

GYMNASIEARBETE

Trainee-uppdrag Daloc

Datum: 2023-03-24

Namn: Lukas Johansson, Noa Granath

Klass: TE 3

Handledare: Per-Arne Svantesson, Christina Bring



MARIESTAD

Abstract

The Senior Project was made in the form of a trainee mission from Daloc. The task was to develop an idea that reduces injury from getting pinched by the door on the doorhandle side without compromising security standards. To accomplish this, methods such as brainstorming, and association techniques were utilized. The procedure of development started with getting to know the user and defining what situations pinching injuries may occur and to which demographic. Along with establishing what governmental safety regulations must be followed. What followed were brainstorming sessions and a flurry of sketches and ideas to present to our supervisor Per-Arne Svantesson who would decide which ones to continue development on. Three out of 33 ideas were chosen for continuation which consisted of a battery driven sensor-based solution, a soft self-closing mechanism, and a pneumatic piston.

The last of the bunch was chosen for its simplicity and for containing fewer moving parts along with its main function of slowing down the door without hindering the closing stages. Multiple mathematical equations were formed to attempt to simulate unknown variables such as airflow, chamber volume, Hooke's law, and the amount of force required to slow down the door. Meanwhile a CAD-model was made to further develop parts and functions, for instance the valve went through multiple iterations. The final design was an easily replaceable plastic chip with a variable sized hole through it. However, there was uncertainty regarding the airflow equations accuracy. This shortcoming made it difficult to decide measurements such as size. Experiments would increase certainty and confidence within the equations and measurements.

Innehållsförteckning

1 Inledning	3
1.1 Syfte och frågeställningar	3
1.2 Avgränsningar	3
1.3 Metod	3
2. Utförande	4
2.1 Måldefinitionsfasen / koncept	4
2.1.1 Huvudkrav	4
2.1.2 Delkrav	4
2.2 Idéströmningsfasen / koncept	4
2.3 Visualisering	5
2.4 Utveckling av CAD modellen	5
2.5 Proof of concept genom matematiska beräkningar	6
2.5.1 Modell lufttryck	6
2.5.2 Modell lufttryck 2	6
2.5.3 Modell fjäder	7
2.5.4 Modell lufttryck och fjäder	8
3 Resultat	9
3.1 CAD Modellen	9
3.1.1 Kollisionsarmen	10
3.1.2 Kroppen	10
3.1.3 Monteringsplattan	10
3.1.4 Pyshålet	10
3.1.5 Fjädern	10
3.2 Matematisk modell	10
3.3 Motivering för materialval	12
3.4 Funktionsanalys	13
3.4.1 Huvudfunktion	13
3.4.2 Delfunktioner	13
3.4.3 Stödfunktioner	13
4 Slutsatser och diskussion	14
4.1 Matematiska modellen	14
4.1.1 Motivation av startvärden	15
4.2 CAD modellen	15
5 Källförteckning	17
6 Bilagor	18

1 Inledning

Gymnasiearbetet gjordes i form av ett traineeuppdrag på uppdrag av företaget Daloc i Töreboda. Uppgiften var att hitta en lösning på hur klämrisker hos låssidan på en dörr kunde minskas. För att komma fram till detta lades mycket tid på att komma fram med flera idéer som Daloc sedan fick välja emellan och bestämma den idé de trodde skulle vara bäst att gå vidare med. Efter det togs en konstruktion fram kring idén, och matematiska modeller som skulle beskriva dess funktion togs fram. Denna rapport kommer att presentera resultatet, processen samt diskussioner kring resultatet.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med projektet var att minimera klämrisker för dörrar på låssidan vid stängning. Detta skulle göras genom att skapa ett konstruktionsförslag på ett klämskydd. Konstruktionsförslaget behövde också följa vissa kravspecifikationer som var följande:

Konstruktionsförslag på ett klämskydd som skall kunna användas på en Daloc-dörr.

Anpassas till rekommendationerna om klämsäkerhet från Boverket (BBR).

Klara av daglig drift (slitage och belastningar som kan uppkomma vid dagligt bruk).

Estetiskt tilltalande design.

Ej påverka öppnings- eller stängningskraft.

Skall kunna installeras på olika typer av dörrar av metall, gärna även trädörrar.

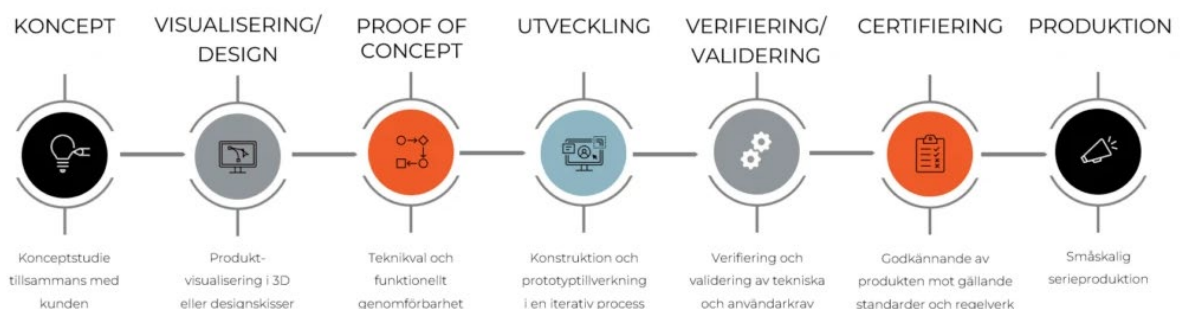
Brandklass, ljudklass, inbrottsskydd etc. skall ej påverkas av klämskyddet.

1.2 Avgränsningar

Det är endast lösningar på låssidan av dörren som kommer att undersökas. Därmed behövs inga lösningar på hur klämrisker ska minskas vid gångjärnssidan av dörren. Hur implementeringen i produktionen ska lösas ingår inte heller i arbetet. Produkten ska även hålla sig inom Dalocs produktidentitet, det vill säga hög kvalitet på säkra dörrar. Innovation får inte negativt påverka dörrens säkerhet eller funktionalitet, den får inte bli tröganvänd och den måste klara av daglig drift (slitage och belastningar som kan uppkomma vid dagligt bruk). Dessutom måste produkten vara estetiskt tilltalande samt godkänd av Per-Arne Svantesson som handleder vårt arbete på företaget.

1.3 Metod

Projektet är inom industridesignområdet och utgår från kontextbaserad design där vi är lärlingar till experten Daloc. Processen och situationen skiljer sig till viss del från hur en traditionell kontextbaserad design fungerar eftersom det här arbetet inte direkt utgår från användaren, då det är Dalocs önskemål och behov som produkten anpassas efter.



2. Utförande

2.1 Måldefinitionsfasen / koncept

I början av arbetet genomfördes ett möte med Daloc där syftet med uppgiften presenterades. Efter mötet gjordes en tidsplan över hur arbetet skulle fördelas (se bifogad länk under rubriken bilagor).

Då Daloc redan har bestämt sitt behov och lösningen är begränsad till dörrar kunde inte Maslows behovstrappa användas. Användarens synpunkt och situationer där man kan klämma sig utforskades. Oftast sker det på handen eller fingrar när någon håller i dörrkarmen. Risken för klämskador är störst för barn under 15 år enligt boverket.se.

