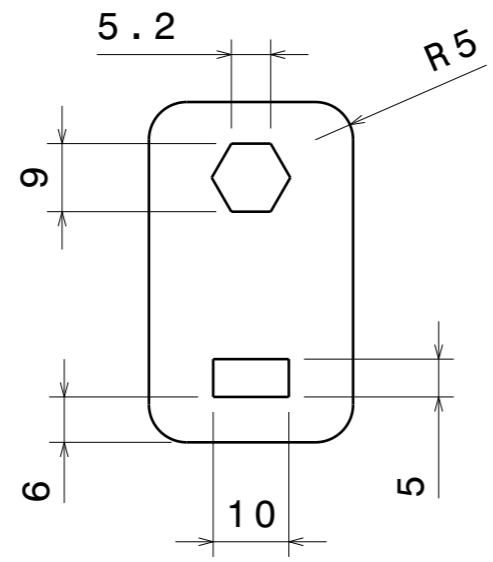
1

4

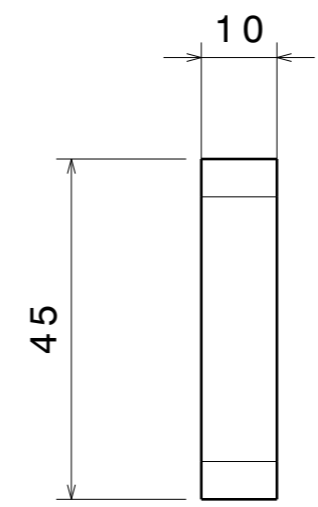
3

2

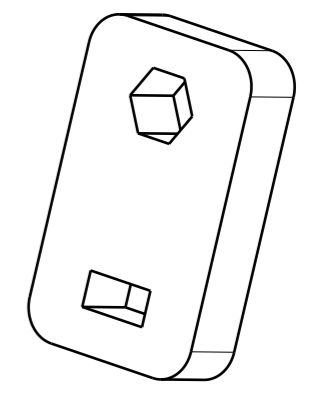
1



Front View  
Scale: 1:1



Left view  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-24		DRAWING TITLE Hävarm	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-05-24		SIZE A3	
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-24		DRAWING NUMBER DaHa - 8	
		SCALE 1:1		REV X	
		WEIGHT (kg) N/A		SHEET 1/1	

H G B A

H G F E D C B A

4

3

2

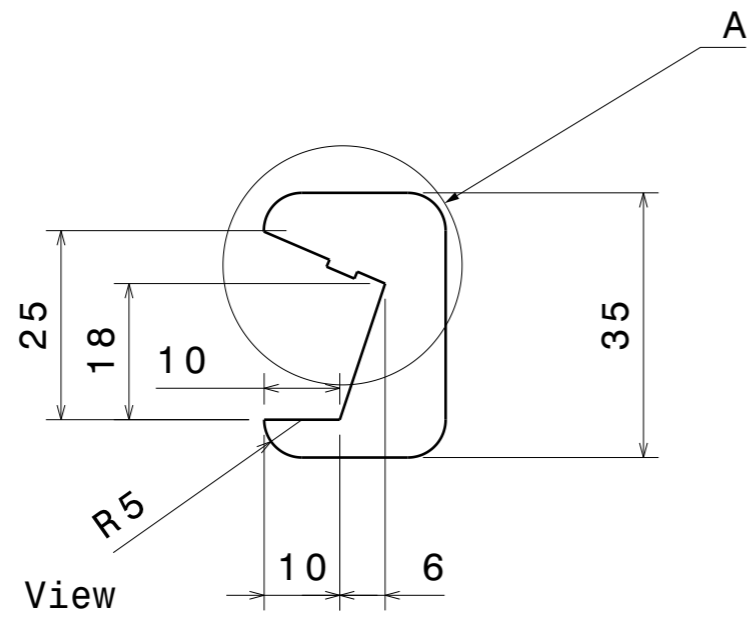
1

4

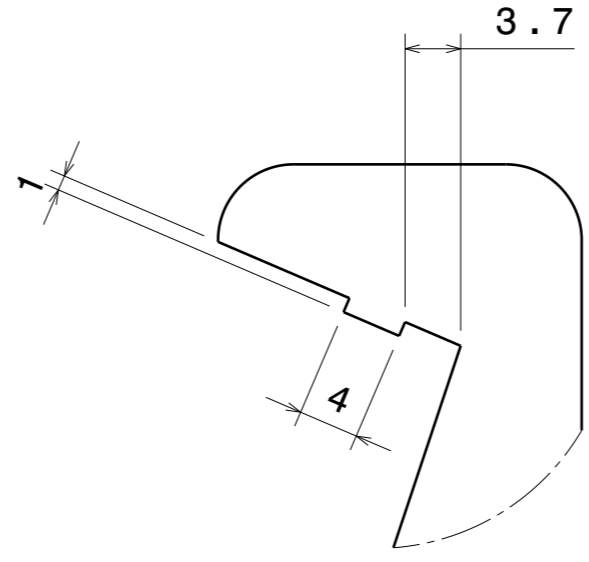
3

2

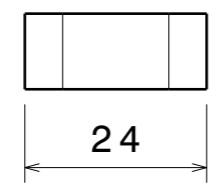
1



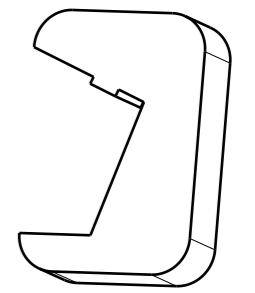
Front View  
Scale: 1:1



Detail A  
Scale: 2:1



Top view  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.		<b>CHALMERS</b>			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-24		DRAWING TITLE LänkArm	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-05-24		SIZE <b>A3</b>	REV <b>X</b>
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-24		DRAWING NUMBER <b>DaHa - 9</b>	
		SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A	SHEET 1/1	

H G B A

H G F E D C B A

4

4

3

3

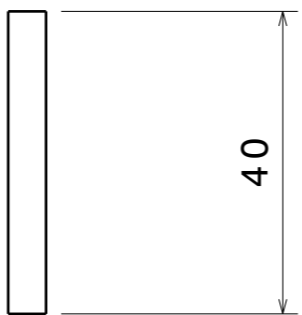
2

2

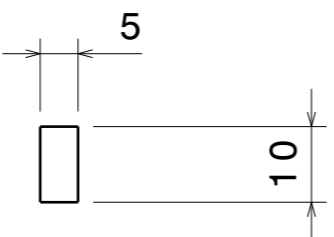
1

1

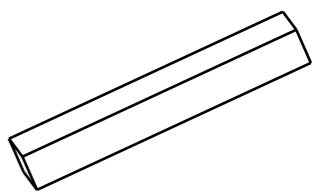
Front View  
Scale: 1:1



Top view  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1



Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-05-24	Hävarmlänk			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-05-24	SIZE A3	DRAWING NUMBER DaHa - 10		REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-05-24	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A	SHEET 1/1	

H G B A

D

C

B

A

4

4

3

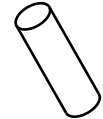
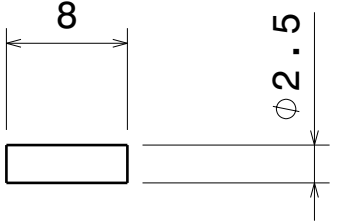
3

2

2

1

1



Front View  
Scale: 2:1

Isometric view  
Scale: 2:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<b>CHALMERS</b>			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-03-23	Låspinne			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-03-23	SIZE A4	DRAWING NUMBER DaHa - 11		REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-03-22	SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A	SHEET 1/1	

