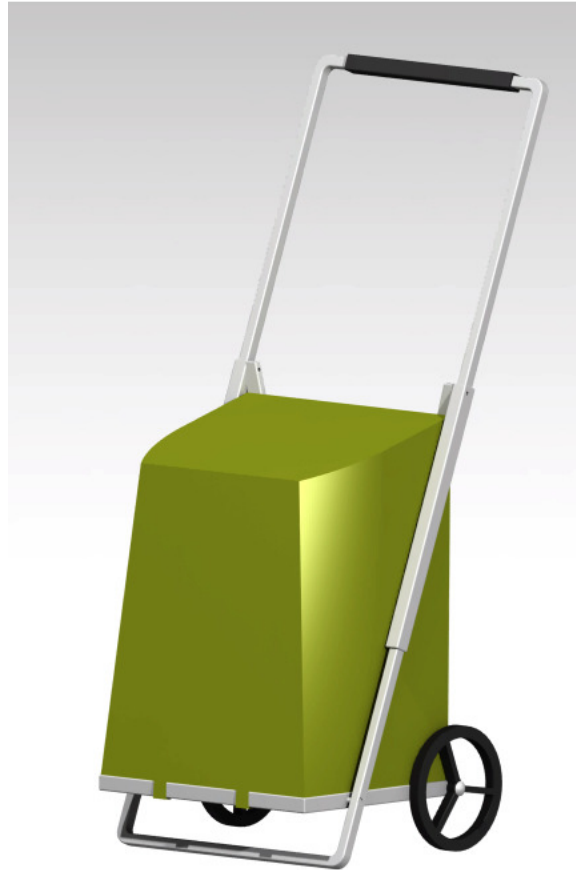


CHALMERS



Miljöanpassning av konsumentprodukt Miljöanpassad Dramat

Kandidatarbete

Ebba Karlsson
Annie Ragnarsson
Marie Nydahl
Sofie Nilsson
Daniel Strömberg

Institution för material- och tillverkningsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2012
Handledare och examinator: Antal Boldizar

Sammanfattning

Som följd av ökande konsumtion i samhället är miljöaspekten central vid produktutveckling. Hållbar utveckling är ett begrepp som blivit allt vanligare och som ämnar minimera människans påverkan på miljön. Målet med hållbar utveckling är att varken försämra dagens eller framtida generationers förutsättningar att uppfylla deras behov. Dagens produkter måste således miljöanpassas. En shoppingvagn, även kallad Dramat har framställts utifrån framtagna kriterier som syftat till att ge produkten en miljöprofil. En väl definierad och avgränsad problemformulering har gett fokus på hur en Dramat kan miljöanpassas vid olika skeden i dess livscykel vad gäller materialval, tillverkningsprocess och återvinning. Livscykelanalyser har genomförts och styrts utifrån miljöinriktade frågeställningar som baserats på en uppställd kravspecifikation. Varje steg i analysen har utvärderats noggrant för att säkerställa att produktprofilen uppfyllts. *Computer Aided Design* har varit ett betydelsefullt hjälpmedel vid säkerställandet av konstruktionens hållfasthet vid materialoptimeringen. Även programvaran *Cambridge Engineering Selector* har varit ett centralt underlag vid valet av material. Likväl plast som stål är alternativa material vid miljöanpassandet av en Dramat. Ur en miljö- och hållbarhetssynpunkt är rostfritt stål ett alternativ om man lyckas reducera materialåtgången, men då en kombination av robusthet, stabilitet och miljövänlighet efterfrågas är plasten polybutentereftalat att föredra. Detta tack vare låga koldioxidutsläpp och låg energiåtgång under hela livscykeln, något som har värderats högt i detta projekt då miljödimensionen varit central.

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	3
2. Syfte	3
3. Problem och Genomförande	3
4. Avgränsningar	4
5. Produktprofil	5
6. Konceptgenerering	5
6.1 Morfologisk matris	5
6.2 Konceptbeskrivning	6
6.3 Koncepteliminering	6
6.4 Kravspecifikation	7
6.5 Pugh matris	8
7. Detaljerat koncept	9
7.1 Hållfasthetsberäkningar	10
7.1.1 Böjstyvhet	10
7.1.2 Böjspänning	11
8. Livscykelanalys	12
8.1 Materialanalys	12
8.2 Alternativa material	13
8.3 Materialelemenering	14
8.4 Optimering av konstruktion	15
8.4.1 Modellerings	15
8.4.2 Hållfasthetsanalys	15
8.5.1 Rostfritt stål	17
8.5.2 PBT	17
8.6 Återvinning	17
8.6.1 Återvinning av PBT	17
8.6.2 Återvinning av rostfritt stål	18
8.7 Miljöanalys	18
8.7.1 Utvärdering av miljöanalys	19
9. Övriga komponenter	19
9.1 Hjul	20
9.2 Väska	20
10. Kostnadsanalys	20
10.1 Kostnadsberäkning	20
10.1.1 Rostfritt stål	20
10.1.2 PBT	21
10.1.3 Försäljningspris	21
11. Val av material	21
12. Resultat	22
12.1 Miljö	22
12.2 Pris	22
12.3 Prestanda	23
13. Diskussion	23
Referenser	25
Bilagor	26

1. Bakgrund

En ökande global konsumtion ställer allt högre krav på miljöanpassade produkter. Den ökande efterfrågan på miljöanpassade produkter stöds av den rådande trenden för hållbar utveckling. Detta kandidatarbete ägnas åt miljöanpassning av en Dramat, vilket är en shoppingvagn som oftast används av den äldre generationen. Kandidatarbete utförs av en grupp om fem studenter. Studien kommer att omfatta en produktutveckling där miljödimensionen står i fokus.

Valet av en Dramat för miljöanpassning i denna studie gjordes med anledning av att den är en underskattad konsumentprodukt som skulle vara värd större spridning på den öppna marknaden. Särskilt om den kunde ges en grön profil för att både vara konkurrenskraftig och miljöinriktad.

Dramaten används i dagsläget av en begränsad målgrupp. Den har under många år allmänt förknippats med pensionärer och inte haft den utveckling som krävs av dagens produkter för att kunna uppfattas som miljövänlig. Huvudfunktionen hos Dramaten är att underlätta transport av matvaror eller annat gods. Den utgörs av en väska som är fastsatt på en ställning med hjul. Dramatens funktionalitet skall bibehållas.

2. Syfte

Projektet syftar till att med hjälp av en miljöfokuserad produktutveckling vidareutveckla den valda konsumentprodukten Dramat. Genom att miljöanpassa och modernisera produkten eftersträvas att skapa ett ökat kundvärde och på så vis tilltala en bredare målgrupp. Miljöaspekten kommer att analyseras över produktens hela livscykel och förbättras där möjlighet finns, utan att tappa i funktionalitet.

3. Problem och Genomförande

Vid projektets start behövs tydliga riktlinjer för hur arbetet ska fortgå, detta för att undvika att lägga tid på icke relevanta funktioner. Därför upprättas en produktprofil för vad produkten ska uppfylla med avseende på funktioner, budskap, miljö och "pricken över i". Produktprofilen ger en tydlig översikt över vad som ska eftersträvas i det fortsatta arbetet.

Grundat på den tidigare uppställda produktprofilen genereras ett antal koncept, varefter fokus ligger på hur själva ställningen till Dramaten ska konstrueras. Koncepten genereras genom att "brainstorma" fram olika lösningar för produktens olika komponenter, de olika komponenterna korsbefruktas sedan med hjälp av en morfologisk matris. Den morfologiska matrisen används för att säkerställa att inga lämpliga alternativa koncept faller bort.

För att få fram vilka koncept som uppfyller önskad kvalitet och som således tas vidare i produktutvecklingen behöver ett antal krav på den slutgiltiga produkten ställas upp. Kravspecifikationen baseras på den tidigare uppställda produktprofilen. De koncept som inte uppfyller de grundläggande kraven kasseras.

En ytterligare sällning behöver göras för att få fram det mest lämpliga konceptet. Då alla koncept nu uppfyller kraven på produkten undersöks med hjälp av en pugh-matris hur väl de uppfyller vissa önskemål, som även de finns listade i kravspecifikationen.

Ett koncept återstår efter pugh-matrisen och en mer detaljerad beskrivning tas fram för att tydliggöra konstruktionen. Detta görs med hjälp av *Computer Aided Design (CAD)*, i detta fall programvaran *Autodesk Inventor*, där det tydligt går att åskådliggöra hur konstruktionen fungerar, ser ut och hur olika komponenter interagerar. Detta steg är inte bara till för att visualisera konceptet, utan även för att upptäcka vilka svårigheter och problem med konstruktionen som behöver lösas. En grundläggande dimensionering av konstruktionen görs med hjälp av enklare hållfashetsberäkningar för dess mest kritiska delar.

Detta görs för att skapa en uppfattning om vilka dimensioner de olika komponenterna behöver ha för att klara de påfrestningar som den slutgiltiga produkten utsätts för. Dessa ligger således till grund för dimensioneringen i CAD. Resultatet från hållfasthetsberäkningarna används även för att få fram materialkrav som ligger till grund vid materialvalet.

Miljöanpassning av produkten är central i projektet och efter att konceptet har utarbetats kan miljöanpassningen påbörjas. Metoden för att genomföra detta är en livscykelanalys (LCA) som tar hänsyn till alla aspekter i produktens livcykel som har en miljöpåverkan. Materialframställning, konstruktion, tillverkning och kvittblivning är de delar som kommer optimeras med avseende på miljöaspekten. Dessa faser prioriteras då de har störst miljöpåverkan. För optimering av miljöanpassningen inom dessa områden används Ekostrategihjulet vilket är en förenklad LCA som lämpar sig väl då det finns en tidsbegränsning då en vanlig LCA kräver mycket tid. Under LCA-analysen genomförs så kallade loopar för att säkerställa kvalitén och optimera resultatet. Detta innebär att vissa steg genomförs mer än en gång.

Materialvalet baseras i grunden på kravspecifikationen, valda material måste klara av alla krav. En första utsällning av material som klarar kraven görs med programvaran *Cambridge Engineering Selector* (CES) där materialkrav från kravspecifikationen implementeras och lämpliga materialval genereras. CES används då det är en effektiv metod att få fram passande material. När fyra material valts ut görs en inbördes jämförelse där önskemål från kravspecifikationen ligger till grund. Här elimineras två material. Innan ett slutgiltigt materialval kan göras utförs en loop där konstruktionen optimeras i CAD utifrån de respektive materialen och deras egenskaper. För att kunna optimera materialåtgången görs deformations- samt spänningsberäkningar i programvaran *Ansys*. Detta för att säkerställa hållfastheten hos konstruktionen för Dramaten.

Val av tillverkningsmetod genomförs, främst med hjälp av expertis inom området. Efter beräknad materialåtgång för respektive material utförs en ECO-analys i CES där materialens miljöpåverkan synliggörs, detta för att kunna jämföra de båda materialen utifrån miljöperspektivet. Som ett sista steg i LCA-analysen studeras återvinningsalternativen för de båda materialen.

Parallellt med LCA-analysen genomförs en kostnadsanalys med hjälp av *Process Selection* (Swift & Booker, 2003) för att få in kostnadsperspektivet i jämförelsen och på så sätt kunna göra ett mer välgrundat val av material. Kostnadsanalysen tar hänsyn till material, materialåtgång och tillverkningsmetod. Swifts metod används då den är välkänd både för projektgruppen och utomstående inom samma område och resulterar i enkelt jämförbara resultat.