2.1.1 Huvudkrav

Verb	Substantiv	Avgränsning
Minska	Skada	Utan tröghet

2.1.2 Delkrav

Verb	Substantiv	Avgränsning
Sänka	Hastighet	Utan tröghet
Förstora	Area	Geometriskform
Minska	Impuls	Mjuka/rörliga delar minskar inbrottssäkerhet.
Minska	Dörrens massa	Säkerhet

Målet delades upp genom att ta fram de faktorer som påverkar skada vid klämning av en dörr. De faktorerna är: Hastighet, area, impuls och massa. Om det är möjligt att på ett effektivt och smidigt sätt uppfylla någon av dessa delkrav, kommer det att minska klämningskadan. Detta måste dock göras utan att negativt påverka dörrens funktionalitet och säkerhetskrav.

2.2 Idéströmningsfasen / koncept

Under idéströmningsfasen så användes brainstorming-metoden samt associationstekniken då alla idéer som undersöktes skrevs ned. Under denna process undersöktes 33 olika idéer vilket sedan kokade ned till sjutton, då flera av idéerna liknade varandra. Olika sätt att minska klämskadan undersöktes där hastigheten, massan och arean alla var faktorer som påverkade skadan. Genom att skilja på dessa faktorer förenklades idéströmningsprocessen. Dessa idéer presenterades sedan för Daloc där ett urval av idéerna valdes ut för att förbättras. Det första konstruktionsförslaget som skulle utvecklas var en sensor. Målet var då att undersöka om det fanns en passande sensor som kunde finnas inom de kravspecifikationer som var givna där särskilt fokus lades på prisklasserna. Nästa förslag var en lufttryckskolv där idén var att med hjälp av lufttryck kunna göra snabba inbromsningar för att stoppa dörren när den smälls igen. Till sist skulle också ett konstruktionsförslag baserat på en del i mjuka skåpstängare undersökas.

2.3 Visualisering

I denna fas förbättrades de idéer som Daloc tyckte borde utvecklas. Det undersöktes djupare om idén kunde följa de olika kravspecifikationerna och skisser påbörjades kring de olika idéerna. Sensorn var svår att utveckla eftersom inköpspriset av optiska eller lasersensorer blev för högt. Det fanns lösningar för att sänka driftkostnader hos sensorn och en bromsningsmekanism, men inköpspriset riskerade att bli för stort för att följa kravspecifikationerna. Konstruktionsförslaget baserat på den mjuka skåpstängaren utvecklades också vidare. Delen satt ursprungligen i skåp för att göra stängning av skåpsdörren mjukare, men ett konstruktionsförslag för hur delen kunde anpassas för en dalocdörr undersöktes. Processen var dock mycket komplicerad i den delen då en fjäder bromsade dörren och sedan bytte riktning, för att sedan bli bromsad av ytterligare en fjäder. Detta gav dörren förmågan att stänga sig själv efter ett visst läge. Processen ansågs dock för komplicerad för att vara lämplig att jobba vidare med. Konstruktionsförslaget som Daloc ansåg vara mest lämpad att jobba vidare med var "lufttryckskolven". Konstruktionsförslaget gick ut på att skapa en dörrbroms som använde sig av lufttryck för att hindra snabba och kraftfulla "smällningar" av dörren och en fjäder för att bromsa vid långsammare hastigheter. Fjädern fyller också funktionen att kollisionssarmen på kolven förflyttas tillbaka till normalläget.

Idéerna presenterades sedan för Daloc som valde ut den idé som skulle färdigställas; lyfttryckskolven. De idéer som inte gick vidare var sensorn då den ansågs vara för dyr, och den mjuka skåpstängaren då den i sin tur var för komplicerad i sitt utförande.

2.4 Utvecklande av CAD modellen

Arbetet delades upp i två delar under denna fas där en del var att konstruera idén i CAD och hitta lämpliga material till den och andra delen var att göra beräkningar på hur den skulle fungera. Under den här tiden uppnåddes ett flertal förbättringar i estetik, produktion och monteringsprocess samt assemblyn av produkten. Dessutom utvecklades ett snabbt och smidigt sätt att montera produkten på översta karmen på dörren.

Den första delen som gjordes i CAD och utvecklades var infångaren. Tanken med att ha en rörlig infångare var att det skulle hålla en jämnare yta på dörren, men denna funktion krävde fler delar som måste tillverkas, förpackas och monteras. Dessutom kan de lätt gå sönder vid felanvändning av produkten. Ett exempel på detta är om dörren skulle stängas när plattan var roterad åt sidan (Se bilaga 1). Genom att räkna ut vad medelvinkeln skulle bli (se bilaga 10) och göra kollisionssarmen till en fast del, skulle den nästan klara av 200 kg enligt de uträkningar som gjordes (se bilaga 10). Efter att första CAD modellen gjordes (bilaga 2-3) behövde ventilen förbättras då den stack ut för mycket.

Utseendet på konstruktionen inte heller helt tillfredställande. En utbytesbar plastskiva med hål ersatte ventilen, och utformningen ändrades för att göra den mer estetiskt tilltalande. Det gjordes genom ändringar i form och storlek samt genom att ge den platta ytor så att den kunde sitta jämnt mot dörrkarmen (se bilaga 5-8). Nästa steg var att konstruera monteringen. Det togs fram flera exempel på detta (bilaga 11), men det var den simplaste och minsta lösningen som utvecklades vidare (bilaga 4&6). Nästa modifikation var implementeringen av ett utstick på infångaren så att den inte roterades. Utsticket följer ett av två spår inne i kolven så att konstruktionen fungerar för dörrar, som öppnas både utåt och inåt. Pilarna på infångaren ska peka mot gångjärnen, om de inte gör det måste delen vridas 180 grader. Detta görs när delen tillverkas eller sätts ihop.

2.5 Proof of concept genom matematiska beräkningar

Olika matematiska modeller togs fram på hur konstruktionsförslaget skulle fungera rent teoretiskt. Samtliga modeller är gjorda i Excel och stegmetoden används för att vid olika tidpunkter kunna beskriva hur dörrens rörelse förändras. Ett mål med alla modellerna var att hastigheten skulle anpassas så att dörren stannar eller har så pass låg hastighet att klämning förhindras eller blir helt ofarlig. Detta bedömdes då vara ungefär 2 cm från att dörren var stängd. De två första modellerna utgick från lufttryckets bromsningsverkan medan den tredje utgick från fjäderns. Den fjärde modellen var en kombination av både lufttryck och fjäder. En tabell för namnet på samtliga variabler och länk för alla modellerna går att hitta under rubriken bilagor.

2.5.1 Modell lufttryck

Modellen beskriver hur dörren antas bromsas av endast lufttrycket i konstruktionen. I modellen lämnades en stor okänd variabel som hade för avsikt att testas fram, men problemet med modellen var om den verkligen simulerade hur det skulle se ut från början på ett bra sätt. Modellen undersökte hur hastigheten minskade under inbromsningen. Sträckan undersöktes också för att ta reda på om man kunde bromsa dörren innan någon klämning kunde ske vid olika hastigheter. Allt detta berodde också på den okända variabeln.

$$v = v_0 - at \Leftrightarrow v = v_0 - \frac{F}{m}t. \text{ Eftersom } a = \frac{F}{m}$$

$$F = k_{broms} * v \text{ och sträckan kunde då räknas ut } s = v * \Delta t$$

Sträckan i det här fallet visar på hur långt dörren hinner röra sig under inbromsningen. k_{broms} är den okända variabeln som skulle kunna tas fram via tester. Sambandet bygger på att bromsverkan ökar beroende på hastigheten.