D

A

H G F E D C B A

4

4

3

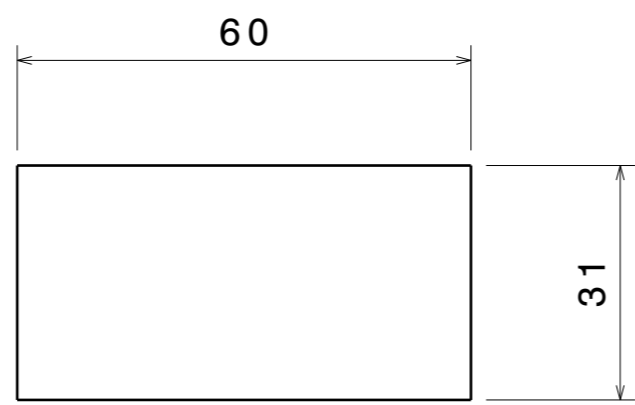
3

2

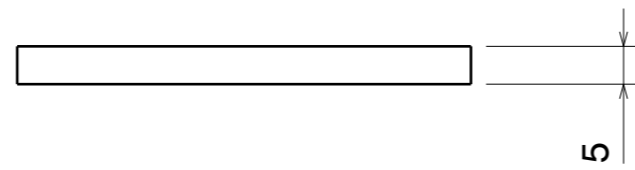
2

1

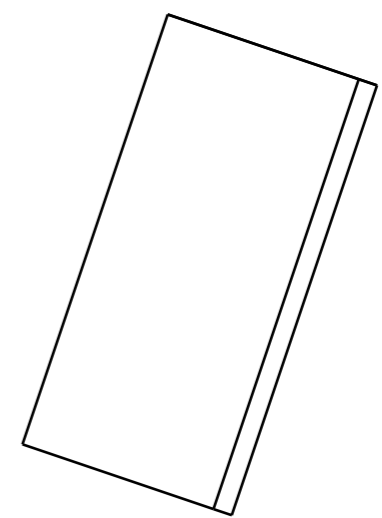
1



Front view  
Scale: 1:1



Top view  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-05-24	Form del 1			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-05-24	SIZE A3	DRAWING NUMBER DaHa-12.1		REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-05-24	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A	SHEET 1/1	

H G B A



H G F E D C B A

4

3

2

1

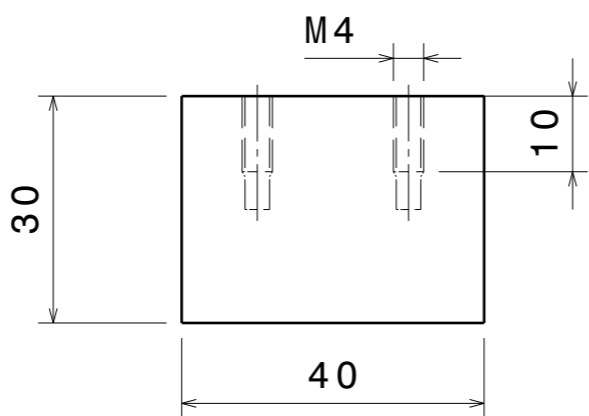
4

3

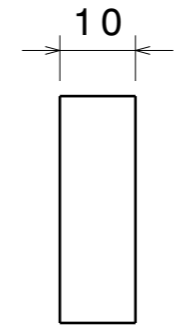
2

1

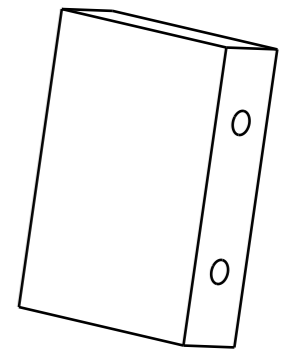
Front View  
Scale: 1:1



Left view  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1



Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-24		DRAWING TITLE Form Del 2	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-05-24		SIZE A3	REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-24		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A
				SHEET 1/1	

H G B A

H G F E D C B A

4

3

2

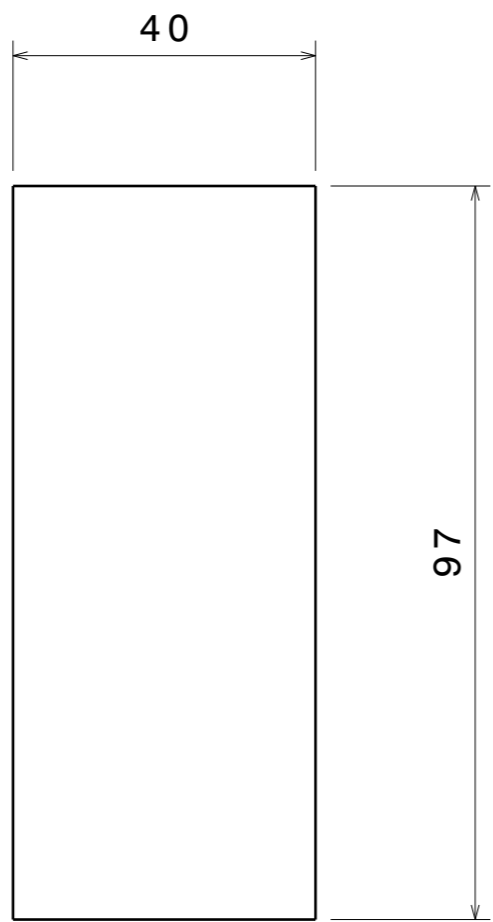
1

4

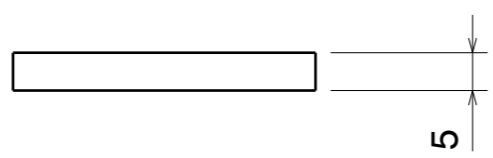
3

2

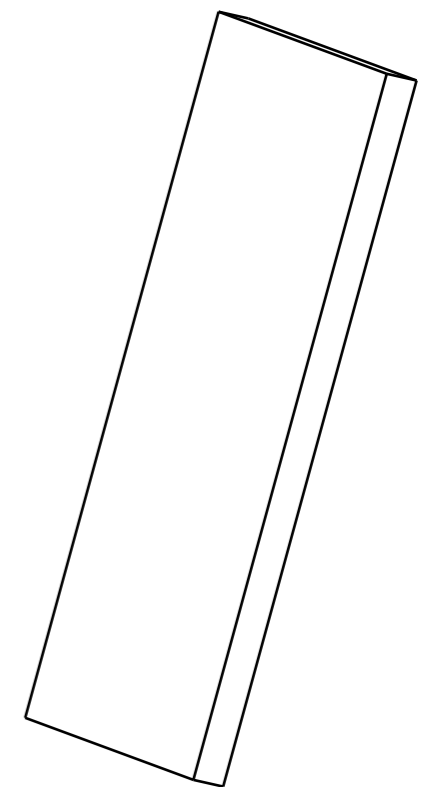
1



Front View  
Scale: 1:1



Top view  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1

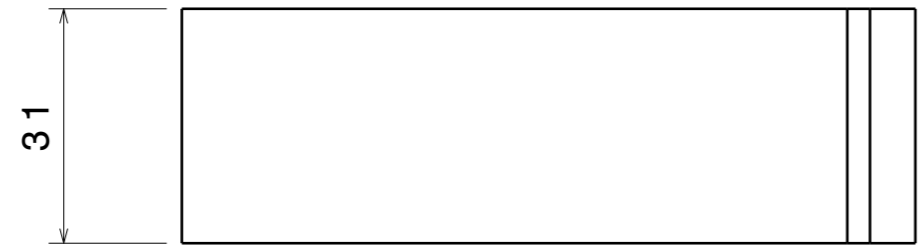
Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		DRAWING TITLE <b>CHALMERS</b> Form del 3			
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-05-24				
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-05-24	SIZE <b>A3</b>	DRAWING NUMBER <b>DaHa - 12.3</b>		REV <b>X</b>
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-05-24	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A	SHEET 1/1	

H G B A

H G F E D C B A

4

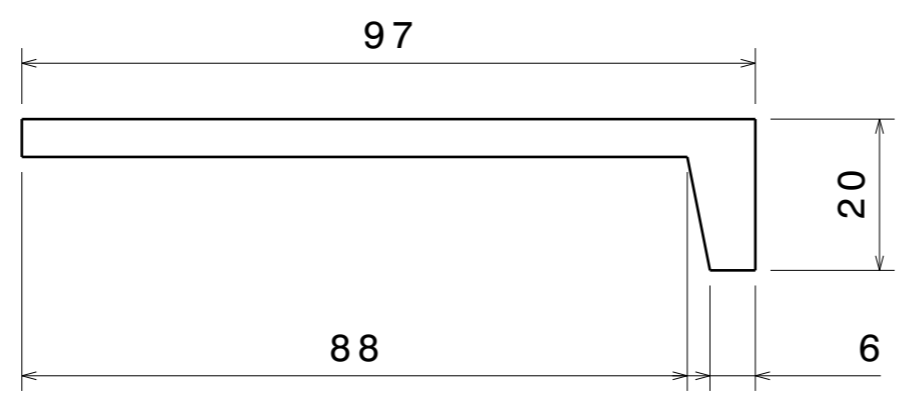
4



Front View  
Scale: 1:1

3

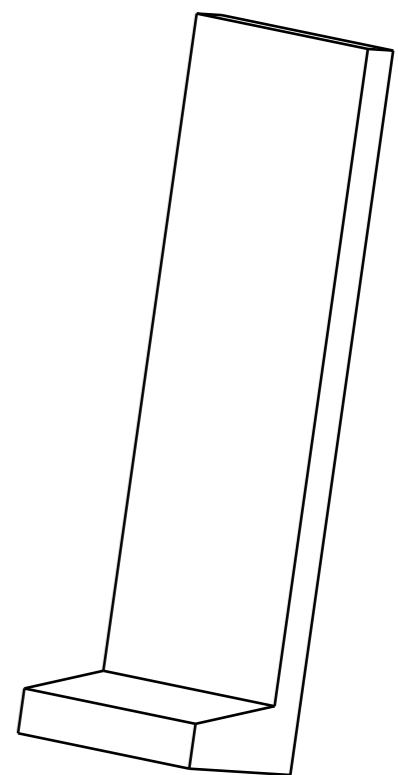
3



Top view  
Scale: 1:1

2

2



Isometric view  
Scale: 1:1

1

1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-24		DRAWING TITLE Form del 4	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-05-24		SIZE A3	REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-24		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A
		SHEET 1/1			