När ställningen är färdigkonstruerad undersöks hur väskan på Dramaten ska utformas. Utvecklingen av väskan är inte lika omfattande som den för ställningen då detta skulle kräva mer tid än vad som finns disponibelt. Fokus läggs således på hur väskan interagerar tillsammans med ställningen och vilka funktioner väskan i sig ska ha.

4. Avgränsningar

De avgränsningar som görs för studien är att den fortlöper under tidsperioden 16/1-29/5 2012 och genomförs på Chalmers tekniska högskola, med tillgång till datorsalar, grupprum samt prototyp-lab. Disponibel tid per vecka och person är 25 timmar, varav 16 timmar är schemalagda. Riktlinjer och en CAD-modell tas fram, men inte en fysisk prototyp. Miljöanalysen avgränsas från transporter av material och produkter, då konkreta data saknas i utgångsläget. Arbetet avgränsas även i viss mån från konstruktionen av dramatens väska. Hur den fästs i ställningen samt vissa grundläggande krav tas fram, men materialval, tillverkningsmetod och detaljritningar lämnas utanför.

5. Produktprofil

Innan konceptgenerering måste baskrav på produkten ställas. Dessa skall uppfyllas av samtliga genererade koncept vad gäller funktion, miljöpåverkan och budskap. En konkurrenskraftig produkt bör utmärka sig bland liknande befintliga produkter på marknaden. De krav och önskemål som eftersträvas för att skapa en attraktiv produkt tydliggörs i *Tabell 5*. Genom studier av nuvarande produkter på marknaden har svaga punkter blivit identifierade vilket gör att förbättringsåtgärder kan vidtagas. Detta blir underlag för vidare "brainstorming" där en produktprofil utarbetas för att åstadkomma en attraktiv produkt. Med avseende på funktion, budskap och miljö fastställs produktens egenskaper. Därefter tilläggs även kategorin "pricken över i" som tar upp de funktioner och egenskaper som ytterligare kan höja kundvärdet.

Tabell 5, Produktprofil

Funktion	Budskap	Miljö	Pricken över i
<ul style="list-style-type: none"> • Rulla lätt • Smidig • Stabil • Användarvänlig 	<ul style="list-style-type: none"> • Modern • Miljövänlig • Smidig • Bredare målgrupp • Nyttänkande 	<ul style="list-style-type: none"> • Inga utsläpp • Lång livslängd • Återvinningsbar i stor utsträckning • Materialval • Materialreducering 	<ul style="list-style-type: none"> • Justerbart handtag • Reglerbar botten • Kylfunktion • Korg • Vattentät • Volym 2 matkassar • Väska mångfunktionell • Koppla på cykel • Justerbar storlek • Reflex • 2 handtag för att gå i trappor

6. Konceptgenerering

Koncepten genereras genom "brainstorming" med hänsynstagande till produktprofilen. Olika typer av funktioner kombineras till ett färdigt koncept. Mindre hänsyn tas till budskap, miljö och "Pricken över i". Genom att undersöka existerande produkter tas alternativa lösningar för ram, handtag och hjul fram.

6.1 Morfologisk matris

Komponenterna korsbefruktas med hjälp av en morfologisk matris, *Tabell 6.1*. Den morfologiska matrisen används för att säkerställa att inga lämpliga alternativa koncept faller bort. Väskan kommer behöva utformas för att passa in i det slutgiltiga konceptet så inga alternativ för den sätts in i den morfologiska matrisen.

Tabell 6.1, Morfologisk matris

Funktion				
Ram	Ihopfällbar ram	Ram liknande en säckkärra	Stång upp till handtaget med tillhörande bottenplatta	
Handtag	Spadliknande handtag fäst i enkel stång	Bågformat handtag/stång	Bågformat handtag/stång med böjfunktion likt en barnvagn	Stång med rakt handtag
Hjul	Två grova hjul	Fyra vridbara hjul	Mindre plasthjul	Tre vridbara hjul

6.2 Konceptbeskrivning

I den morfologiska matrisen identifieras fyra koncept, Röd, Blå, Grön och Orange. Dessa presenteras i *Tabell 6.2*.

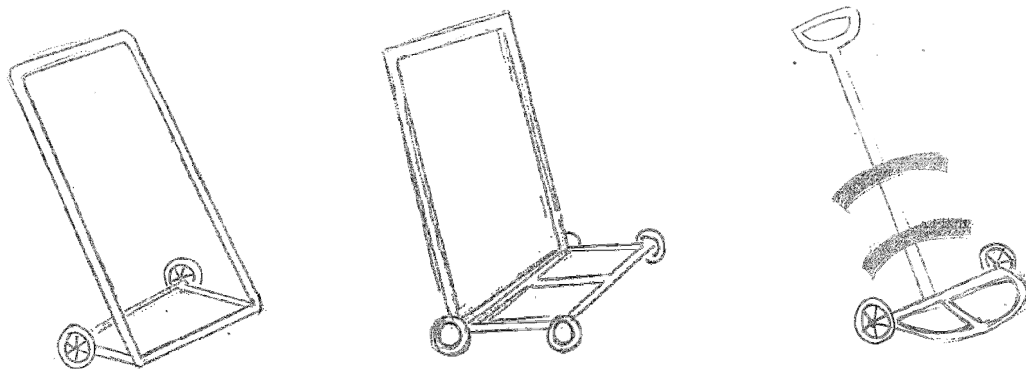
Tabell 6.2, Konceptbeskrivning

Koncept Röd	Konceptet består av en ihopfällbar ram med ett stabilt brett båghandtag och två grova hjul. Eftersom den består av få delar upplevs den som modern och smidig, och hjulen och ramen ger en stadig konstruktion.
Koncept Blå	Konceptet har en ram som kan liknas med en så kallad säckkärra med ett bågformat handtag och ett fyrhjuligt underrede. Bottenplattan är möjlig att fälla upp längs med konstruktionen vid onyttjande. Detta säckkärreinspererade koncept på fyra hjul uppfattas som stabilt. De fyra hjulen underlättar manövrering på shoppinggolvet och körs på två hjul vid grövre underlag. Den uppfällbara bottenplattan möjliggör lätt förvaring.
Koncept Grön	Detta koncept har ett handtaget som liknar ett spadhandtag och är fäst på en enkel stång istället för att vara utformat som en båge som de flesta Dramater har idag. Bottenplattan är uppfällbar och hjulen är av en grövre modell vilket gör att vagnen är lätt att dra.
Koncept Orange	Konceptet har en ihopfällbar ram och ett brett handtag som går att vinkla ner för att underlätta i trånga affärer där Dramaten är smidigare att hantera upprätt än att dra efter sig. Den har tre hjul som kan rotera fritt vilket också gör den smidigare.

6.3 Koncepteliminering

Efter att koncepten utvärderats och jämförts med produktprofilen elimineras ett koncept och tre går vidare i utvecklingsprocessen, se *Figur 6.3*. Valet baseras på hur väl de alternativa lösningarna uppfyller den framtagna produktprofilen. Det koncept som elimineras är koncept Orange, då de tre hjulen inte anses kunna ge ett tillräckligt stabilt och smidigt användande i transportfasen. Den upplevs heller inte som tillräckligt modern för att vidareutvecklas.

Koncept Blå, Röd samt Grön är de som beslutas att gå vidare med. Koncept Blå behålls då det står för nytänkande med det fyrhjuliga underredet som skall underlätta manövrering på butiksgolvet. Säckkärrakonstruktionen och det bågformade handtaget utstrålar stabilitet och uppfyller därmed profilkravet. Koncept Grön går vidare i utvecklingsprocessen då det har en nytänkande design och ger ett modernt intryck. Tack vare detta kan produkten tänkas vara intressant för en större målgrupp istället för endast pensionärer. Den ser smidig ut samtidigt som de grövre hjulen ger ett stabilt intryck och en stabil funktion. Den geometriska utformningen gör att en materialreducering är möjlig vilket främjar miljöaspekten. Koncept Röd behålls då det utstrålar modernitet samt upplevs som smidigt och stabilt. Den erbjuder även stort utrymme för materialreducering.



Koncept Blå

Figur 6.3, Konceptskisser

6.4 Kravspecifikation

Ett antal mätbara krav och önskemål sätts upp, där produkten skall uppfylla den miljöprofil och prestanda som eftersträvas. Detta görs med hjälp av en kravspecifikation, *Tabell 6.4*. Här sätts krav om teknisk prestanda, miljö, produktion och design. Prestandakrav, så som vikt och packningsvolym, har i stor utsträckning inspirerats av befintliga produkter på marknaden. Kravspecifikationen i övrigt baseras i stor del utifrån den produktprofil som tidigare utformats.

Tabell 6.4, Kravspecifikation

Kravspecifikation					
Dramaten					
Kriterier	Intressent	Verifikation	Målvärde	K/Ö/B	Materialegenskaper
1. Prestanda					
1.1 Lastvikt	Användare	Beräkningar, studie av befintliga produkter	30kg 40kg	K Ö2	Hållfasthet
1.2 Livslängd	Användare	Tester	10år 15år	K Ö4	UV-ljusbeständig och korrosionsresistent
1.3 Vattentät väska	Användare	Val av material	100 %	K	Vattentätt material på väska
1.4 Vikt	Användare	Vägning	5kg 3kg	K Ö3	Låg densitet
1.5 Står stadigt i lutning	Användare	Konstruktion	Lätt lutning	K	-
1.6 Bullernivå	Användare	Materialval	Låg	Ö3	Gummiliknande hjul
1.7 Volym	Användare	Konstruktion	40liter 50liter	K Ö3	-
1.8 Underhåll	Användare	Konstruktion och materialval	Mindre än 1 gång per år	B	Beständiga material
1.9 Temperatur-tålighet	Användare	Val av material	-30 °C till 50 °C	K	Önskvärda termiska eg.
1.10 Isolerad väska	Användare	Val av material		Ö4	Värmeisolator

1.11 Justerbart handtag	Användare	Konstruktion	Passa alla	K	-
1.12 Lyfthandtag	Användare	Konstruktion	-	K	Hållfasthet
1.13 Vattentålig	Användare	Materialval	Acceptabel	K	Vattentåligt
1.14 Tillåten utböjning	Användare	Materialval/ konstruktion	5 mm	K	Styvt material
1.15 Hållfasthet	Användare	Materialval/ konstruktion	70 MPa	K	Sträckgräns får inte understiga 70 MPa
2. Miljö					
2.1 Tillverkad av återvunna material	Tillverkare/ Användare	Materialval		Ö	Återvunnet material
2.2 Återvinningsbar	Myndighet/ Tillverkare/ Användare	Materialval	Mer än 50 %	B	Återvinningsbart material
2.3 Miljöpåverkan vid användarfasen	Tillverkare/ Användare	Konstruktion/ materialval	0	K	Giffria material
2.4 Råvaruenergi	Tillverkare	Materialval	Så lågt som möjligt	Ö5	Energisnåla material
3. Produktion					
3.1 Modulariserad	Tillverkare	Konstruktion		Ö3	
3.2 Masstillverkningsbar	Tillverkare	Beräkning		K	
3.3 Få komponenter	Tillverkare	Konstruktion		Ö	
3.4 Totalkostnad	Tillverkare/ användare	Materialval	Så lågt som möjligt	Ö2	Billigt material
4. Design					
4.1 Estetiskt tilltalande	Användare	Kundundersökning		Ö3	
4.2 Utstråla miljövänlighet	Användare	Kundundersökning		Ö4	
4.3 Utstråla kvalitet	Användare	Kundundersökning		Ö3	Material som utstrålar kvalitet
4.4 Smidigt intryck	Användare	Konstruktion		Ö3	

6.5 Pugh matris

En pugh matris används för att få fram det bästa konceptet av de tre möjliga lösningarna, *Tabell 6.5*, där koncept grön ses som referens. Denna metod används för att sälla ut det koncept som i så många avseenden som möjligt uppfyller de krav och önskemål som ställs på produkten.