2.5.2 Modell lufttryck 2

Modellen beskriver också hur dörren anses bromsas av lufttrycket i konstruktionen fast formlerna i modellen är baserade på formeln för tryck och gaslagarna. Modellen gav däremot ett orimligt resultat eftersom lufttrycket knappt hade någon verkan alls på bromsningskraften. Idén var att lufttrycket skulle öka snabbt vid höga hastigheter på dörren och skulle därmed stoppa dörren helt, något som inte framgår av modellen. Detta kan bero på att tanken om att lufttrycket har stor verkan på bromskraften är fel eller så är modellen inkomplett. Erfarenheter från verkligheten talar emot modellen eftersom om hålet på en pump skulle täckas, blir trycket snabbt väldigt stort och det är näst intill omöjligt att försöka trycka ned handtaget på pumpen.

Modellen visade dock att luften kunde komprimeras relativt enkelt. Inom modellen så fanns också flera förenklingar. Ingenting som borde ha någon stor avgörande effekt på resultatet men de har ändå en påverkan. Formeln tar hänsyn till temperaturen vilket är någonting som kan förändras. I modellen räknas det med rumstemperatur, men under en varm sommardag skulle säkert temperaturen i cylinder kunna gå upp emot 50 grader Celsius. Varmare temperaturer skulle däremot öka trycket och därmed bromskraften vilket bara skulle förbättra resultatet. Volymen är egentligen större än vad som räknas med vilket försämrar bromskraften. Till sist så lägger denna modell bara hänsyn till lufttrycket och inte fjäderns bromskraftförmåga. Daloc var också bidragande i analysen av modellen och tyckte att mer fokus skulle läggas på fjäderns bromsningsförmåga en lufttryckets.

Modellen är baserad på gaslagarna där trycket förändras enligt formeln

$$P = \frac{F}{A} \text{ och } P = \frac{Nk_B T}{V} \Rightarrow \frac{F}{A} = \frac{Nk_B T}{V}$$

Kraften kan då brytas ut. Det är denna kraft som bromsar dörren

$$F = \frac{Nk_B T A}{V} \text{ Där } V = A(h - s)$$

Luftkammaren är cylinderformad där höjden på cylindern minskas under dörrens färd. Höjden (h) är då samma som längden som kollisionssarmen sticker ut och s är sträckan som kollisionssarmen färdas. Värdet på h är i modellen 0,1 meter och detta betyder att det största värdet på s också är det annars ger modellen negativa värden på bromskraften. Bromskraften kan därmed skrivas så här:

$$F = \frac{Nk_B T}{(h - s)} \text{ där sträckan ökar enligt } s = v * \Delta t$$

Hastigheten bromsas

$$v = v_0 - at \text{ där } a = \frac{F}{m} \Rightarrow v = v_0 - \frac{F}{m} t$$

Antalet molekyler (N) minskar också då de sipprar ut ur ett hål vilket kan beskrivas enligt följande:

$$N = N_0 - k_s t$$

Där k_s är en konstant som visar på hur många luftmolekyler som pyser ut ur hålet. Detta förändras beroende på hur stort hålet är.

2.5:3 Modell fjäder

En modell för hur fjädern i konstruktionen bromsa togs också fram. Modellen bygger på kända formler över hur en bromskraft bildas när fjädern trycks ihop. Sambandet är detta: $F = kx$. I detta samband är x lika med sträckan som kollisionssarmen trycks in i och k är fjäderkonstanten. Resten av resonemanget visas nedan:

$$v = v_0 - at \text{ där } a = \frac{F}{m}$$

Detta ger att hastigheten på dörren förändras så här:

$$v = v_0 - \frac{F}{m} \Delta t. \text{ Sträckan kunde då beräknas: } s = v * \Delta t.$$

Kraften ökas då fjädern trycks ihop men ett problem som uppstår då är att det krävs en mycket stark fjäder för att kunna bromsa in dörren tillräckligt för att förhindra klämning. Följden av detta är att motståndskraften blir mycket stor i slutet av rörelsen precis innan dörren ska stängas. Detta kan göra att det blir mycket trögt att stänga dörren eftersom bromskraften då måste motverkas.

2.5.4 Modell lufttryck och fjäder

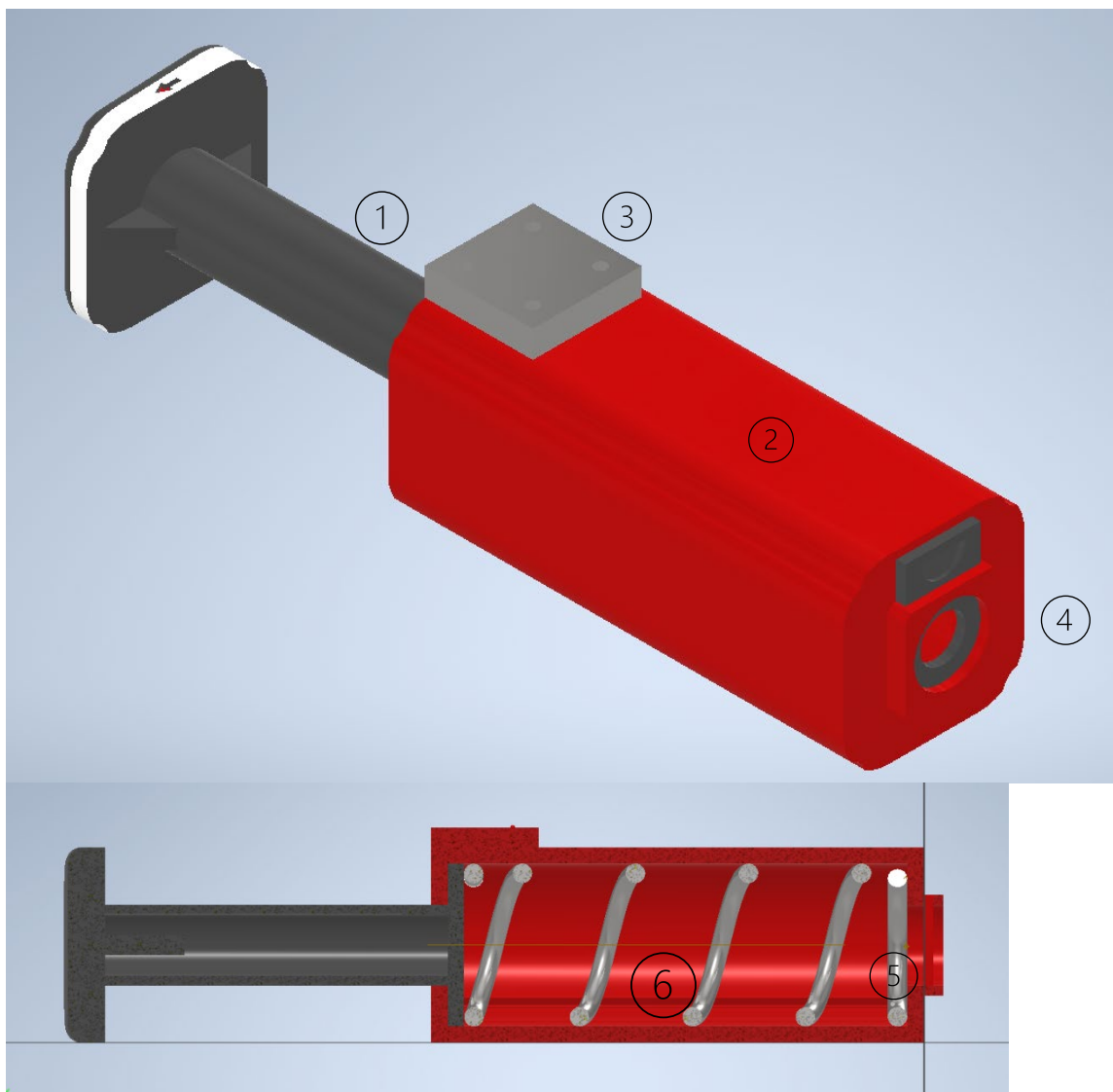
Slutligen gjordes en modell som skulle ta hänsyn till både lufttryckets och fjäderns bromsverkan.