H G B A

H

G

F

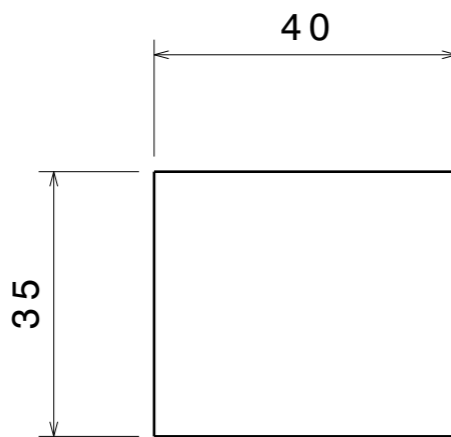
E

D

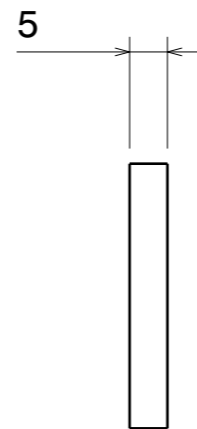
C

B

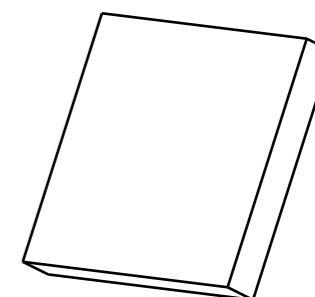
A



Front View  
Scale: 1:1



Left view  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-25		DRAWING TITLE Form Tak	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-05-25		SIZE A3	
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-25		DRAWING NUMBER DaHa - 12.5	
		SCALE 1:1		REV X	
		WEIGHT (kg) N/A		SHEET 1/1	