Jämförelse mellan de olika koncepten görs genom att vikta dem gentemot den utvalda referensens uppfyllnad av de uppsatta kriterierna. Kriterierna som listas bygger på den framtagna kravspecifikationen.

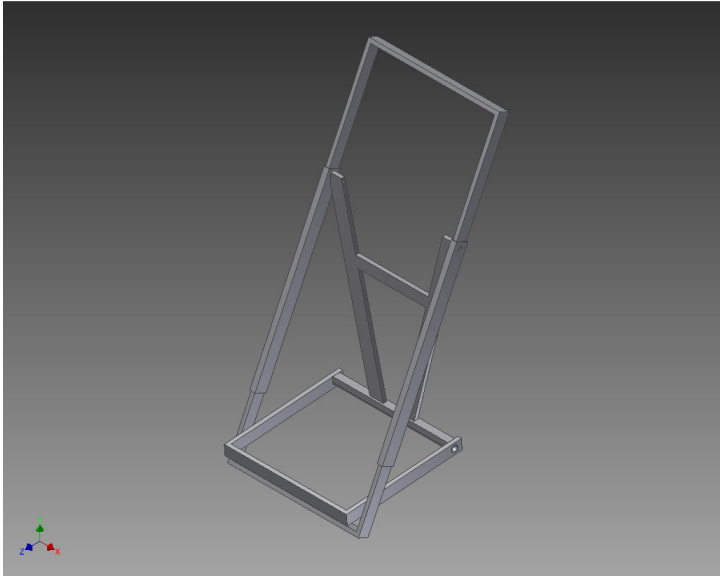
Tabell 6.5 Pugh Matris

Kriterium	Alternativ		
	Grön (referens)	Blå	Röd
Nytänkande	0	0	0
Estetiskt tilltalande	0	-	0
Utstråla kvalitet	0	-	+
Smidigt intryck	0	-	-
Utstråla miljövänlighet	0	-	0
Få komponenter	0	0	0
Enkel geometri	0	0	+
$\Sigma +$	0	0	2
$\Sigma 0$	7	3	4
$\Sigma -$	0	4	1
Nettovärde	0	-4	1
Rangordning	2	3	1
Vidareutveckling	Nej	Nej	Ja

Koncept Röd är det koncept som bäst uppfyller de givna kriterierna.

7. Detaljerat koncept

Efter konceptvalet skapas en mer detaljerad konceptbeskrivning baserad på enklare funktionsanalyser och de ursprungliga konceptskisserna. Måtten baseras på existerande lösningar och egna analyser av hur användandet bör upplevas. En första CAD-modell tas fram, *Figur 7*.



Figur 7, CAD-modell

Dramatens handtag är reglerbart med ett teleskopskaft som kontrolleras med en spärr. För att underlätta vid förvaring har även stödet ett teleskopskaft och underredet kan fällas upp. Baksidan stärks upp med en rygg som ska stabilisera och öka robustheten. Ribban tvärs över ryggen stärker upp konstruktionen i sidled och används även som lyfthandtag. Hjulen fästs på en axel genom den nedre ryggaxeln. Tvärsnitten är kvadratiska eller rektangulära.

7.1 Hållfasthetsberäkningar

För att säkerställa konstruktionens hållbarhet identifieras kritiska punkter där det behövs vidare beräkningar. Det framkom att den största påfrestningen uppstår i dramatens handtag då den dras framåt. Det bärande stödet utsätts inte för någon större belastning och är därmed ingen kritisk del i konstruktionen. För övrigt utsätts konstruktionen för dragspänningar vilket inte äventyrar konstruktionens hållbarhet. Hållfasthetsberäkningar genomförs för att användas som en första utgångspunkt vid dimensionering och materialval.

7.1.1 Böjstyvhet

Böjstyvheten visar på handtagets motstånd mot deformation vid pålagd kraft och beräknas som elementarfall. Genom initiala antaganden om hur kraften kommer fördelas fås genom böjstyvheten krav fram på elasticitetsmodulen för möjliga material.

Parametrar:

$$\begin{aligned}
 P &= 40 * 9,82N \\
 l &= 35cm \\
 \beta &= 0,5 \\
 \xi &= \frac{35cm}{2}
 \end{aligned}$$

Där P är kraften, l är längden på handtaget, β är angreppspunkt för kraften P och ξ är undersökt punkt.

Böjstyvhet elementarfall:

$$\delta(\xi) = \frac{Pl^3}{6EI} * \beta((1 - \beta^2)\xi - \xi^3)$$

Tillåten utböjning, $\delta(\xi)$, sätts till 5mm.

$$E = \frac{Pl^3}{\delta(\xi) * 6I} * \beta((1 - \beta^2)\xi - \xi^3)$$

Yttröghetsmomentet:

$$I = \frac{BH^3}{12} = \frac{0,02 * 0,02^3}{12} = 13 * 10^{-9}$$

E-modulen beräknas:

$$E = \frac{40 * 9,82 * 0,35^3}{0,005 * 6 * 13 * 10^{-9}} * 0,5((1 - 0,5^2)0,175 - 0,175^3) = 2,6 \text{ GPa}$$

Detta är en relativt låg styvhet vilket möjliggör materialreduktion i konceptet.

7.1.2 Böjspänning

Böjspänningen är en funktion av böjmotståndet i handtaget samt böjmomentet i handtaget, vilket används som grund för materialkrav då den ger hur stor spänning handtaget behöver kunna klara.

Parametrar:

$$\begin{aligned} P &= 1000 \text{ N} \\ l &= 0,35 \text{ m} \\ B &= 0,02 \text{ m} \\ H &= 0,02 \text{ m} \end{aligned}$$

Där P är kraften, l är längden på handtaget, B är tvärsnittsbredden och H är tvärsnittslängden.

Böjspänningen ges av momentet dividerat med böjmotståndet.

$$\sigma = \frac{M}{W_B}$$

Momentet ges av kraften multiplicerat med hävarmen. Hänsyn till symmetri har tagits vilket medför att hälften av den totala kraften tas i med i beräkningen.

$$M = P \times l = 500 \text{ N} \times \frac{0,35}{2} \text{ m}$$

Böjmotståndet ges av:

$$W_B = \frac{B \times H^2}{6} = \frac{0,02 \text{ m} \times 0,02 \text{ m}^2}{6}$$

Spänningen i handtaget blir således:

$$\frac{500N \times \frac{0,35}{2} m}{\frac{0,02 m \times 0,02 m^2}{6}} = 65,625 MPa$$

Detta är en relativt hög böjspänning men det bör tas i beaktande att kraften är överdimensionerad.

8. Livscykelanalys

I LCA-analysen identifieras de steg i produktens livscykel, från vaggva till grav, som har störst miljöpåverkan. En optimering genomförs där störst förbättringspotential föreligger. I detta fall utgörs dessa områden av materialframställning, konstruktion, tillverkning och kvittblivning. Som tidigare redogjorts begränsas analysen från optimering av distributionssteget. Då Dramaten inte har nämnvärd miljöpåverkan under användarfaser undersöks inte heller denna. Analysen utgår från Ekostrategihjulet vilket är en förenklad LCA.

8.1 Materialanalys

Materialvalet är en första del av LCA- analysen där miljöpåverkan står i fokus. För att sälla fram möjliga materialalternativ för den valda konstruktionen nyttjas programvaran CES. Med CES görs en ECO-analys där energiåtgången och koldioxidutsläppen i råvaru-, tillverknings- och återvinningsfasen analyseras för respektive material. I det första steget implementeras krav som definierats i kravspecifikationen. De material som uppfyller dessa krav tas vidare in i två olika "bubbeldiagram". I det ena, *Diagram 8.1.1*, viktas pris per kg mot energiåtgång vid framställning av material. I det andra diagrammet, *Diagram 8.1.2*, utgörs x-axeln av E-modul, och y-axeln av densitet.

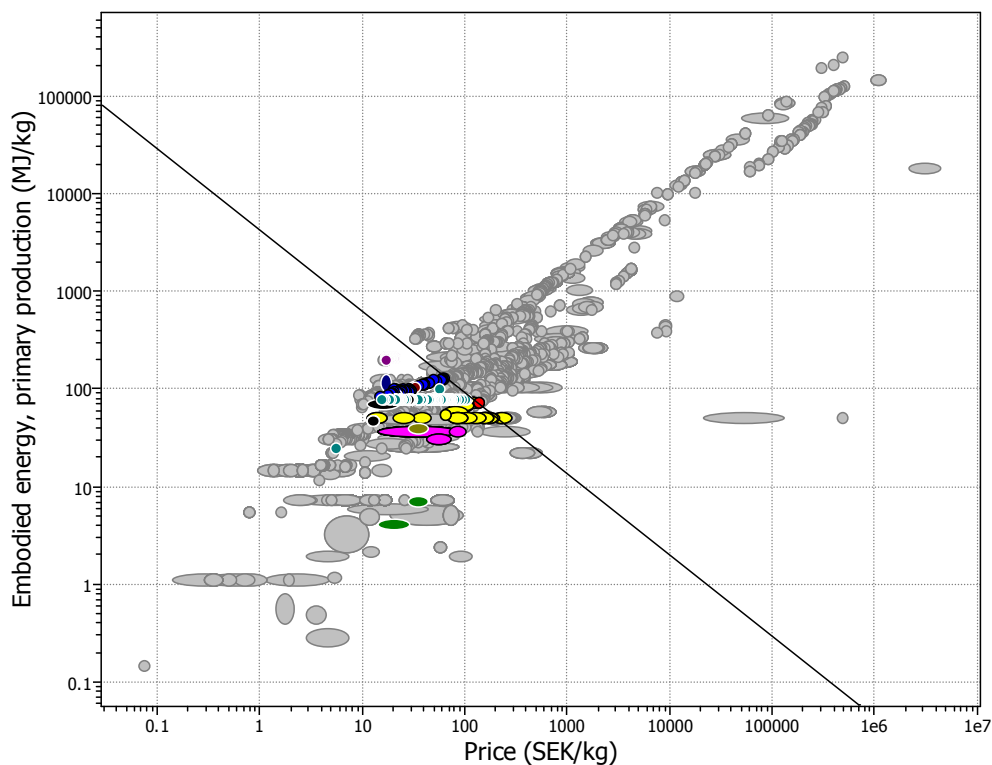


Diagram 8.1.1, Bubbeldiagram (energi/pris)

De grå bubblorna är material som faller bort då de inte uppfyller kraven. Axlarna i diagrammet representerar materialets pris per kg och åtgång av energi vid materialframställning. Valet av dessa görs då målet är att påverka miljön i minsta möjliga mån. Den största energiåtgången för Dramaten, som inte har någon energiförbrukning vid användning, är vid materialframställning och tillverkning. Det diagonala sträcket representerar accepterbar gräns för energiåtgång gentemot pris för materialet. De material som fortfarande uppfyller de krav och begränsningar som är satta är bland annat olika typer av plaster (blåa bubblor), rostfritt stål (turkosa bubblor) och aluminium (vinröda bubblor).