Detta gjordes genom att kombinera modellen för lufttryck 1 och modellen för fjädern. När modellerna sattes samman kunde man se att lufttrycket hade störst bromsverkan i början av rörelsen eftersom hastigheten var som störst då medan fjädern hade störst bromsverkan mot slutet av rörelsen då fjädern hade komprimerats som mest. Modellen har däremot flera brister. Modellen för lufttrycket hade som tidigare tagits upp flera brister eftersom den inte bygger på någon känd formell. Den bygger i stället på idén att lufttryckets bromsverkan beror på hur snabbt dörren rör sig.

3 Resultat

3.1 CAD Modellen

En CAD modell gjordes på konstruktionen för att kunna visualisera lösningen. Den fungerar så att när dörren kommer i kontakt med kollisionsarmen (1) trycks den in i kammaren (6) där lufttrycket och fjädern (5) bildar en bromskraft. På så sätt kan skadan vid klämning minskas eller helt förhindras.



Detta är bilder på CAD modellen som gjordes på konstruktionen. En tabell visar vad numren på bilden indikerar.

Nummer	Förklaring
1.	Kollisionsarmen
2.	Är kroppen av konstruktionen och den är ihållig med en kammare inuti
3.	Monteringsplattan
4.	Pyshålet
5.	Fjädern
6.	Är kammaren inuti kroppen

3.1.1 Kollisionsarmen

Kollisionsarmen är del 1 som visades i bilden ovan. För att få en bättre bild på just kollisionsarmen se bilaga 9. Kollisionsarmen är vad dörren först kommer i kontakt med. Infångaren är delen som är ovanpå kollisionsarmen och är gjort av brandsäker polyuretan ([MC 6898-01](#)). Infångaren är också böjd i en vinkel 2.75° för att kunna få bättre kontakt med dörren när den stängs. Den undre delen av kollisionsarmen sitter inuti kammaren och fungerar som en kolv som trycker ut luft medan den trycks in. Denna process bildar ett motstånd då kolven måste trycka ut luft ur ett hål och jobba emot en fjäder. På undersidan av kollisionsarmen sticker det ut en del som går igenom en bana i kammaren vilket bidrar till att armen inte roteras.

3.1.2 Kroppen

Kroppen är den största delen av konstruktionen som alla andra delar är kopplade till. Kroppen är ihålig och inuti är kammaren där själva bromsprocessen sker. Kammaren kommer att fyllas på och av med luft under och efter bromsning.

3.1.3 Monteringsplattan

Består av stål och kopplar kroppen till karmen genom att glida på ett T-format utstick på kroppen. Det finns även två gropar som motsvarar två halvklot som sitter på kroppen T-format utstick. Plattan skruvas på karmen med fyra skruvar gjort av barbaros wood.

3.1.4 Pyshålet

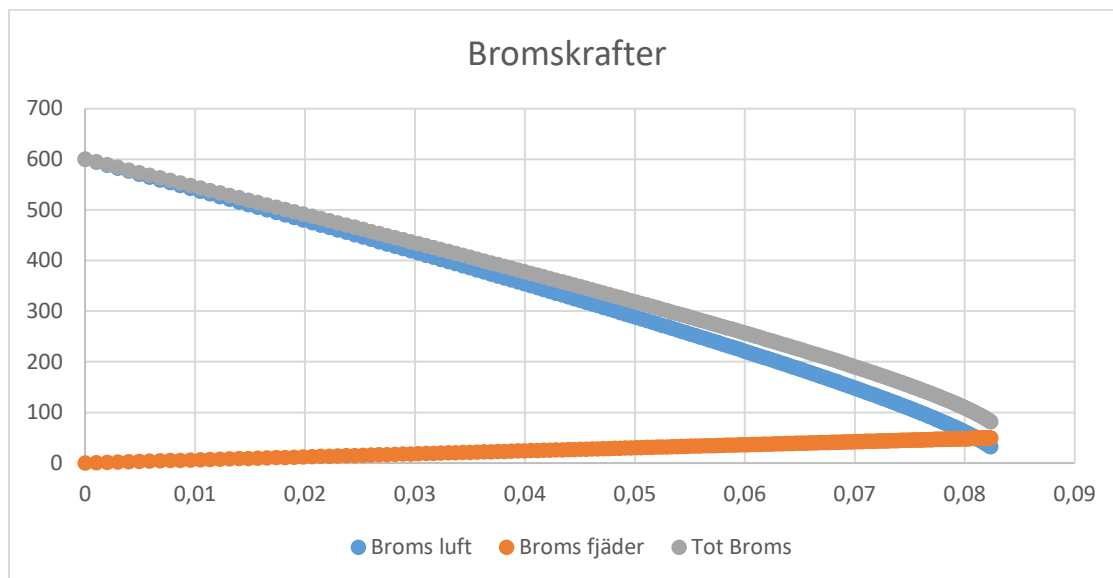
Pyshålet är var luften inifrån kammaren pyser ut när kollisionsarmen trycks in. Storleken på hålet går att justera med en plastskiva med hål som finns i olika storlekar. På så sätt kan pyshålet anpassas efter olika dörrar eftersom pyshålet påverkar konstruktionens bromsverkan.

3.1.5 Fjädern

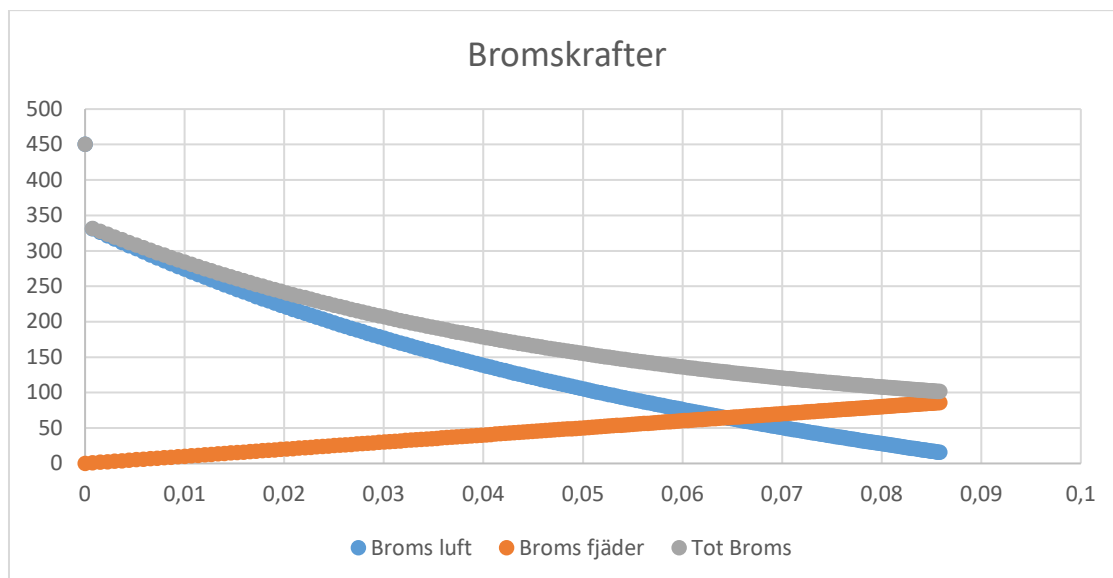
Fjädern är av den typ som trycker utåt i sitt grundtillstånd. Detta gör att fjädern bidrar till att bromsa in dörren då kollisionsarmen tryck in. Fjäderns andra funktion är att trycka tillbaka kollisionsarmen till sitt grundtillstånd när dörren öppnas. Då fylls även kammaren på med luft igen inför nästa inbromsning. Fjäderkonstanten hos fjädern har inte kunnat bestämmas eftersom lufttryckets bromsverkan är okänt.