4

4

3

3

2

2

1

1

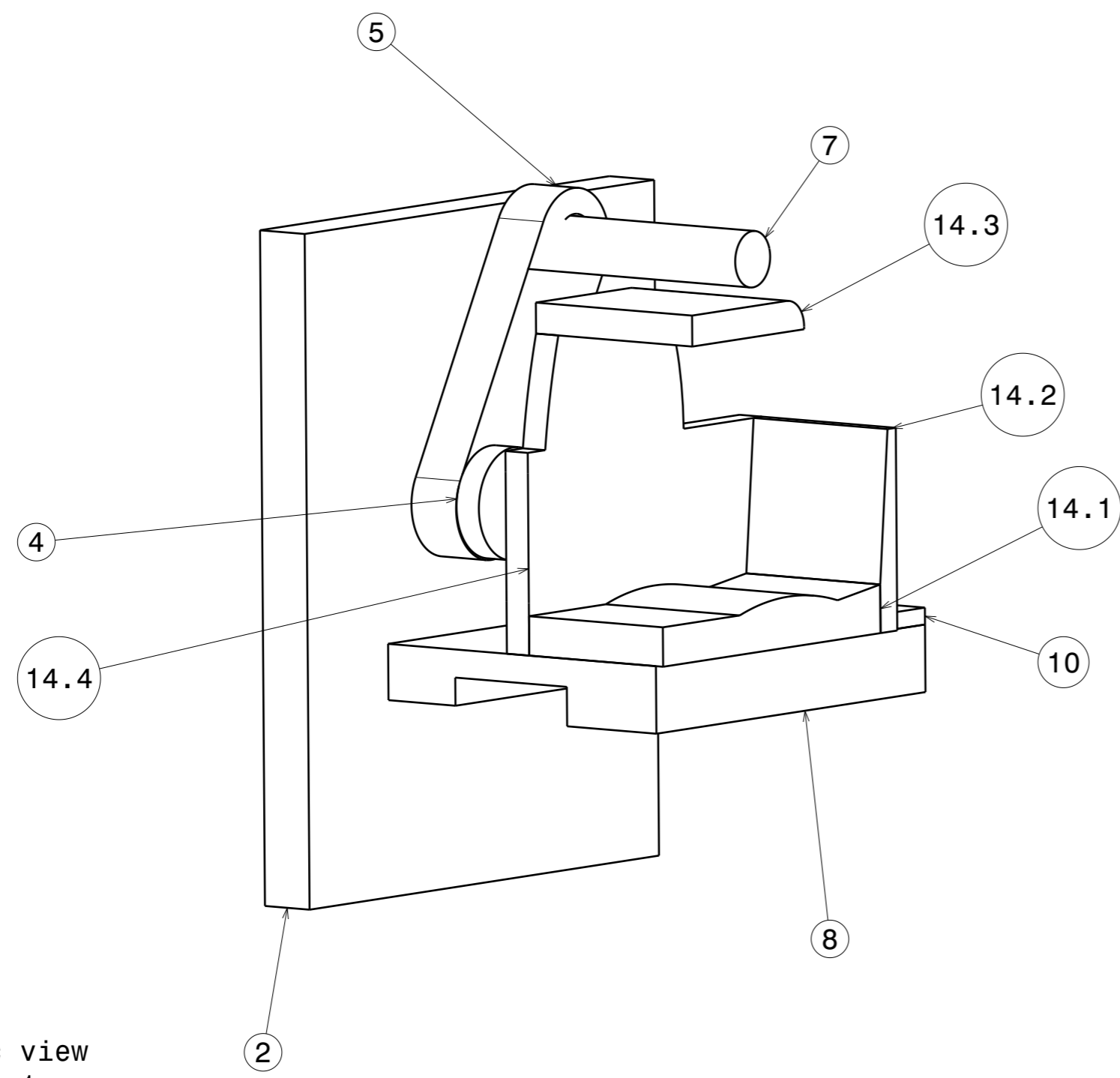
H

G

B

A

## 6. Ritningar för Tudorza



Isometric view  
Scale: 1:1

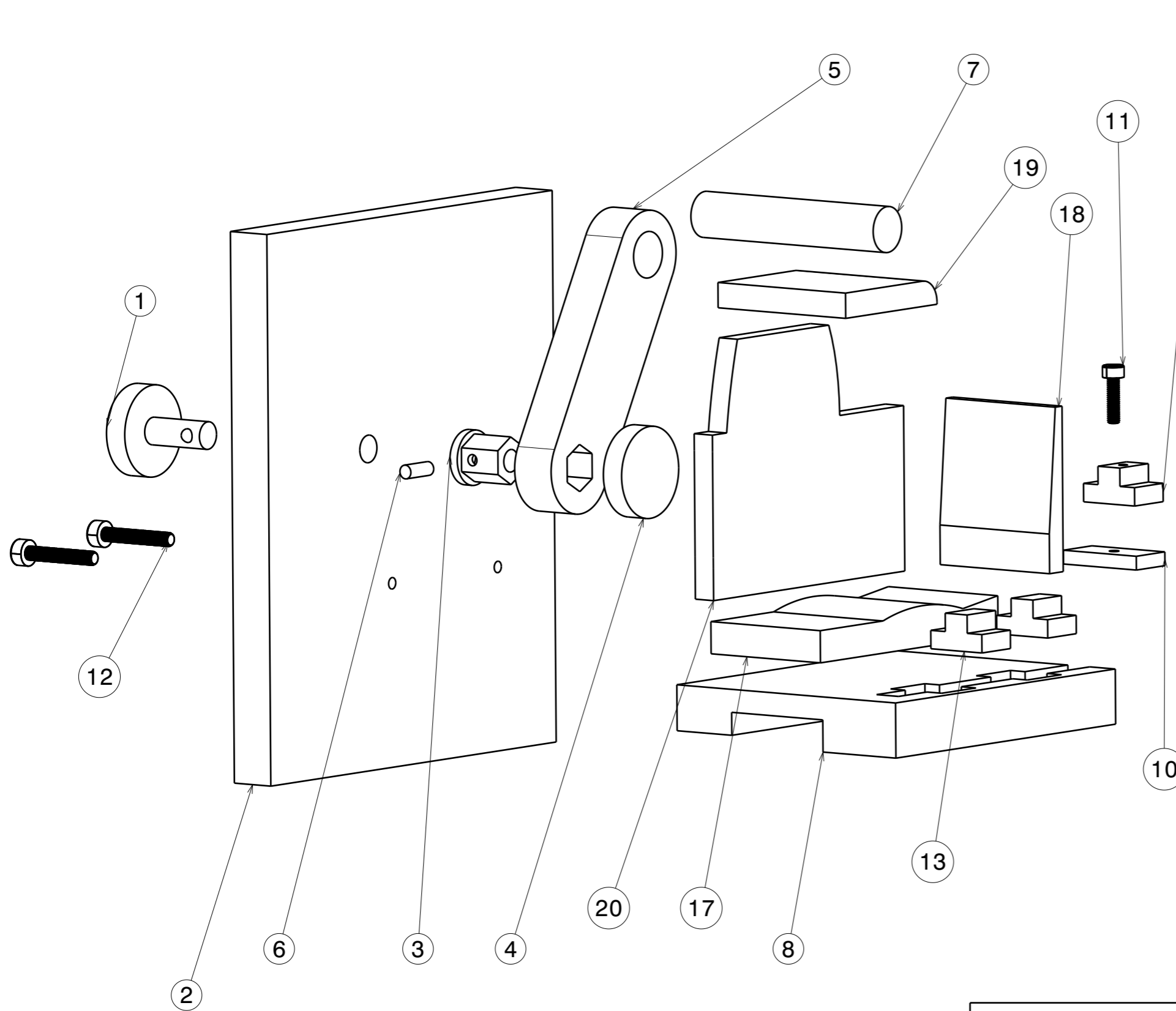
Bill of Material: HaDa

Name	Part Number	Quantity
Motorpinne	1	1
Baksidsplatta	2	1
Hexa	3	1
Plattlås	4	1
Snurr	6	1
Laspinne	7	1
SnurrPinne	8	1
Underplatta	9	1
FormLas	10	1
Spanne	11	1
Insex M2.5 x 10	12	1
Insex M3 x 18	13	1
Form	14	1
Räls	5	2

Bill of Material: 14

Name	Part Number	Quantity
Form-4	14.4	1
Form-1	14.1	1
Form-3	14.3	1
Form-2	14.2	1

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.		<b>CHALMERS</b>			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-23		DRAWING TITLE <b>ISO-vy</b>	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-05-23			
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-23		SIZE <b>A3</b>	DRAWING NUMBER <b>HaDa - 1</b>
		SCALE 1:1		WEIGHT (kg) x	SHEET 1/1



Bill of Material: HaDa

Name	Part Number	Quantity
Motorpinne	1	1
Baksidsplatta	2	1
Hexa	3	1
Plattlås	4	1
Snurr	6	1
Laspinne	7	1
SnurrPinne	8	1
Underplatta	9	1
FormLas	10	1
Spanne	11	1
Insex M2.5 x 10	12	1
Insex M3 x 18	13	1
Form	14	1
Räls	5	2

Bill of Material: Form

Name	Part Number	Quantity
Form-4	14.4	1
Form-1	14.1	1
Form-3	14.3	1
Form-2	14.2	1

Isometric view  
Scale: 1:1

This drawing is our property.  
It can't be reproduced  
or communicated without  
our written agreement.

**CHALMERS**

DRAWING TITLE

**Sprängskiss**

DRAWN BY	DATE
Hampus Nilsson	2016-05-23
CHECKED BY	DATE
David Niklasson	2016-05-23
DESIGNED BY	DATE
Hampus Nilsson	2016-05-23

SIZE	DRAWING NUMBER	REV
A3	Hada -2	X
SCALE	1:1	WEIGHT(kg)
X		SHEET
		1/1

D

C

B

A

4

4

3

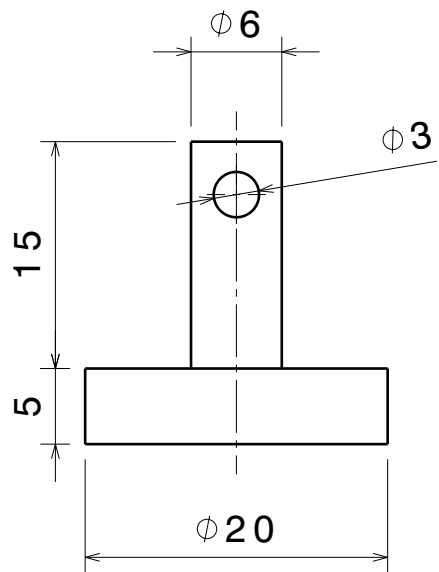
3

2

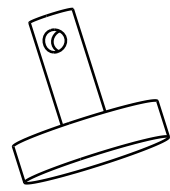
2

1

1



Front View  
Scale: 2:1



Isometric view  
Scale: 1:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<h1>CHALMERS</h1>			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-03-24	Motorpinne			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-03-24	SIZE A4	DRAWING NUMBER HaDa -3		REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-03-16	SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A	SHEET 1/1	