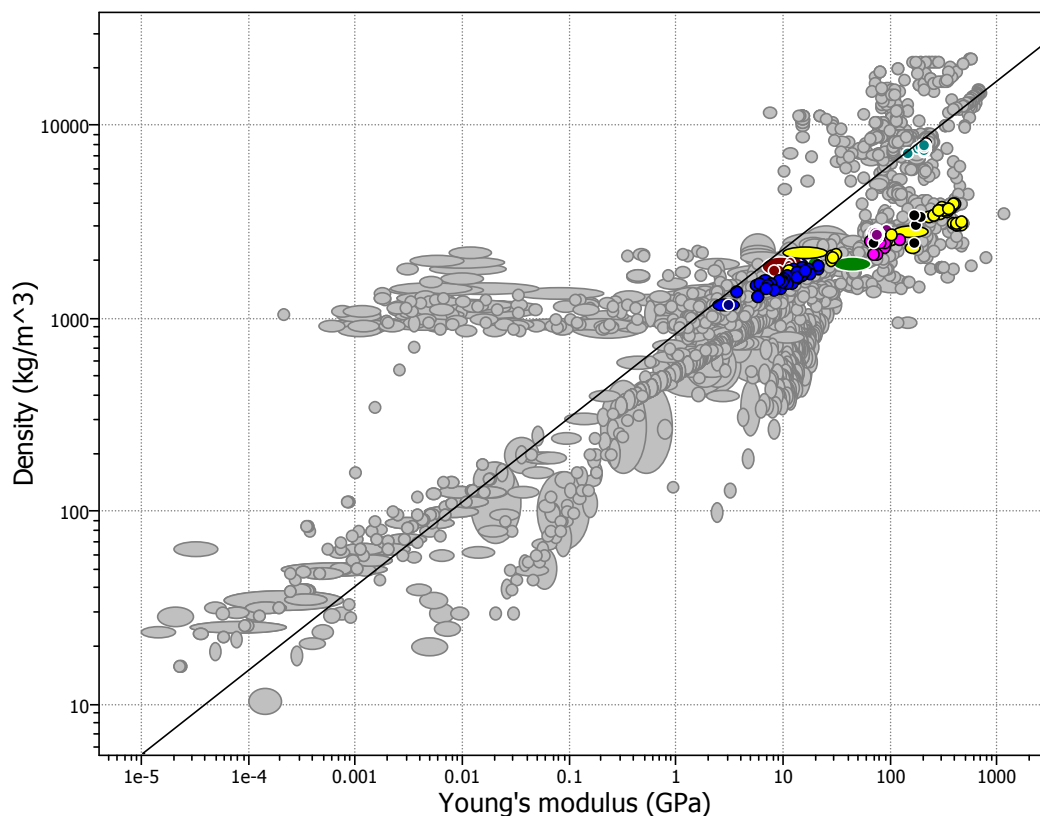


Diagram 8.1.2, Bubbeldiagram (densitet/E-modul)

I *diagram 8.1.2* går det att utläsa olika materials E-modul gentemot deras densitet. En hög E-modul kan reducera materialåtgången. Respektive öka materialåtgången om styvheten är sämre, då en förstärkning av konstruktionen blir nödvändig. Således kan konstruktionen fortfarande uppfylla bestämda krav om maximal vikt på produkten.

8.2 Alternativa material

Elimineringen av kvarstående material görs genom att undersöka dem mer noggrant. Till exempel kan inte vissa material bearbetas med lämplig tillverkningsmetod, och kan således inte erhålla önskad geometri. Valet grundas även i stor del på materialens vanliga tillämpningar och användningsområden. Andra sällningskriterier är till exempel pris. Utifrån detta väljs fyra olika material, som tas vidare i projektet. Valet resulterar i två olika plaster, PBT och PPS, samt två olika metaller, ett aluminium och ett rostfritt stål.

8.2.1 PBT- Polybutentereftalat (35% glasfiber och mica)

Materialet är en armerad termoplastisk polyester. Prisintervallet ligger mellan 21,7 och 23,9 SEK/kg och densiteten varierar mellan 1,59e3 kg/m³ och 1,74e3 kg/m³ (CES, 2011). PBT-polymeren har goda egenskaper vad gäller styvhet och hårdhet och den har låg vattenabsorption. Den är nötningsresistent och resistent mot UV strålning. Vidare har polymeren god kemikalieresistens och hög utmattningshållfasthet.

Armeringen ger materialet ännu bättre styvhet. Vad gäller dess begränsningar har den generellt sett låg slagseghet vid brottanvisningar, men tillsatsen av glasfibrer förbättrar dessa egenskaper. Plasten har god dimensionsstabilitet och PBT lämpar sig för formsprutning och extrudering (Clason et al., 2001).

8.2.2 PPS- Polyfenylensulfid (65% glasfiber och mica)

PPS- polymeren är mycket styv och resistent mot kemikalier. Plastens pris ligger i intervallet 50-60 SEK/kg (CES, 2011). Den är helt resistent mot svaga syror och starka baser. Armeringen ger bättre slagseghet, styvhet och mekanisk hållfasthet än ofyllda kvaliteter. PPS har bra utmattningshållfasthet, hög ytfinish, god krypresistens och dimensionsstabilitet. Eftersom PPS har låg smältviskositet är den lättbearbetad även vid höga fyllmedelshalter. Den är hårdast av termoplasterna och har högt prestanda/pris förhållande. Vad gäller dess begränsningar har den generellt sett låg slagseghet och angrips långsamt av starka oxiderande syror. PPS lämpar sig väl för formsprutning och extrudering (Clason et al., 2001).

8.2.3 Rostfritt stål (ferritiskt, glödgat - AISI 446)

Det rostfria stålet är mekaniskt starkt och är mycket tåligt mot saltvatten och solljus. Stålet AISI 446 har ett pris mellan 22,2-24,4 SEK/kg, som är relativt lågt i förhållande till energiåtgången för dess framställning (CES, 2011). Stålet innehåller ca 0,2% kol, ca 23-27% krom, ca 70-77% järn, samt mangan, kväve, fosfor, svavel och kisel. Stålet kan svetsas med vissa metoder. Det är det tyngsta materialet av de kvarvarande alternativen, men har också hög E-modul (Metal suppliers online, 2012).

8.2.4 Aluminium (2014, T4)

Materialet består av 93% aluminium, 4,5% koppar och resterande andel utgörs av magnesium, kisel och mangan. Detta aluminium uppfyller med god marginal de mekaniska krav som ställs på materialet och har en förhållandevis låg densitet i relation till dess E-modul. Det är vattenresistent och klarar saltvatten acceptabelt. Vidare är materialet UV-ljusresistent och har ett lågt pris, 17,5-19,2kr/kg. Vid framställning åtgår det mest energi i jämförelse med de tre övriga valda materialen. Däremot är aluminium i gengäld förhållandevis lätt att återvinna (CES, 2011).

8.3 Materialeleminering

Två av de fyra framtagna materialen elimineras för att möjliggöra närmare miljöanalys samt konstruktionsoptimering. Detta genomförs genom att göra en mer noggrann jämförelse mellan materialen och kravspecifikationen i *Tabell 8.3*. Eftersom de fyra framtagna materialen uppfyller alla krav måste materialelemineringen baseras på hur väl de uppfyller önskemålen.

Respektive önskemål tilldelas vikt på en skala 1-5, där en 1:a innebär att önskemålet har liten betydelse medan en 5:a innebär att önskemålet är av stor vikt. De olika materialen klassificeras där det högst rankade materialet tilldelas en 4, medan de lägst rankade materialet tilldelas en 1:a. Materialens värden för respektive egenskap multipliceras med egenskapens vikt. Summan av denna viktning ger en rangordning mellan materialen.

Tabell 8.3 Materialeleminering

Önskemål:	Vikt	Aluminium	PPS	PBT	Rostfritt
Råvarukostnad (SEK/kg)	2	17,5-19,2 (4)	45,6-50,1 (1)	21,7-23,9 (3)	22,2-24,4 (2)
Densitet (kg/m ³)	3	2,77e3-2,83e3 (2)	1,78e3-2,03e3 (3)	1,59e3-1,74e3 (4)	7,4e3-7,6e3 (1)
Råvaruenergi (MJ/kg)	5	197-218 (1)	123-136 (2)	86,9-96 (3)	77,2-85,3 (4)

Återvunnen andel i nuvarande resurs(%)	2	40,5-44,7 (4)	0,1 (2)	0,1 (2)	35,5-39,3 (3)
Resultat		27	25	37	33

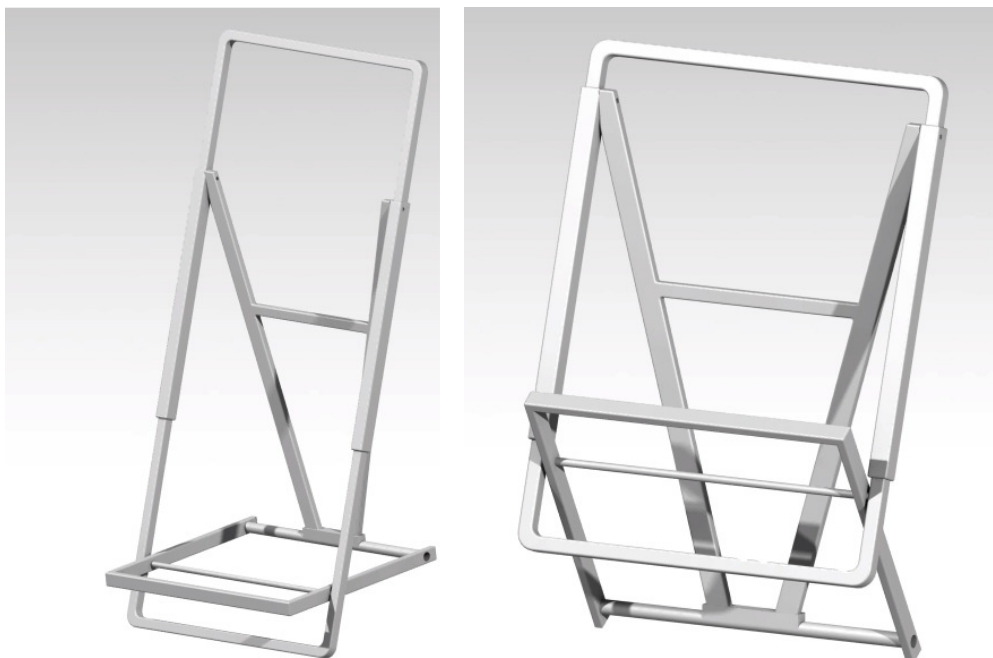
Tabellen ovan visar tydligt att de två material som bäst uppfyller önskemålen är PBT och rostfritt stål.

8.4 Optimering av konstruktion

Med utgångspunkt att materialåtgången orsakar produktens största miljöpåverkan genomförs en materialreducering samt optimering av konstruktionen. Reduceringen avvägs mot materialens hållfasthetsparametrar samt tillgängliga tillverkningsmetoder som till viss del hindrar möjligheterna vid konstruktion.

8.4.1 Modellering

För att avgöra materialens lämplighet vidareutvecklas CAD-modellen, se *Figur 8.4.1*, så att hållfasthet, vikt och mekanisk funktion kan analyseras. Då stålet är betydligt tyngre än plasten behöver stålkonstruktionen tunnast ut för att ej överstiga viktkravet från kravspecifikationen. Trots plastkonstruktionens lägre densitet, väljs även denna att skalast ner för att minska materialåtgången och därmed reducera miljöpåverkan. Detta genomförs genom att bland annat göra profilerna ihåliga. En tjocklek på 2 mm har valts för de flesta av tvärsnittens väggar då det är väl lämpat för extrudering samt formsprutning. Efter ett framtagande av en nerskalad version av den ursprungliga CAD-konstruktionen så har materialåtgången för stålkonstruktionen reducerats till 4,03 kg och till 0,9 kg för plastkonstruktionen. Här är ej övriga komponenter inräknade. Hänsyn tas även till det faktum att konstruktionen behöver kunna fällas ihop vid förvaring och transport. Av estetiska skäl rundas hörnen av. Tydligare åskådliggöring finns i *Bilaga 1* i form av ritningar och bilder.