3.2 Matematisk modell

En matematisk modell på konstruktionens funktion gjordes. Denna modell tar hänsyn till både lufttryckets bromsningsverkan och fjäderns. Modellen gjordes i programmet Excel och stegmetoden användes för att räkna ut hur hastigheten förändrades med tiden. I modellen så kan värden på variabler sättas in så att produkten på så sätt kan anpassas efter flera olika dörrar. Ett exempel på hur detta skulle kunna se ut kan vi se i de två följande graferna.



Grafen visar hur lufttrycket och fjädern samt den totala bromskraften förändras.



Detta visar samma graf fast luftensbromsningsverkan förändras exponentiellt i stället.

Båda modellerna ger däremot inte ett helt säkert resultat eftersom sambandet för hur bromsverkan från luften ser ut inte är helt fastställt. Den bygger på hur detta skulle kunna se ut, därför är det lämpligt att genomföra tester på hur luften egentligen påverkar bromsningssträckan. Det kan mycket väl vara så att luftens bromsverkan är för stor i modellerna, men modellen visar hur detta skulle kunna se ut. En nackdel med låg bromsverkan från lufttrycket är att fjäderns bromsningsverkan måste ökas, vilket riskerar att göra dörren trög.

3.3 Motiveringar för materialval

Det gjordes en CAD-modell på konstruktionen med flera olika varianter. Olika matematiska beräkningar genomfördes på hur konstruktionen fungerade. Materialens egenskaper som styrka och tolerans mot värme bestämde vilken plastblandning som kunde användas.

Plastblandningen ABS valdes då Daloc redan har en befintlig 3D printer som kan skriva ut med det materialet. Men det fanns idéer om att använda andra blandningar som [Nylon PA6 carbon fiber och ABS 30GF-BK](#) som består av 30% glasfiber. Dessa två alternativ har mycket bättre egenskaper med tanke på både styrka och smältpunkt.

ABS printern kan värma upp till den smältpunkten men det finns andra faktorer som bestämmer kompatibiliteten mellan printer och material såsom tryck. ABS plasten klarar en dragspänning på 40N/mm² i sin svagaste punkt där fibrerna separeras och det är endast plasten som håller ihop det är materialet mycket svagare. Tyvärr kunde inga uträkningar hittas. För att veta de exakta värdena skulle ett experiment behövas utföras för att vara säkra på att konstruktionen håller. Däremot om vi antar att skjuvspänningen är endast en tiondel så stark som dragspänningen, skulle bakplattans mantelarea klara av ca 200kg med de måtten som den har just nu. (Se bilaga 7)

För att inte vara någon fara under en brand används metallblandningen [barnabas wood](#) i monteringen, vilket används i bland annat brandsprinklers då den har en smältpunkt på ca 70° C. Denna egenskap används, om en brand skulle ske, varpå kolven lossnar innan plasten smälter och skadar någon. Delen som består av den här legeringen är de skruvar som håller fast monteringsdelen. Ingen befintliga data om skjuvspänningen för detta material kunde heller hittas.

Den mjuka delen på infångaren får inte heller vara brännbar. Därför undersöktes [Material Connexions databas](#) och ett beslut togs för att använda en sorts brandsäker polyuretan ([MC 6898-01](#)) som binder till ABS och har en smält punkt på 225°C.

3.4 Funktionsanalys

3.4.1 Huvudfunktion

Verb	Substantiv	Avgränsning
Sakta	Dörr	Muskelkraft

Huvudfunktionen är uppbyggd av delfunktioner som jobbar samman för att sänka dörrens hastighet.

3.4.2 Delfunktioner

Verb	Substantiv	Avgränsning
Minska	Skada	Utan tröghet
Förkorta	Kolv	Slaglängd
Reglera	Luftflöde	Hålets storlek
Sakta	Dörr	Fjäderkonstant

Delfunktionerna förklarar hur produkten uppfyller sin funktion.

3.4.3 Stödfunktioner

Verb	Substantiv	Avgränsning
Montera	Produkt	Verktyg
Avmontera	Produkt	Assembly process
Gångjärnsida (vänster/höger)	Rotera 180 kolitionsarmen	Demontering

Dessa delar uppfyller de krav om att kunna installeras på flera olika typer av dörrar gjorda i metall eller trä. Därför är justerbarhet en väsentlig del i vår design. Mycket fokus lades på just den aspekten.

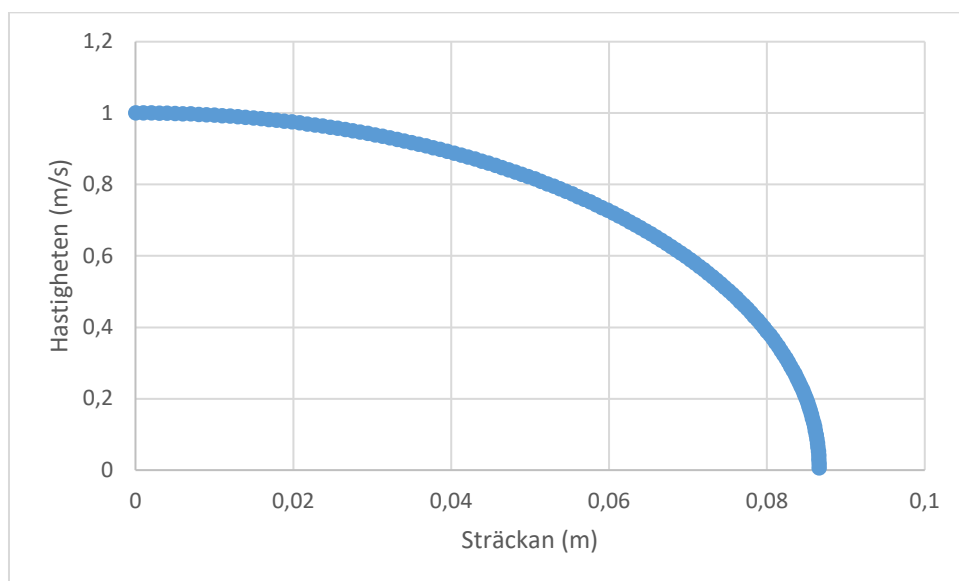
4 Slutsatser och diskussion

4.1 Matematiska modellen

Den matematiska modellen som har tagits fram för konstruktionen visar på hur inbromsningen förmodligen skulle se ut i verkligheten. Däremot så finns det vissa brister med formeln, vilket gör att resultatet av den inte blir helt säkerställd. Bristen med modellen är att det var mycket svårt att hitta ett bra samband för hur lufttrycket skulle bromsa in dörren. Grundtanken med idén var att lufttrycket skulle bidra med en stark inbromsning vid kontakt med dörren då inte tillräckligt mycket luft skulle hunnit pysa ut och därmed skulle trycket som bildas bromsa dörren. Modellen visar på hur detta skulle kunna se ut. I modellen ökar bromskraften som en funktion av hastigheten vilket stämmer bra in på grundtanken. Frågan som återstår är dock: med hur mycket?

Modell två som utgick från tryck- och gaslagarna visade på hur detta skulle kunna se ut men bromsverkan var här mycket liten. I modellen gick det även att minska eller helt enkelt ta bort pyshålet och bromsverkan var fortsatt liten. Modellen ansågs då inte lämplig för att beskriva lufttryckets bromsverkan eftersom det även gick emot tidigare erfarenheter av lufttryck. Ett exempel är om en pump skulle användas för att pumpa ut luft. Om då hålet som luften kommer ut i skulle täckas, blir det mycket trögt och näst intill omöjligt att trycka ihop luften. Detta förhållande framgick inte av modellen. Därför användes modell ett i stället för att beskriva sambandet.