D

A



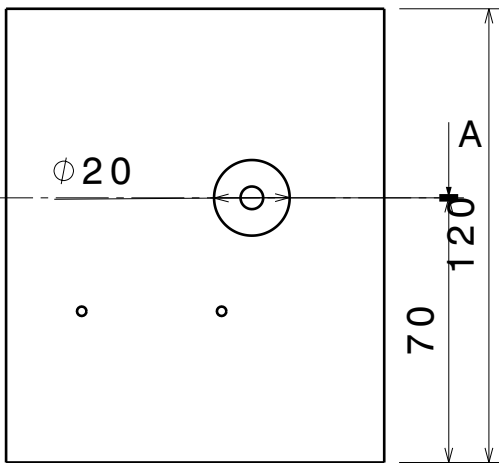
D

C

B

A

100



A

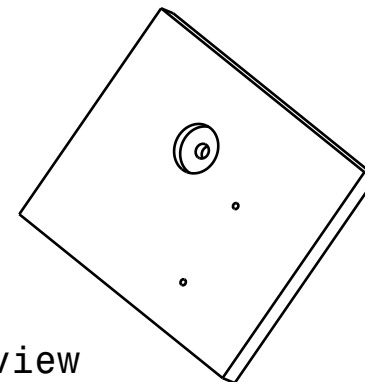
∅20

A

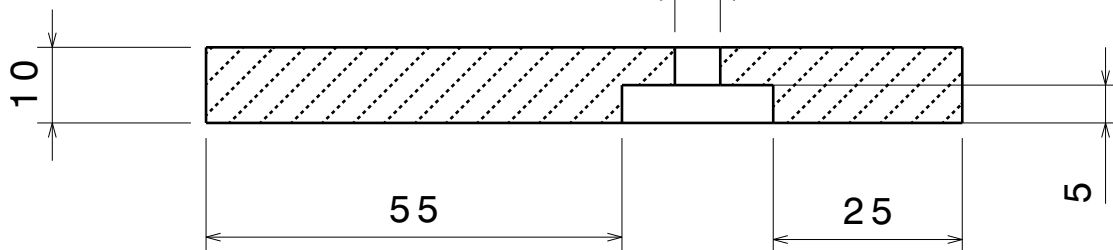
70

120

Front View  
Scale: 1:2



Isometric view  
Scale: 1:3



10

55

25

5

∅6

Section view A-A  
Scale: 1:1

Tolerance  
SS-ISO 2768 MEDIUM

# CHALMERS

DRAWING TITLE

Baksidsplatta

DRAWN BY  
Hampus Nilsson

DATE  
2016-03-23

CHECKED BY  
David Niklasson

DATE  
2016-03-23

DESIGNED BY  
Hampus Nilsson

DATE  
2016-03-22

SIZE  
A4

DRAWING NUMBER  
HaDa - 4

REV  
X

SCALE 1:1

WEIGHT(kg) N/A

SHEET 1/1

D

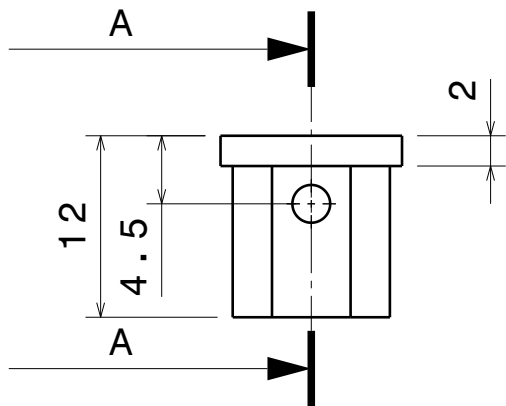
A

4

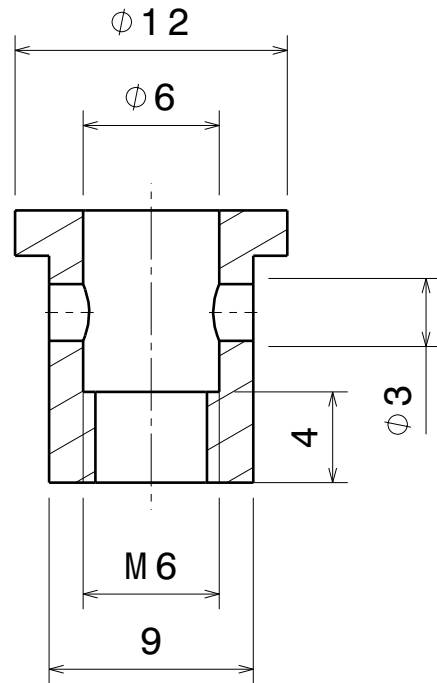
3

2

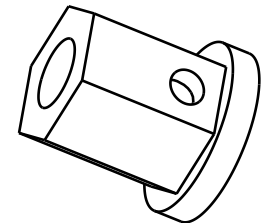
1



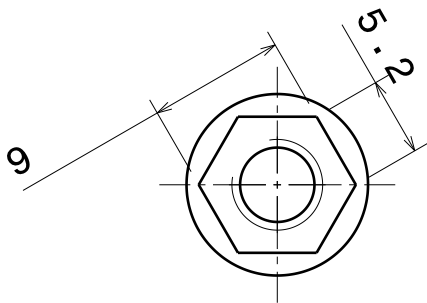
Front View  
Scale: 2:1



Section view A-A  
Scale: 3:1



Isometric view  
Scale: 2:1



Bottom view  
Scale: 2:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<b>CHALMERS</b>			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-03-23		DRAWING TITLE Hexa	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-03-23		SIZE <b>A4</b>	REV <b>X</b>
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-03-20		DRAWING NUMBER <b>HaDa -5</b>	
		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A	SHEET 1/1	

D

C

B

A

4

4

3

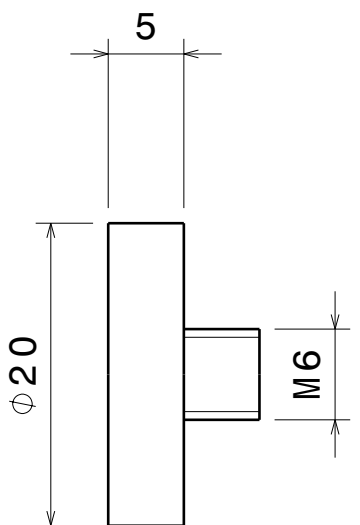
3

2

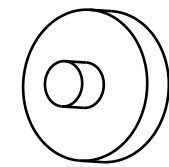
2

1

1



Front View  
Scale: 2:1



Isometric view  
Scale: 1:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<h1>CHALMERS</h1>			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-03-23	Plattlås			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-03-23	SIZE A4	DRAWING NUMBER HaDa - 6		REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-03-23	SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A	SHEET 1/1	

D

A

H G F E D C B A

4

4

3

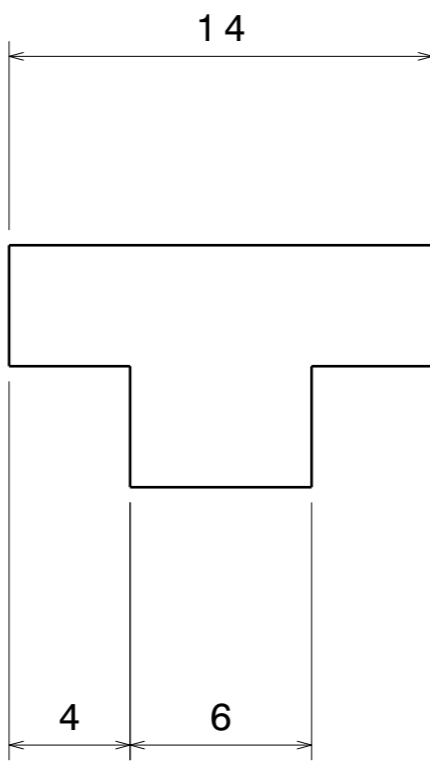
3

2

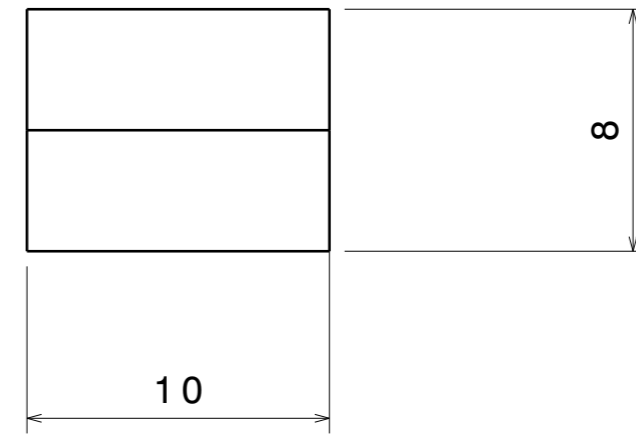
2

1

1



Front view  
Scale: 4:1



Left view  
Scale: 4:1

Tolereance SS- ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-23		DRAWING TITLE FormRäls	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-05-23		SIZE A3	
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-23		DRAWING NUMBER HaDa - 7	
		SCALE 1:1		WEIGHT (kg) N/A	
		SHEET 1/1		REV X	