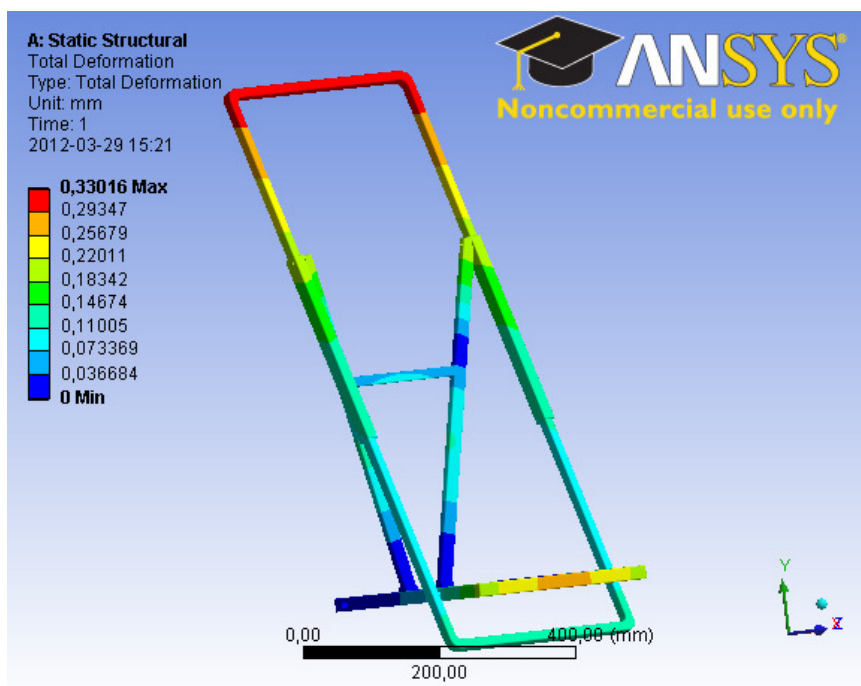


Figur 8.4.1, Färdig konstruktion

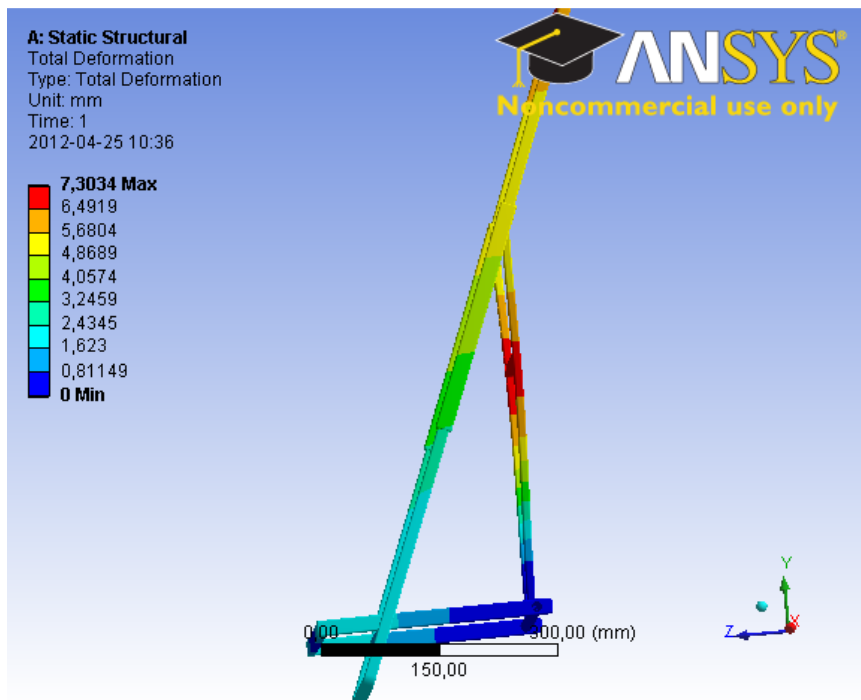
8.4.2 Hållfasthetsanalys

CAD-modellerna importeras till programvaran Ansys för hållfasthetsanalys. Med materialparametrar införda samt kraven angående lastvikt från kravspecifikationen kan deformationsmodeller och spänningsfördelningsanalyser tas fram.

Konstruktionen analyseras vid två olika statiska lägen, ett upprätt tillstånd samt ett lutat, där krafterna beräknats med säkerhetsmarginaler. Dessa två analysfall görs med de båda konstruktionerna. Vid den första analysen utsätts konstruktionen för en vertikal kraft av 400 N vilken fördelas jämt över hela lastytan, som i detta fall enbart var bottenplattan. Vid det andra belastningsfallet lutas konstruktionen från upprätt tillstånd, med en vinkel av 30 grader i färdriktningen. Krafterna fördelas i detta fall upp på både bottenplattan, 346 N samt på ryggstycket 300 N baktill. En dragkraft i handtaget tas även med i analysen av det lutade tillståndet. Från analysen fås tydliga deformations- samt spänningsrapporter för konstruktionen vid de olika utförandena. Rapporterna visar på låga spänningar i samtliga fall, i stålkonstruktionen är dessa något mer nämnvärda än de som uppstår i plastkonstruktionen. Deformationerna är även de små, men avsevärt högre för plastkonstruktionen jämfört med stålutförandet. Plastkonstruktionens deformationer ligger inom spannet av 0-7,30 mm, medan stålets deformationer ligger inom intervallet 0-0,33 mm. *Figur 8.4.2.1* och *Figur 8.4.2.2* visar deformationen på Dramaten i snedställt läge för de två olika konstruktionerna. Övriga analyser finns redovisade i *Bilaga 2*.



Figur 8.4.2.1, Deformation för rostfritt stål vid lutat läge.



Figur 8.4.2.2, Deformation för PBT vid lutat läge.

8.5 Tillverkningsmetod

Val av tillverkningsmetod skall ske utifrån ett miljöperspektiv där energiåtgången i tillverkningsprocessen skall vara så låg som möjligt och produktionsstegen så få som möjligt. Rådgivning erhöles av Antal Boldizar och Gustav Holmqvist vid Institutionen för Material- och tillverkningssteknik.

8.5.1 Rostfritt stål

För att tillverka de ihåliga rören, som konstruktionen i huvudsak består av, är extrusion en lämplig tillverkningsmetod. Dessa kan väljas att köpas in som standardformat från utomstående leverantör, vilket reducerar kostnader. De rundade hörnen formas genom att någon variant av bockning tillämpas. Det finns olika metoder vid bockning för att undvika veckning vid hörnen och på så sätt erhålla önskad profil.

8.5.2 PBT

Skulle produkten tillverkas av PBT finns det två möjliga alternativa metoder. Alternativt köps även här färdiga rör in och skarvas ihop i hörnen med hjälp av formsprutade komponenter. Ett annat alternativ är att formspruta hela delen och därmed slippa sammanfogningarna. Av estetiska skäl väljs det senare alternativet.

8.6 Återvinning

Som ett steg i LCA-analysen undersöks hur återvinningmöjligheterna ser ut för de två materialalternativen.

8.6.1 Återvinning av PBT

Vid återvinning av plastkonstruktionen tas PBT-polymeren tillvara och återanvänds för att kunna användas i produktion av nya produkter. Detta är en form av mekanisk återvinning då de olika plastprofilerna mals ned för att sedan möjliggöra en ny och hållbar produkt. Ur miljösynpunkt är detta ett bra alternativ då polymerer kan återvinnas ett flertal gånger innan egenskaperna försämras. Mekanisk återvinning lämpar sig väl då produkten till stor del består av ett och samma material (Plast- & kemiföretagen, 2010).

8.6.2 Återvinning av rostfritt stål

Rosfritt stål är i regel enkelt att återvinna, allmänt återvinns ca 90 %. Detta är positivt ur en miljöaspekt, då påfrestningar på naturen för att ta fram nytt material kan reduceras. Stålets mekaniska egenskaper bibehålls så det finns ingen begränsning för hur många gånger materialet kan återvinnas. Metallåtervinning i Sverige är väl utvecklad, vilket möjliggör en enkel hantering för användaren vid kvittblivning av produkten (Jernkontoret, 2009).

8.7 Miljöanalys

För att kunna jämföra de olika materialalternativen med avseende på miljöpåverkan görs en ECO-analys i CES. Ingående parametrar i analysen är valt material, vikt, tillverkningsmetod, andel återvunnet material i produkten och kvittblivning. Från analysen går det att utläsa energiåtgång och koldioxidutsläpp för produktens materialframställning-, tillverkning- och slutfas, vilket återspeglas i *Diagram 8.7.1-8.7.4*. Miljöpåverkan från transportfas tas inte i beaktande eftersom det är bortom projektets avgränsningar. Användarfasen undersöks inte då produkten inte har någon energiåtgång i form av en drivande motor.