Att bromsverkan bara skulle bero på fjäderns bromsningsverkan är problematiskt, eftersom fjädern riskerar att betydligt påverka dörrens stängningskraft. Grafen är ett exempel på detta.



Grafen som visas är hur hastigheten bromsas under en viss sträcka. Denna inbromsning sker när endast en fjäder bromsar och fjäderkonstanten ligger då på 8000 Nm. Då, som grafen visar kan dörren stannas precis innan klämning eller ha så pass låg hastighet att klämningen är ofarlig. Problemet uppstår när dörren väl ska stängas eftersom bromskraften som beräknas vara precis innan dörren stängs ligger på ca 800 N. Detta eftersom fjäderkonstanten är 8000 Nm och fjädern har tryckts ihop 0,1 meter. 800 N kan jämföras med att dörren blir 80kg tung att stängas vilket betydligt påverkar dörrens stängkraft. En sådan stark fjäder är däremot nödvändig för att konstruktionen ska kunna förhindra klämning. Det går att minska behovet av en så pass stark fjäder något om starthastigheten minskas. Då blir konstruktionen sämre på att stoppa höga hastigheter men

fjäderkonstanten kan bli lägre. Det går även att göra kollisionssarmen längre än 10 cm lång för att på så sätt påbörja inbromsningen tidigare. Luftens bromsningsverkan är då relativt väsentlig för konstruktionen eftersom den kan på så sätt minska behovet av en så pass stark fjäder och därmed förhindra att dörren blir för trög för att stängas. Som tidigare angivits är däremot luftens bromsningsverkan okänd. Modellen är bifogad under bifogade filer och där kan värden ändras för att se hur bromsverkan och hastigheten förändras vid olika värden på till exempel fjäderkonstanten eller starthastigheten.

För att få ett bra resultat på hur konstruktionen fungerar i verkligheten skulle det vara lämpligt att göra praktiska tester med en fysisk modell på konstruktionen. Då skulle luftens bromsverkan kunna undersökas och på så sätt skulle lämpliga mått och egenskaper hos pyshålet och fjädern kunna fastställas. Att kunna ta fram en fungerande modell på konstruktionen har varit svårt eftersom det kräver relativt avancerat material och verktyg för att kunna göra det.

4.1.1 Motivering av startvärden

I samtliga modeller används start hastigheten 1 m/s och detta är för att det anses vara nära en av de högsta hastigheterna som är möjliga att uppnå. Några mätningar på hur snabbt en lätt dörr kunde smällas igen gjordes och svaret visade att 1 m/s var möjligt att komma upp i. Detta blir nog mycket svårare att komma upp i med en tyngre dörr på över 50 kg men modellerna använder ändå detta värde som säkerhetsmarginal. Eventuellt kan det dock vara värt att sänka säkerhetsmarginalen något beroende på lufttryckets bromsningsverkan. Fjädern kan annars ge en väldigt stor bromskraft precis innan dörren ska stängas och det kan därför bli mycket trögt att stänga dörren. Modellen visar att motståndskraften precis innan stängning av dörren kan gå upp emot 200 Newton vilket motsvarar en vikt på 20 kg.

De matematiska modellerna utgår också från att kollisionssarmen kommer i kontakt med dörren ca 10 cm innan dörren stängs. Detta är lite utav en förenkling eftersom dörren inte färdas i en helt rak bana. Måttet valdes för att hitta ett mellan ting där kollisionssarmen inte är för lång men ändå ger en tillräckligt lång sträcka att bromsa in dörren på. Denna längd skulle man däremot kunna modifiera något om man anser att en längre bromssträcka skulle krävas. Då skulle till exempel fjädern eventuellt inte behöva vara lika stark.

4.2 CAD modellen

En fullständig CAD-modell gjordes där vissa hinder som hur kolven ska monteras fick lösas under dess framställning. För att göra CAD-ritningen mer exakt skulle det vara nödvändigt att utföra ett flertal experiment för att få veta hur den förhåller sig med den matematiska uträkningen för att senare få de korrekta måtten på diameter och längd samt fjäder-konstanten och pyshålets intervall på diameter. På grund av denna brist på mått är alla dimensioner och uträkningar på hållfasthet endast preliminära uppskattningar.

Vårt konstruktionsförslag förhåller sig väl till [Boverkets](#) rekommendationer om klämsäkerhet som visas nedan.

”För att möjliggöra olika sorters klämskydd innehåller det allmänna rådet inte någon anvisning om hur klämskydd bör utformas. [...] Det finns också så kallade mjukstängare på dörren (dörrbroms). En ytterligare möjlighet är att metallpartier för entréer och kommunikationsutrymmen utformas med klämfri bakkant.”

Den fungerar teoretisk även i samband med Dalocddörrar av både trä och stål. Plastblandningen är dessutom anpassad efter Dalocs befintlig 3D skrivare. För att veta vilka andra kompositer som kan skrivas ut med den modellen skulle någon med erfarenhet behöva involveras i arbetet. Då skulle det också vara möjligt att få en inblick i hur väl ABS står upp mot daglig drift och slitage.

Fördelen med att använda en 3D printer är att det är mycket billigare att tillverka former som vanligtvis skulle kräva flera maskiner eller processer. Dessutom har produktens form gjort den mer estetiskt tilltalande. Kriterierna som brandklass, ljudklass och inbrottsskydd har inte påverkats då produkten är självständig från dörren samt med hjälp av barbaras wood skruvarna som släpper vid temperaturen 70°C.

5 Källförteckning

Säkerhetskrav från boverket som var relevanta för arbetet.

<https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/sakerhet-vid-anvandning/barnsakerhet/>

Bra att veta om komposit plaster och 3D printers.

<https://all3dp.com/2/strongest-3d-printer-filament/>

<https://all3dp.com/1/best-carbon-fiber-3d-printer-price/>

<https://www.weerg.com/3d-printing-materials/nylon/pa-6-cf-carbon-fiber>

http://www.lookpolymers.com/polymer_Oxford-Polymers-ABS-30GF-BK-ABS-30-Glass-Fiber-Reinforced.php

[https://www.3dprintingsolutions.com.au/Store/Australia/rvdsfpid/polymide-pa6-cf-black-175mm-2kg-729#:~:text=When%20compared%20to%20other%20Nylon,resistance%20\(215%C2%B0C\).](https://www.3dprintingsolutions.com.au/Store/Australia/rvdsfpid/polymide-pa6-cf-black-175mm-2kg-729#:~:text=When%20compared%20to%20other%20Nylon,resistance%20(215%C2%B0C).)

[Tensile strength for 3d-printer filaments](#)

Barnabas wood:

[Barnabas wood kan användas för att kolven ska lossna under en brand. Materialet används i bl.a. brandsprinklers.](#)

Formler som har använts i arbetet kommer från formelsamlingen "Formler och Tabeller" från Natur & Kultur som är författad av Rune Alphonse, Helena Danielsson Thorell och Emma Johansson (2019).

Programvaror som används i arbetet är Autodesk Inventor Professional 2023, Microsoft Word, Microsoft Excel, Google Document, Google.