H G B A

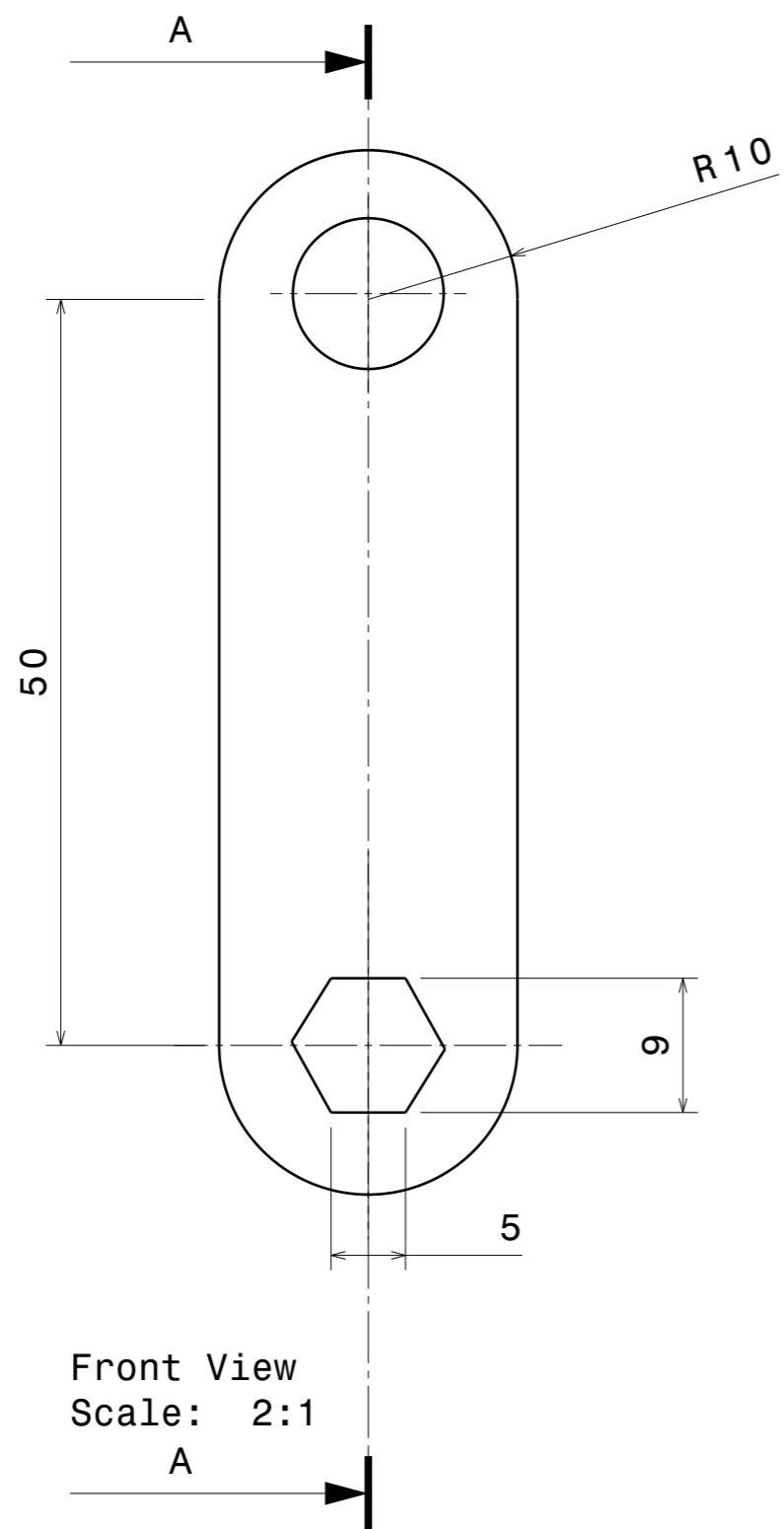
H G F E D C B A

4

3

2

1



4

3

2

1

H G F E D C B A

Tolerance SS-ISO 2768-1		CHALMERS			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-04-25	Snurr			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-04-25	SIZE A3	DRAWING NUMBER HaDa-8		REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-04-25	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A	SHEET 1/1	

D

C

B

A

4

4

3

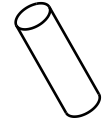
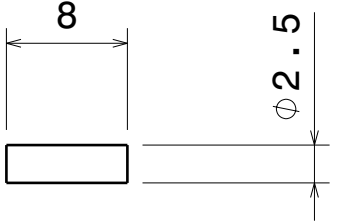
3

2

2

1

1



Front View  
Scale: 2:1

Isometric view  
Scale: 2:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<h1>CHALMERS</h1>				
DRAWING TITLE						
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-03-23		<h2>Låspinne</h2>		
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-03-23				
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-03-22	SIZE A4	DRAWING NUMBER HaDa -9		REV X
		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A		SHEET 1/1	

D

A

H G F E D C B A

4

4

3

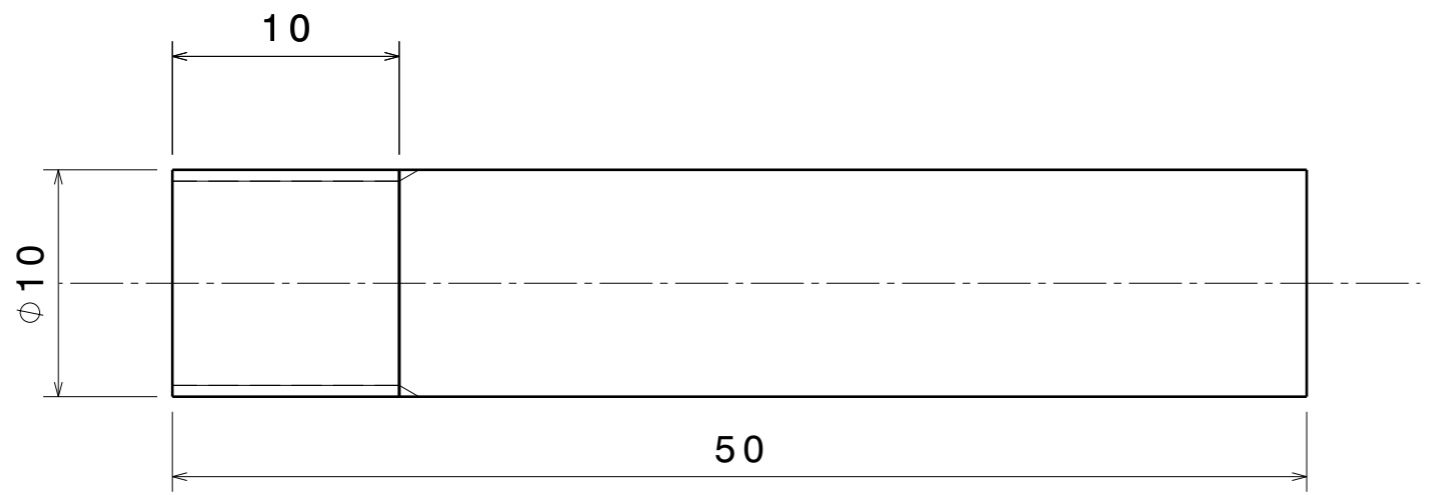
3

2

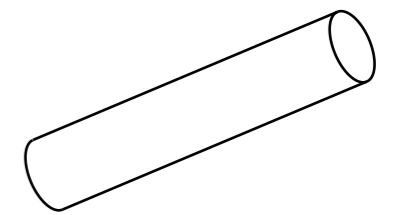
2

1

1



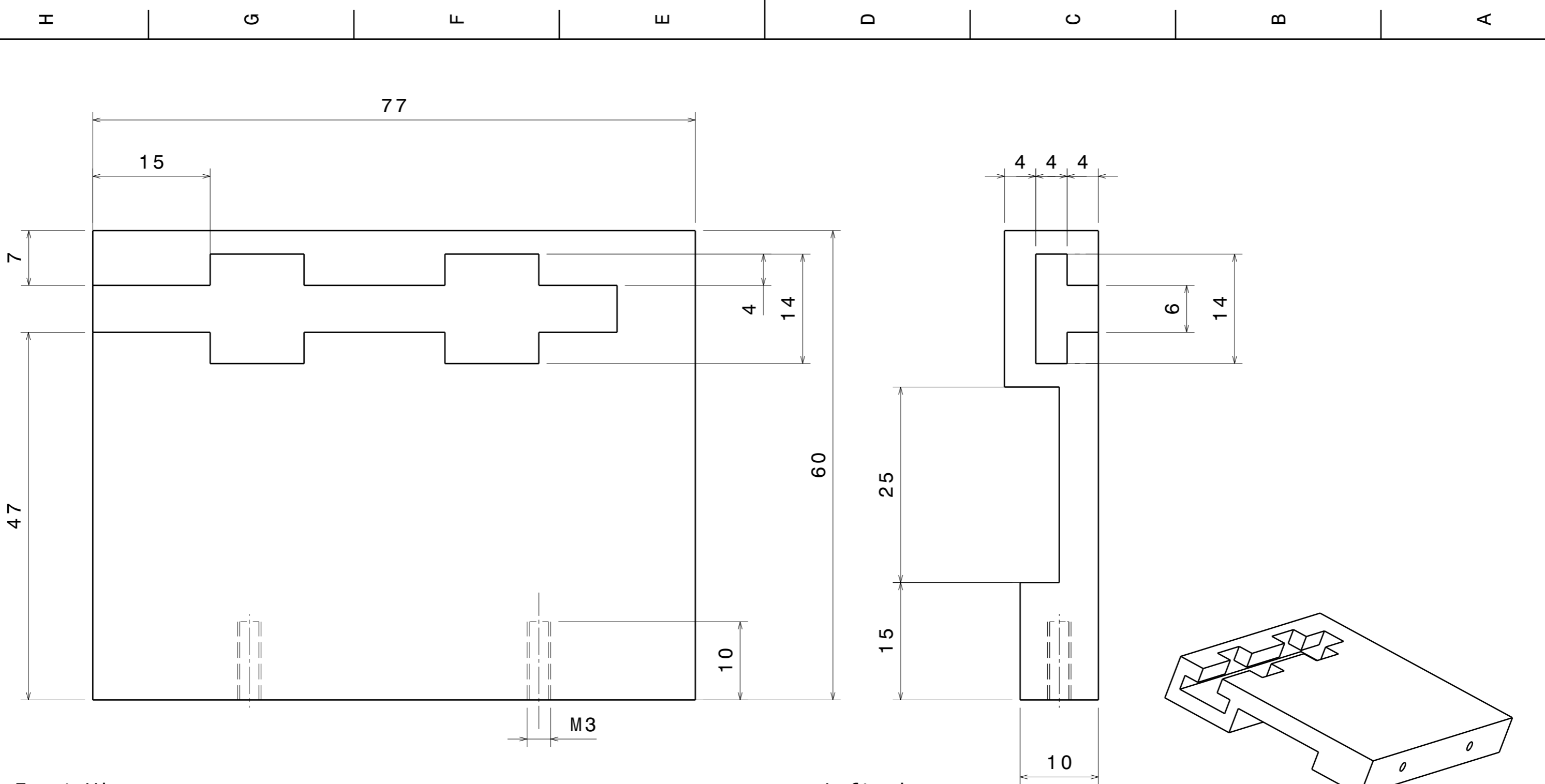
Front View  
Scale: 3:1



Isometric view  
Scale: 1:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<b>CHALMERS</b>			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-04-27	Snurrpinne			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-04-27	SIZE <b>A3</b>	DRAWING NUMBER <b>HaDa - 10</b>		REV <b>X</b>
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-04-27	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A	SHEET 1/1	