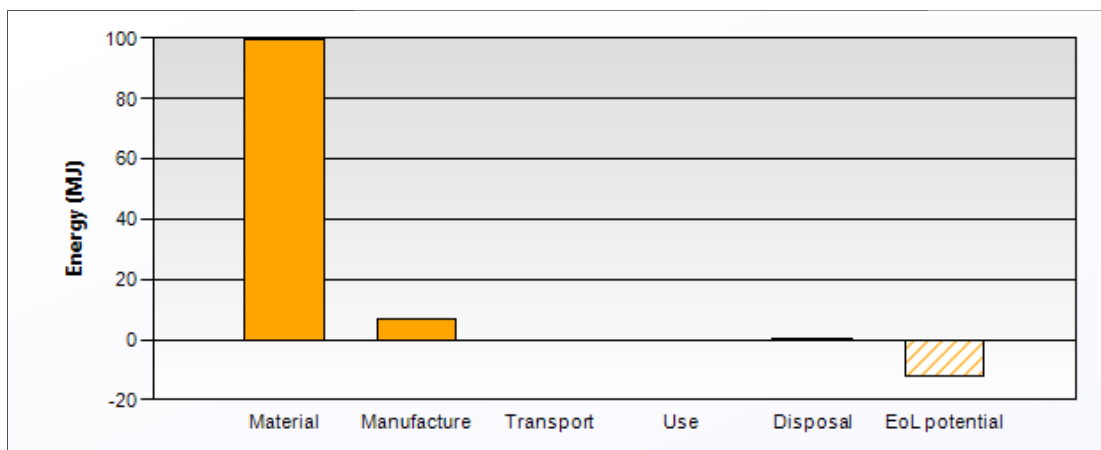


Diagram 8.7.1, Energiåtgång PBT

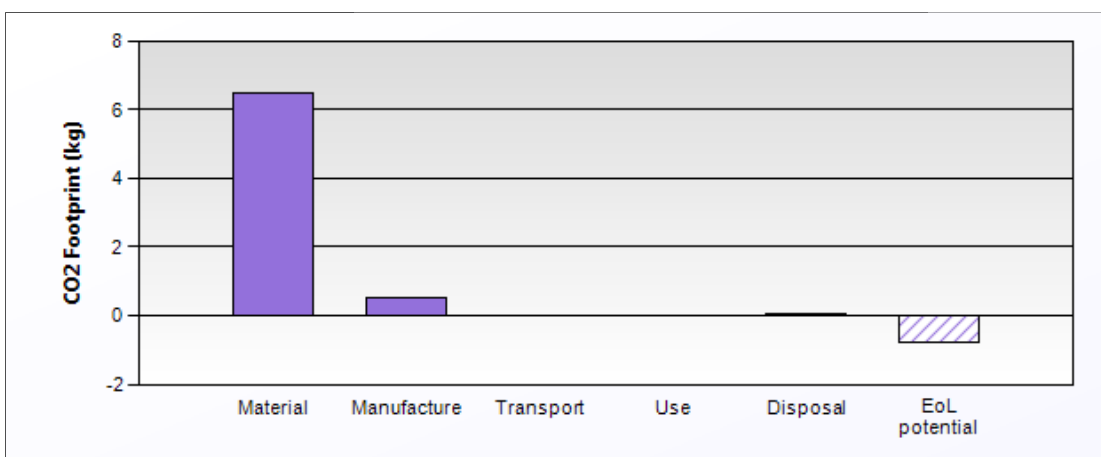


Diagram 8.7.2, Koldioxidutsläpp PBT

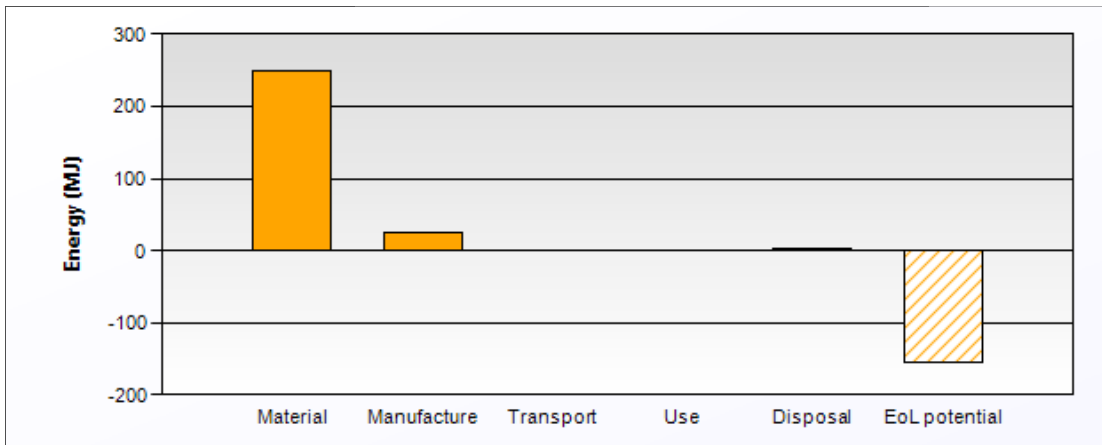
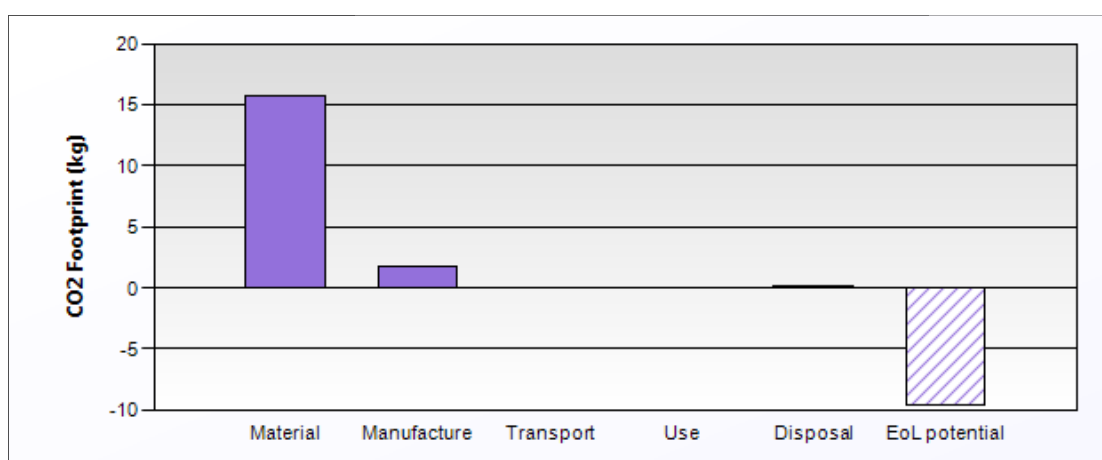


Diagram 8.7.3, Energiåtgång, rostfritt stål



Diagram, 8.7.4, Koldioxidutsläpp, rostfritt stål

8.7.1 Utvärdering av miljöanalys

Som beskådas i diagrammen är konceptet med PBT mindre miljöbelastande med avseende på energiåtgång och koldioxidutsläpp. Rostfritt stål har dock bättre återvinningspotential, vilket sänker stålalternativets totala energiåtgång och koldioxidutsläpp betydligt. Dock kräver detta att full återvinning tillämpas, energiåtgången för materialframställning och tillverkning känns således mest relevant att analysera. För att minska miljöpåverkan för stålalternativet skulle konstruktionen eventuellt kunna materialreduceras ytterligare tack vare stålets goda hållfasthetsegenskaper. Detta begränsas dock ur en tillverkningssynpunkt då tvärsnitt och små komponenter är komplicerade att framställa. Ur ett design- och funktionellt perspektiv är det heller inte önskvärt att minska materialåtgången ytterligare då konstruktionen kan ge ett instabilt intryck och vara för tunn för att ge ett bekvämt grepp vid användning.

9. Övriga komponenter

Utgångspunkten är en tillverkningsserie med 5000 Dramaten. De övriga komponenter som ingår i produkten köps in som standardprodukter då det inte lönar sig att själv tillverka dessa vid så små serier. Bland dessa ingår de spärrar och låsmekanismer som möjliggör ut- och ihopfällning av Dramaten, pluggar och infästningar som krävs i lederna, samt ergonomiska grepp till drag- och lyfthandtag.

9.1 Hjul

Vid val av hjul finns lufthjul och punkteringsfria hjul att välja på. Lufthjul ger bättre dämpning men eftersom ett av kraven på produkten är att den skall vara underhållsfri väljs istället punkteringsfria. De har diametern 160 mm vilket gör produkten stabil och lätt att köra. Inköpspris beräknas ligga på 75 SEK/par. Detta baseras på försäljningspris i butik.

9.2 Väska

Väskan skall vara vattentät, värmeisolerad och den skall tydligt påvisa miljövänlighet. För att den skall bibehålla formen skall materialet vara något styvt och förstärkas med skenor i hörnen. Botten av väskan förstärks med en platta och fästs i underredet av ställningen. Plattan är av samma typ som finns i många existerande väskor och utgörs av en tunnare plastskiva. Väskan hålls uppe och på plats med hjälp av remmar som fästs med tryckknappar i botten i väskans framkant, bakkant och baktill i ställningens tvärgående handtag. Detta gör att den är lätt att avlägsna från ställningen vid behov. Materialet skall till stor del vara återvinningsbart och vara fritt från gifter.

10. Kostnadsanalys

För att ta hänsyn till kostnadsaspekten görs en kostnadsanalys för plast- respektive stålalternativet med hjälp av *Process selection, Swift & Booker, 2003*. Kostnaden som beräknas tar hänsyn både till materialkostnad, materialåtgång och tillverkningskostnader. Resultatet av analysen kommer i ett första steg att användas för en relativ jämförelse mellan materialalternativen. I slutanalysen av resultatet används den beräknade kostnaden för att jämföra det framtagna konceptet med en befintlig produkt på marknaden.

10.1 Kostnadsberäkning

Tillverkningskostnaden för en enskild process och komponent, M_i , kan beskrivas med formeln:

$$M_i = VC_{mt} + R_c P_c$$

V = volymen på materialet som krävs vid framställningen och erhålls från CAD-modellen

C_{mt} = kostnaden för materialet [kr/mm³]

P_c = grundläggande processkostnad

$R_c = C_{mp} C_c C_s C_t$, relativa kostnadscoefficienten baserad på olika faktorer

10.1.1 Rostfritt stål

Tillverkningsmetoden som beräkningen baseras på är tillverkning av rör genom extrudering. Materialkostnaden för det rostfria stålet är 24SEK/kg och materialåtgången är 2,7kg. För denna tillverkningsmetod med ett antagande om en tillverkningsvolym på 5000st/år erhålls följande värden på ovanstående parametrarna:

$P_c = 10$ (Grundläggande processkostnad)

$C_{mp} = 2$ (Material – process kompatibilitet)

$C_c = 1$ (Detaljkomplexitet)

$C_s = 1$ (Tvärsnittskoefficient)

$C_t = 2,5$ (Tolerans och ytfinish)

Detta ger:

$$R_c = 2 * 1 * 1 * 2,5 = 5$$

Vilket ger:

$$M_i = 4kg * \frac{24SEK}{kg} + 5,73 = 101,7SEK$$

Andra termen i additionen (Pc*Rc) är omräknad från pence till kronor för att få priset i samma valuta.

10.1.2 PBT

Tillverkningsmetoden som beräkningen baseras på är formsprutning av rören i ställningen. Materialkostnaden för PBT plasten är 22 SEK/kg och materialåtgången är 1,2 kg. För denna tillverkningsmetod med ett antagande om en tillverkningsvolym på 5000 st/år erhålls följande värden på parametrarna:

Pc =80 (Grundläggande processkostnad)

Cmp=1 (Material – process kompatibilitet)

Cc=1,2 (Detaljkomplexitet)

Cs=1,1 (Tvärsnittskoefficient)

Ct=4 (Tolerans och ytfinish)

Detta ger:

$$R_c = 1 * 1,2 * 1,1 * 4 = 5,28$$

Vilket ger:

$$M_i = 0,9kg * \frac{22SEK}{kg} + 48,4 = 68,2SEK$$

Andra termen i additionen (Pc*Rc) är omräknad från pence till kronor för att få priset i samma valuta.

10.1.3 Försäljningspris

Tillverkningskostnad för ställningen beräknas till 101,7 SEK för rostfritt stål och till 68,2 SEK för PBT. Inköpskostnad för hjul är 75 SEK/par och väskan uppskattas ha ett inköpspris på 100 SEK efter att ha studerat liknande produkter på marknaden. För att få fram ett försäljningspris läggs 200 % på priset eftersom det kan uppskattas att minst 100 % läggs på i varje försäljningssteg. Försäljningspriset blir då 830 SEK för det rostfria stålet och 730 SEK för PBT.

11. Val av material

Det slutgiltiga materialvalet beror på hur väl koncepten uppfyller önskemålen i kravspecifikationen, där miljöaspekten är av stor vikt då produkten skall vara så miljöanpassad som möjligt. I en tabell undersöks hur väl de två olika koncepten uppfyller de viktade önskemålen från kravspecifikationen. Det koncept som bäst uppfyller önskemålet får poäng utefter hur högt önskemålet är viktat. *Tabell 11* ger en tydlig bild och motivering till materialvalet.