6 Bilagor

Tabell för variabler

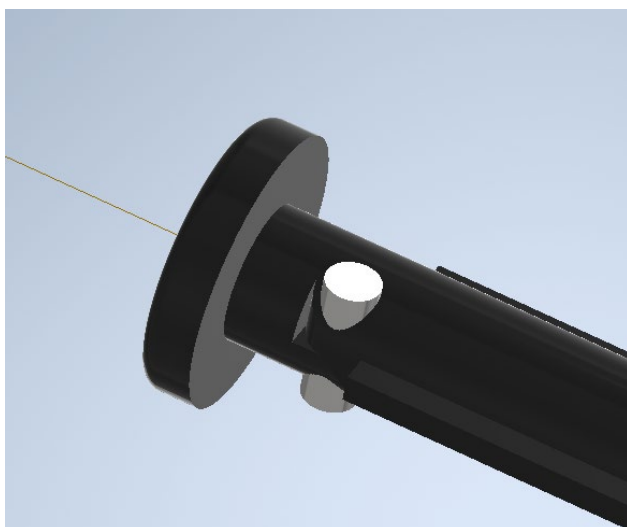
storhet	förklaring	enhet
F	kraften	Newton (N)
v	hastigheten	Meter per sekund (m/s)
s	sträckan	Meter (m)
t	tiden	Sekunder (s)
a	accelerationen	m/s^2
m	massan	Kilogram (kg)
P	trycket	Pascal (Pa)
T	Temperatur	Kelvin (K)
A	Arean	Kvadratmeter (m^2)
V	Volymen	Kubikmeter (m^3)
k_{broms}	Bromsningskoefficienten	Okänd
k	Fjäderkonstanten	N/m
x	Fjäderens hoptryckning	m
N	Antal molekyler	
N_0	Startantalet molekyler	
k_b	Boltzmanns konstant	J/K
k_s	Sippringskonstanten	

Länk till tidsplanen:

[Tidsplan för gymnasiearbete.xlsx](#)

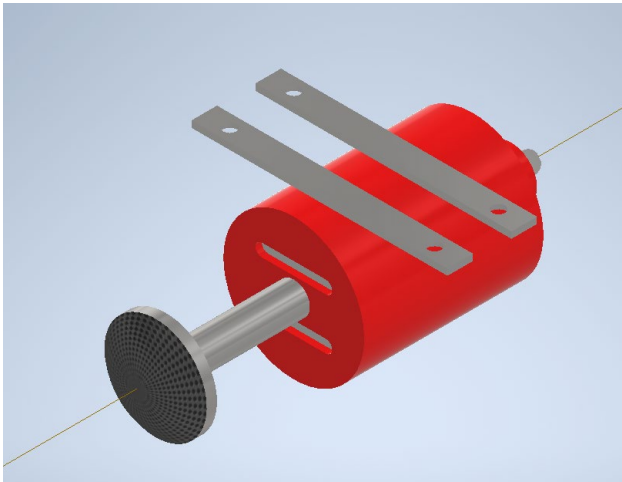
Länk till Excel ark med samtliga matematiska modeller på konstruktionen:

[Beräkning bromskraft Till Rapport \(kopia\).xlsx](#)

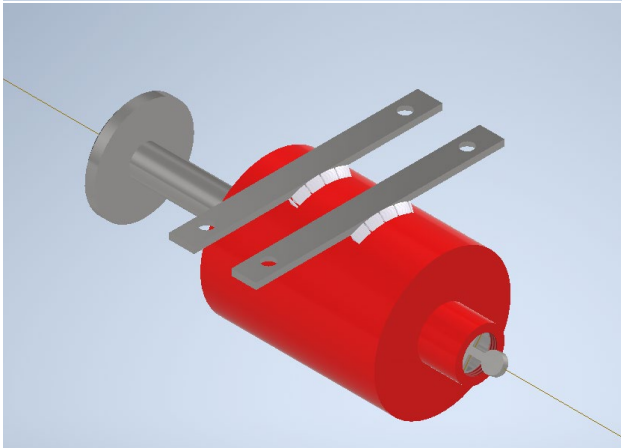


1.

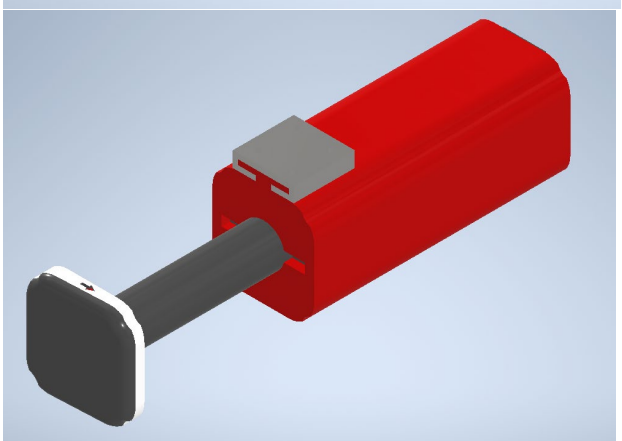
2.



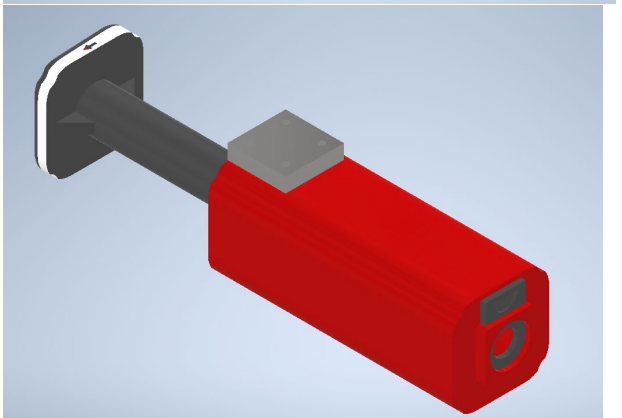
3.

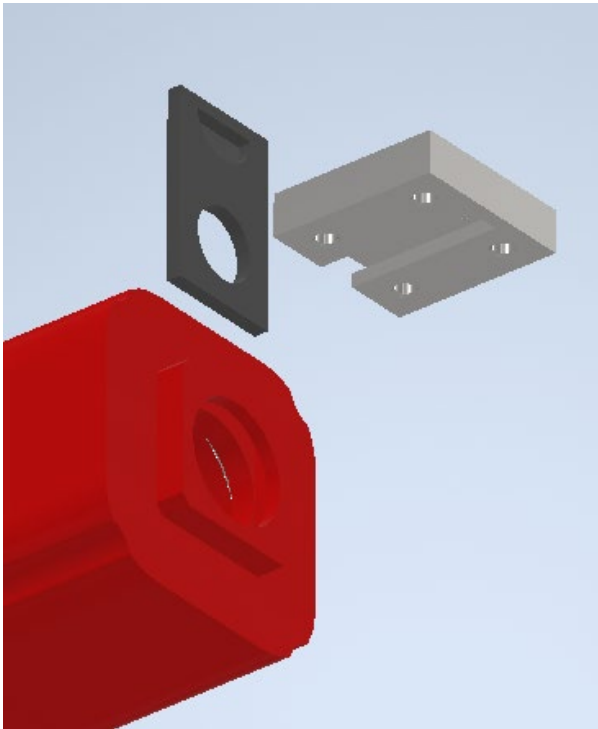


4.



5.