H G B A

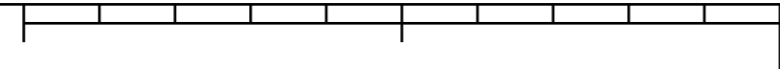


Front View  
Scale: 2:1

Left view  
Scale: 2:1

Isometric view  
Scale: 1:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<b>CHALMERS</b>			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-04-25	Underplatta			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-04-25	SIZE <b>A3</b>	DRAWING NUMBER <b>HaDa-11</b>		REV <b>X</b>
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-04-25	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A	SHEET 1/1	





H G F E D C B A

4

3

2

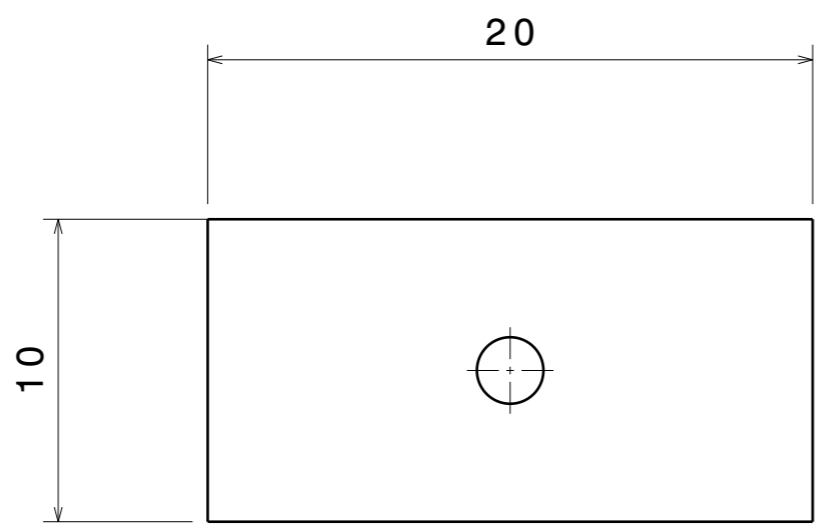
1

4

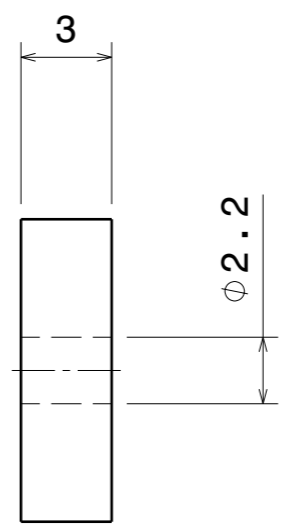
3

2

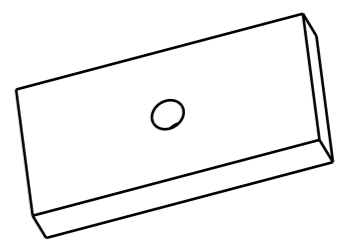
1



Front View  
Scale: 4:1



Left view  
Scale: 4:1



Isometric view  
Scale: 2:1

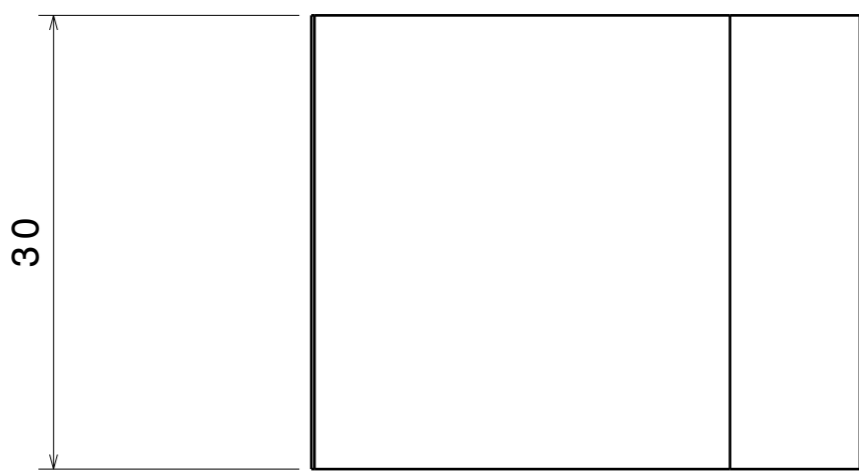
Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		<b>CHALMERS</b>			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-04-25		DRAWING TITLE Spänne	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-04-25		SIZE <b>A3</b>	REV <b>X</b>
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-04-25		SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A
				SHEET 1/1	

H G B A

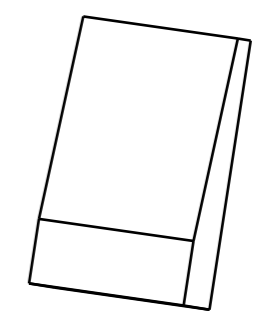
H G F E D C B A

4

4



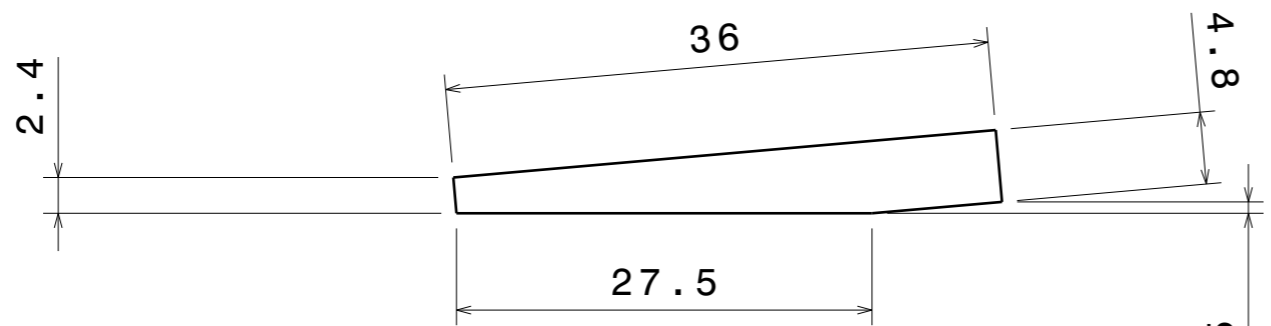
Front View  
Scale: 2:1



Isometric view  
Scale: 1:1

3

3



Top view  
Scale: 2:1

2

2

1

1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWING TITLE					
DRAWN BY Hampus Nilsson	DATE 2016-05-23	Form del 1			
CHECKED BY David Niklasson	DATE 2016-05-23	SIZE A3	DRAWING NUMBER HADA-14.1		REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson	DATE 2016-05-23	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A	SHEET 1/1	