Önskemål	Vikt	Rostfritt stål	Poäng	PBT	Poäng
Vikt (<3 kg)	Ö3	4,03 kg	0	2,70 kg	3
Tillverkat av återvunnet material (%)	Ö2	35,5-39,3 %	2	0,1%	0
Råvaruenergi (MJ)		239 MJ		265 MJ	
Tillverkningsenergi (MJ)		23,4 MJ		52,1 MJ	
End of life potential (MJ)		- 148 MJ		- 31,8 MJ	
Total Energiåtgång (MJ)	Ö5	114,4 MJ	5	285,3 MJ	0

CO ₂ -utsläpp, materialframställning (kg)		15 kg		17,3 kg	
CO ₂ -utsläpp, tillverkning (kg)		1,76 kg		3,91 kg	
CO ₂ -utsläpp, end of life potential (kg)		- 9,27 kg		- 2,07 kg	
Totalt CO₂-utsläpp	Ö5	7,49 kg	5	19,14 kg	0
Kvittblivning (%)	Ö3	Recycle, 100 %	3	Downcycle, 100 %	0
Totalkostnad	Ö2		0		2
RESULTAT			15		5

Tabell 11, Materialvalstabell

Som kan utläsas i tabellen ovan är PBT det mest fördelaktiga materialet. Konstruktionen med plasten kräver mindre energi vid både materialframställning och tillverkning än vad konceptet med rostfritt stål gör. Även koldioxidutsläppen är mindre för plastalternativet. Då miljöaspekten ligger i fokus för projektet har dessa fördelar värderats högst. Andra önskemål från kravspecifikationen som också skulle kunna tas i beaktade här är t.ex. estetiskt tilltalande, smidigt intryck och utstrålning av kvalitet, men då det endast går att göra en högst subjektiv jämförelse utifrån dessa önskemål tas de ej hänsyn till. Det slutgiltiga materialvalet blir således PBT.

12. Resultat

För att utvärdera den produkt som tagits fram görs en jämförelse med en befintlig Dramat från Playmarket med avseende på pris, miljöpåverkan och prestanda.

12.1 Miljö

Dagens Dramater är i stor utsträckning tillverkade av aluminium. Därför görs en ECO-analys i CES av en dramt tillverkad i aluminium, se *Diagram 12.1*.

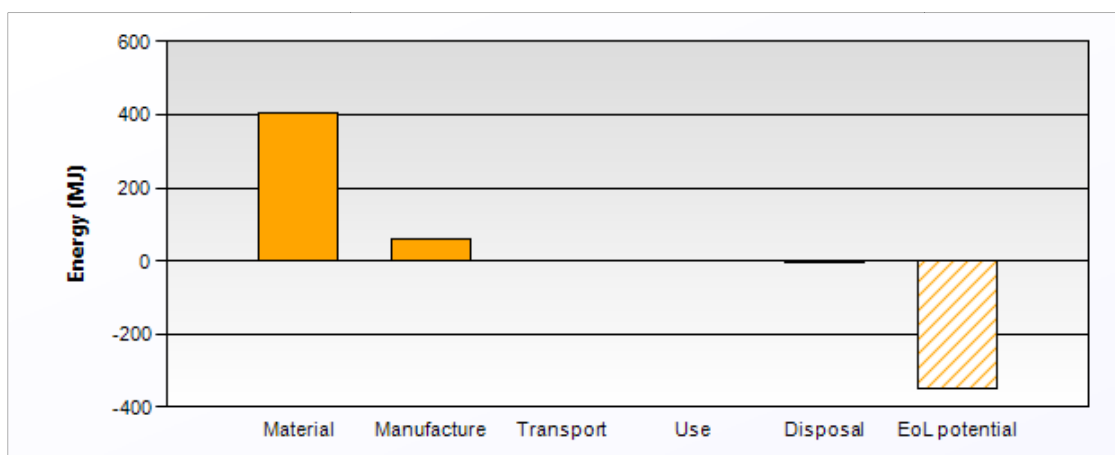


Diagram 12.1, Miljöanalys för Dramat i aluminium

Analysen visar hur stor påverkan på miljön en Dramat i aluminium utgör. Utvinning av aluminium är enormt energikrävande, och jämfört med den framtagna Dramaten skiljer det nästan 300 MJ per Dramat. Återvinningspotential för aluminium är dock högre än för PBT.

12.2 Pris

Den jämförbara Dramaten finns på marknaden och har försäljningspriset 1345 kr. Det beräknade försäljningspriset för den framtagna Dramaten är 730 kr och är därmed betydligt lägre.

12.3 Prestanda

I avseende på teknisk prestanda är de två Dramaterna relativt likvärdiga. Väskan på den framtagna Dramaten har en volym på ungefär 40 liter, jämfört med 46 liter på den befintliga. Dramaten beräknas väga ungefär 2,4 kg, där ställningen utgör 0,9 kg och hjul tillsammans med väska utgör 1,5 kg. Den är således lättare än den befintliga som väger 3.2 kg. Nedan åskådliggörs den slutgiltiga Dramaten i *Figur 12.3*.



Figur 12.3., Färdig konstruktion modellerad i Autodesk Inventor.

13. Diskussion

Vid jämförelsen av den framtagna produkten med en liknande existerande Dramat var resultatet fördelaktigt. Den framtagna produkten har ett lägre försäljningspris och likvärdig prestanda dock med vissa övervägande fördelar som inställbar handtagslängd och ett lyfthandtag baktill. Dessutom visar ECO-analysen av den befintliga Dramaten i aluminium att den har en mycket större miljöpåverkan. Eftersom huvudsyftet med projektet var att miljöanpassa produkten tolkas detta som ett tillfredsställande resultat. Det bör dock nämnas att en helt rättvis jämförelse är svår att åstadkomma då det saknas ingående fakta om den existerande Dramaten, vilket bör finnas i åtanke.

För att marknadsföra produkten på bästa sätt är det nödvändigt att framhäva dess identitet och vad som är specifikt gentemot andra liknande produkter. Miljöaspekten är central och genomsyrar hela projektet vid såväl tillverkningsprocessen som materialvalet. Dock är kundernas uppfattning om produkten lika viktig att ta hänsyn till, dvs produkten är inte bättre än hur kunden uppfattar den. För att åstadkomma en miljöprofil har design och färg en stor påverkan hos kunden, något som kan analyseras ytterligare med t.ex. kundundersökningar som underlag. Väskan har inte beaktats i detta projekt men ur ett estetiskt perspektiv har den stor inverkan på hur Dramaten uppfattas. Profileringen för den framtagna Dramaten grundar sig främst i att framhäva hur produkten blivit producerad och att förmedla produktens miljömedvetenhet vad gäller materialval. En logotyp skall förtydliga detta budskap och en broschyr skall medfölja vid köp av produkten som beskriver

produktens material och tillverkningsprocess. På detta sätt förmedlas en miljöbaserad image.

För att uppnå ett ännu bättre resultat hade det varit intressant att ytterligare gå tillbaka och optimera de olika stegen i utvecklingen. Själva konceptgenereringen genomfördes relativt snabbt, utan någon grundlig bakgrundsundersökning av befintliga produkter. Eventuellt skulle en mer omfattande kundundersökning kunnat ge en tydligare bild från början av vilka funktioner som saknas på redan existerande produkter och vilka brister de har i dagsläget. Vidare skulle ytterligare optimering vid materialreducering kunna undersökas. Detta för att minska belastningen på miljön ännu mer, utan att göra avkall på produktens hållbarhet och funktionalitet. Då tiden varit begränsad har det ej varit möjligt att tillverka en prototyp. Detta hade dock varit intressant för att kunna testa produktens funktioner och åskådliggöra den på ett tydligare vis. Hade det funnits möjlighet att tillverka en prototyp skulle den för bästa resultat tillverkas i verklig storlek, med rätt tillverkningsmetod och material.

Referenser

Böcker

- Ashby F. (2009) Materials and the Environment – Eco-informed Material Choice.
Booker J.D. och Swift K. G. (2003) Process Selection: From Design to Manufacture.
Klason C., Kubát J., Ringdahl M. och Boldizar A., (2001) Plaster – materialval och materialdata.
Lundh H. (2000) Grundläggande hållfasthetslära.

Folder

- Jönbrink A. K. Ekostrategihjulet version 5.

Webbkällor

- Jernkontoret- den svenska stålindustrins branschorganisation. (2009)
<http://www.jernkontoret.se/stalindustrin/staltillverkning/atervinning/index.php> (2012-03-26)
Metal suppliers online. (2012)
<http://www.suppliersonline.com/propertypages/446.asp> (2012-03-13)
Plast och kemiföretagen. (2010)
<http://www.plastkemiforetagen.se/plastinformation/atervinning/Pages/default.aspx> (2012-03-25)

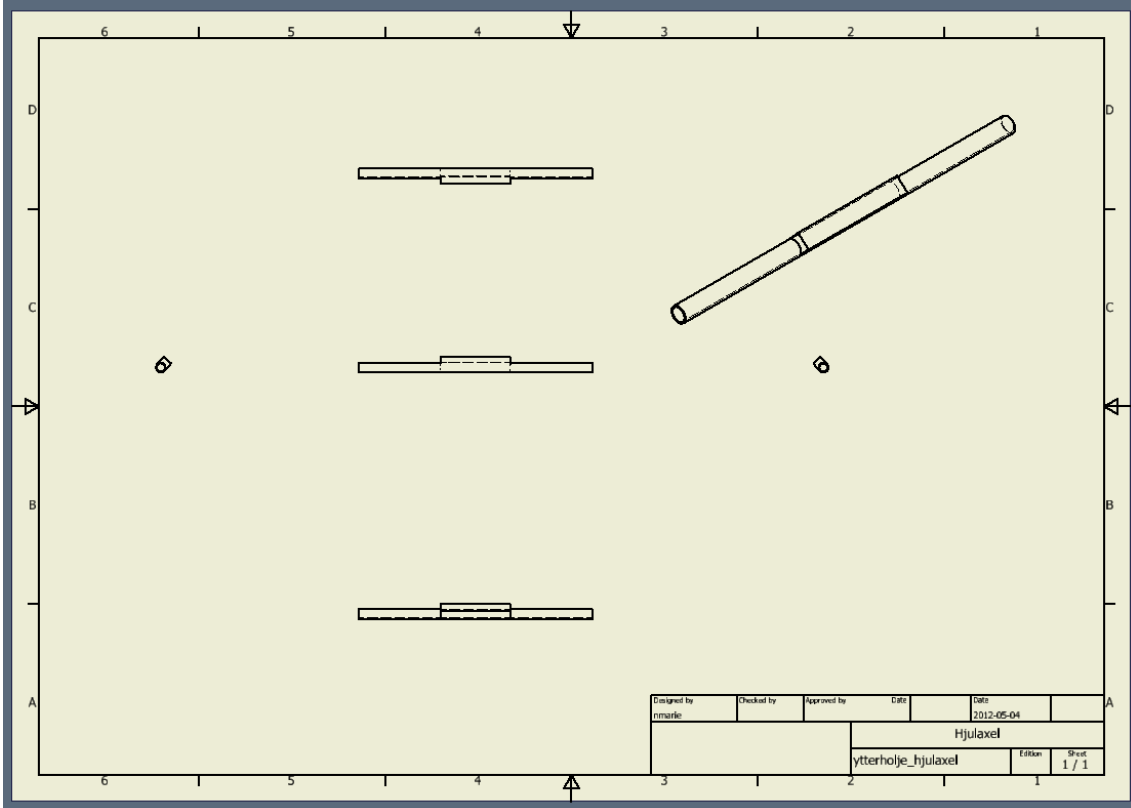
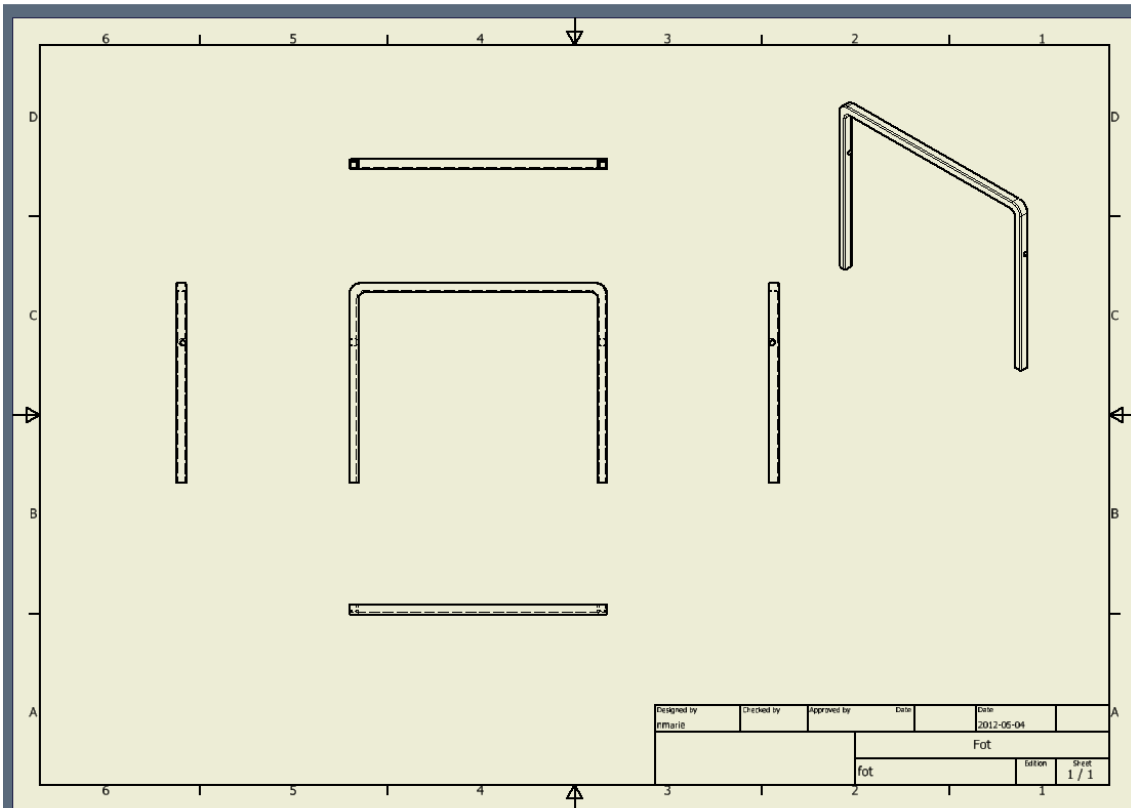
Bilagor