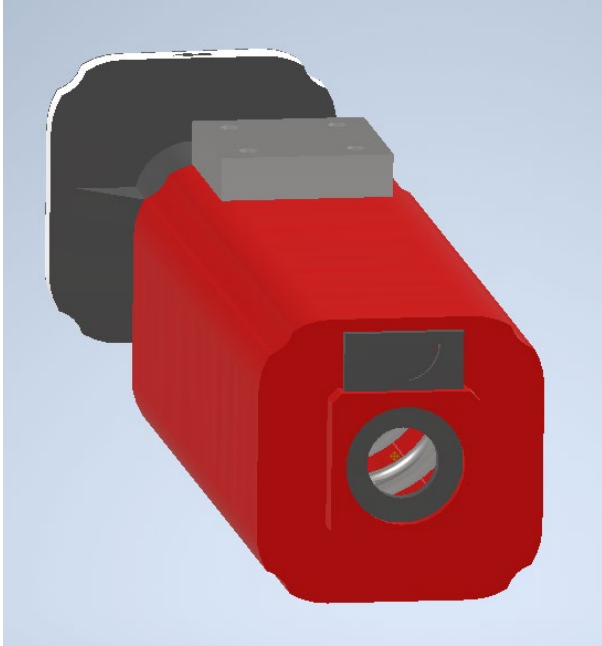




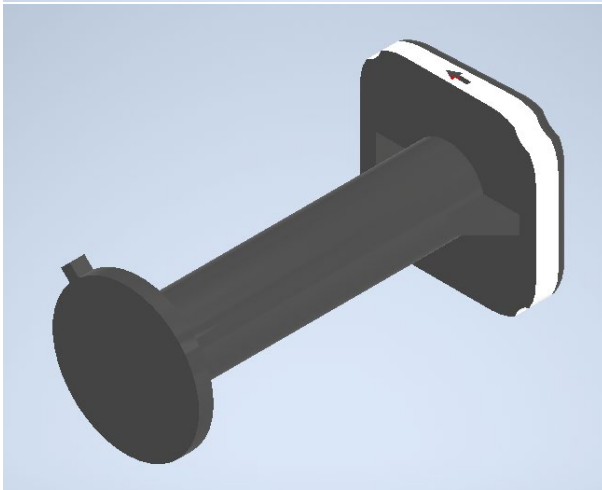
6.



7.

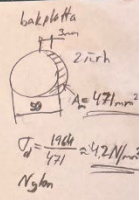


8.

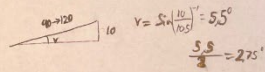


9.

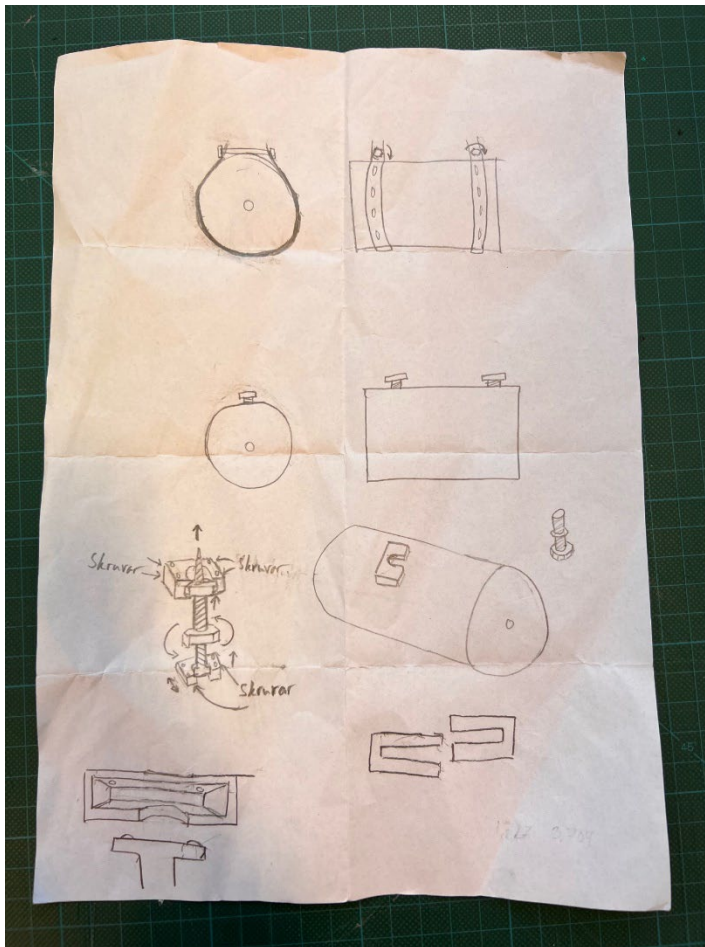
Montering
 Abs $\sigma_b = 10 \text{ MPa} = 10 \text{ N/mm}^2$
 80t



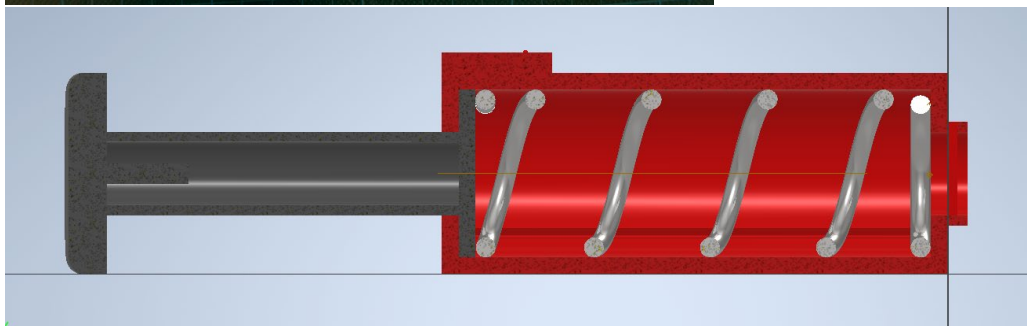
Infänge
 $\pi \cdot 12.5^2 - \pi \cdot 8^2 = 280 \text{ mm}^2$
 $\sigma_d = \frac{1964}{280} = 6.8 \text{ N/mm}^2$



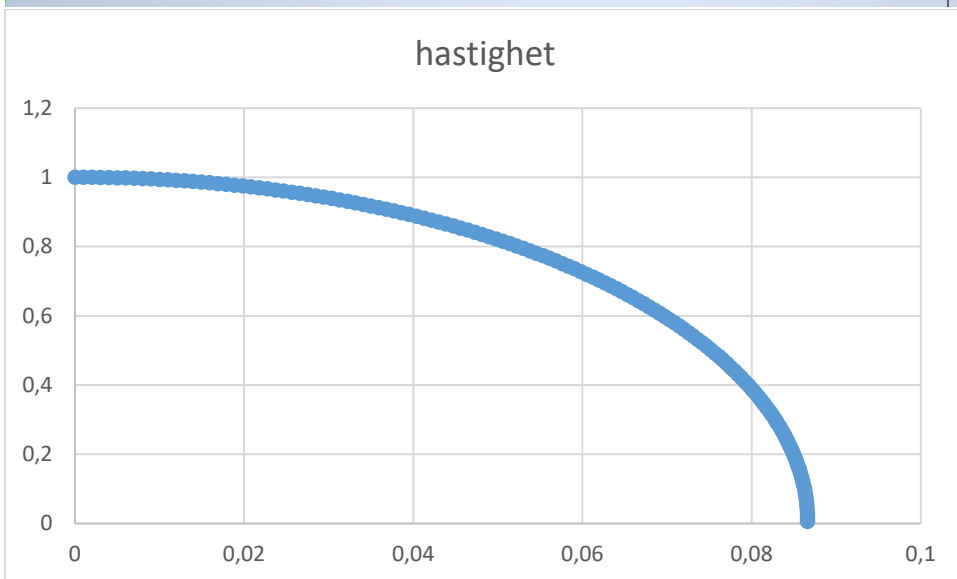
$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{1964 \cdot 23.5}{\pi (25^4 / 64)} = 4.5 \text{ N/mm}^2$



11.



12.



13.