H G B A

H G F E D C B A

4

4

3

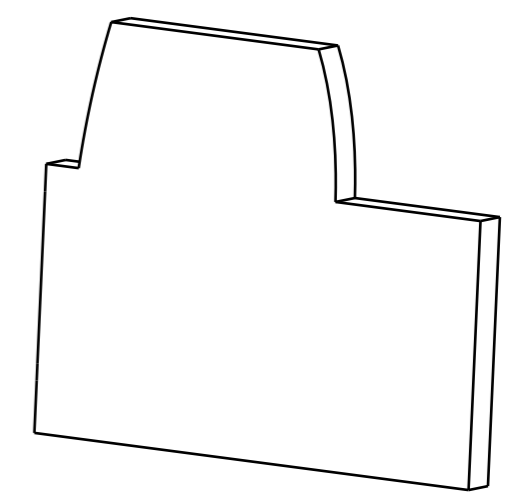
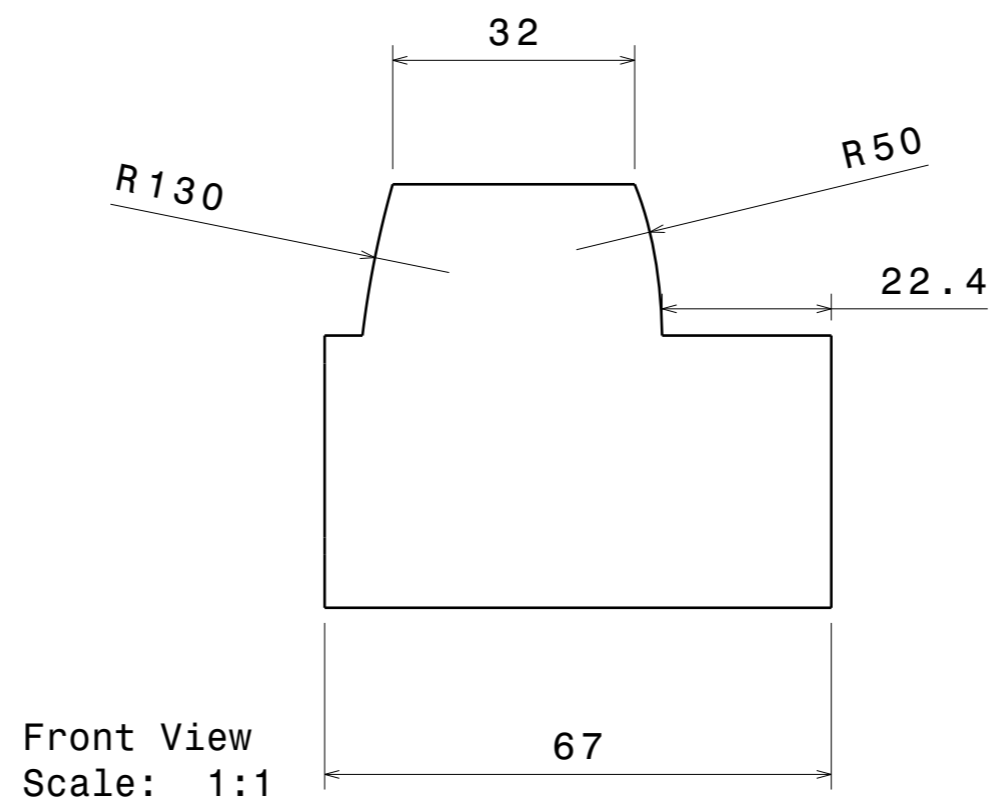
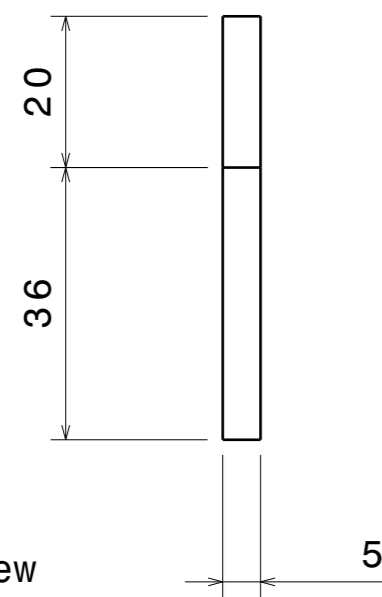
3

2

2

1

1



Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS				
DRAWN BY Hampus Nilsson						DATE 2016-05-23
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-05-23		SIZE A3	DRAWING NUMBER HaDa-14.2	REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-23		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A	SHEET 1/1

H G B A

H G F E D C B A

4

4

3

3

2

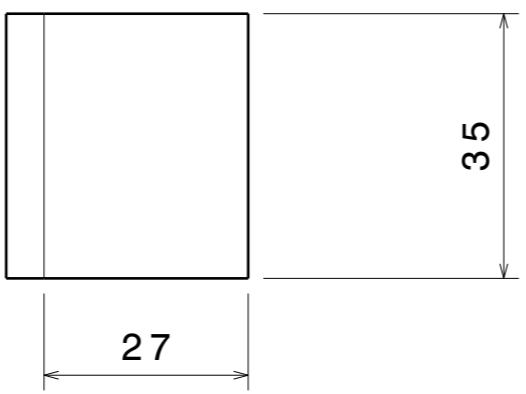
2

1

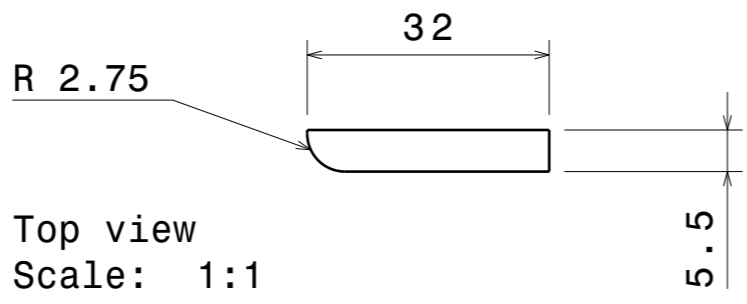
1

H G B A

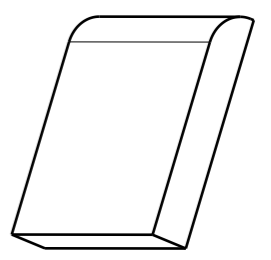
Front View  
Scale: 1:1



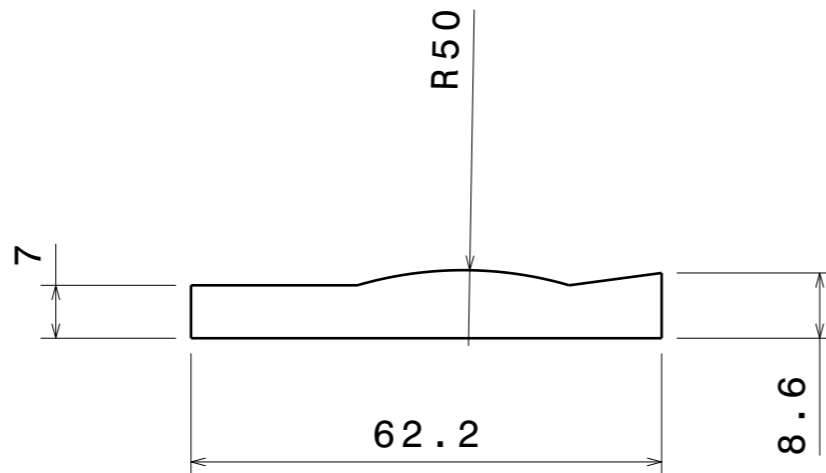
Top view  
Scale: 1:1



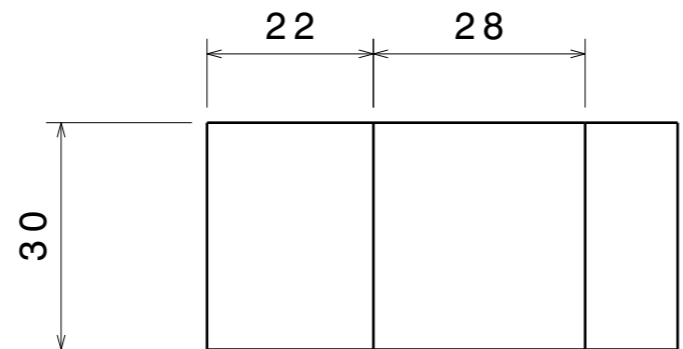
Isometric view  
Scale: 1:1



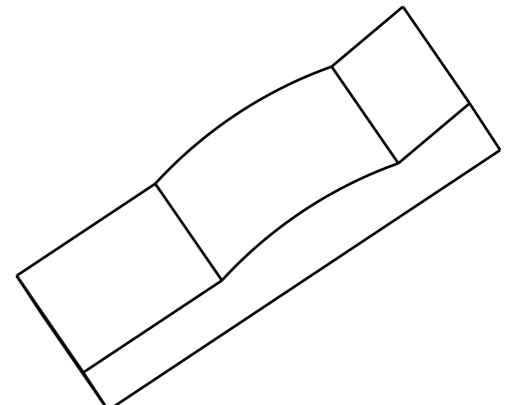
Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-23		DRAWING TITLE Form del 3	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-05-23		SIZE A3	REV X
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-23		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) N/A
				SHEET	1/1



Front View  
Scale: 1:1



Top view  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1

Tolerance SS-ISO 2768 MEDIUM		CHALMERS			
DRAWN BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-23		DRAWING TITLE Form del 4	
CHECKED BY David Niklasson		DATE 2016-05-23		SIZE A3	DRAWING NUMBER Hada-14.4
DESIGNED BY Hampus Nilsson		DATE 2016-05-23		SCALE 1:1	WEIGHT (kg) N/A
				SHEET 1/1	REV X