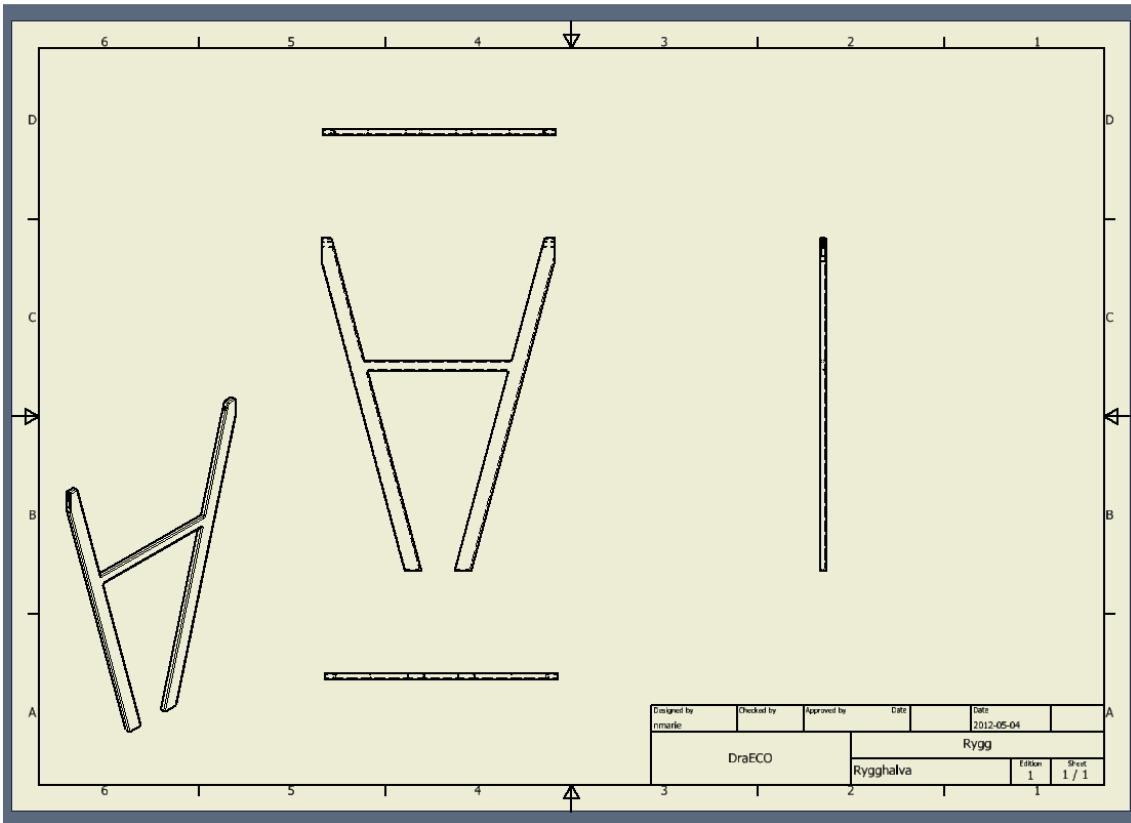
Bilaga 1

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Rygghalva	
2	1	ytterholje_hjulaxel	
3	2	sloskena	
4	1	handtag	
5	1	for	
6	1	Bottenplatta	
7	1	Pinne	

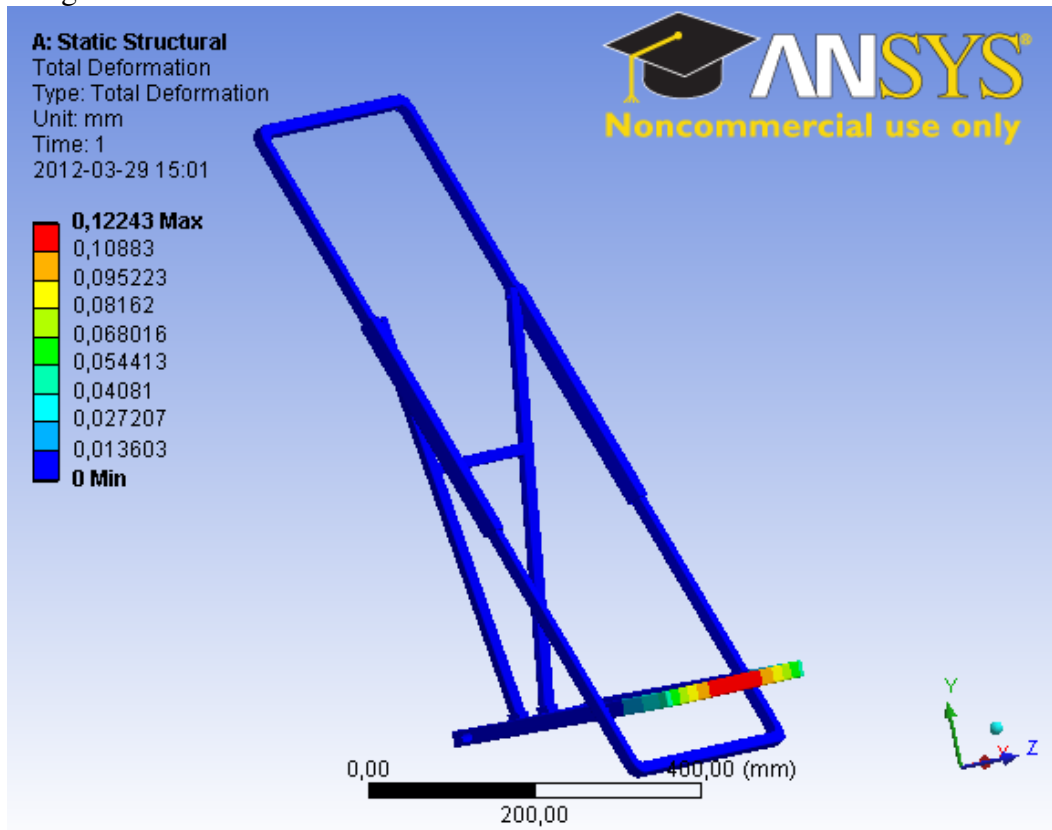
Designed by nmarie	Checked by	Approved by	Date	Date	2012-03-26
Assembly_steel				Editor	Sheet 1 / 1

Designed by nmarie	Checked by	Approved by	Date	Date	2012-05-04
Bottenplatta				Editor	Sheet 1 / 1

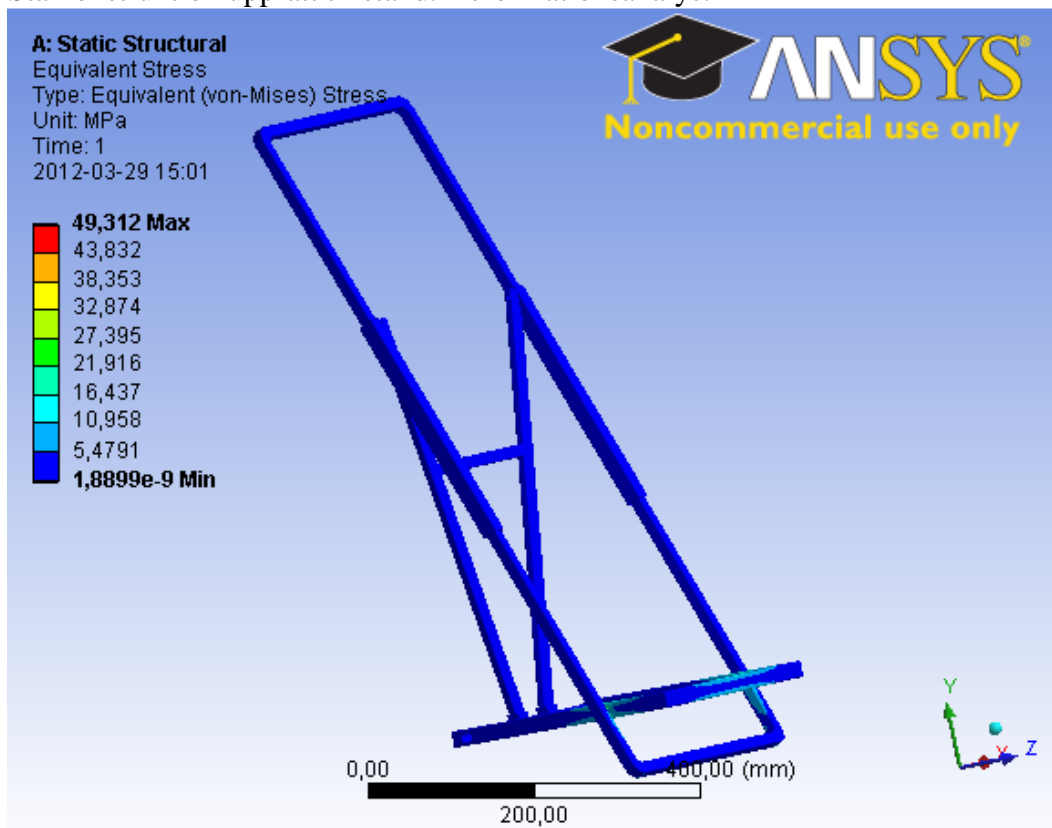




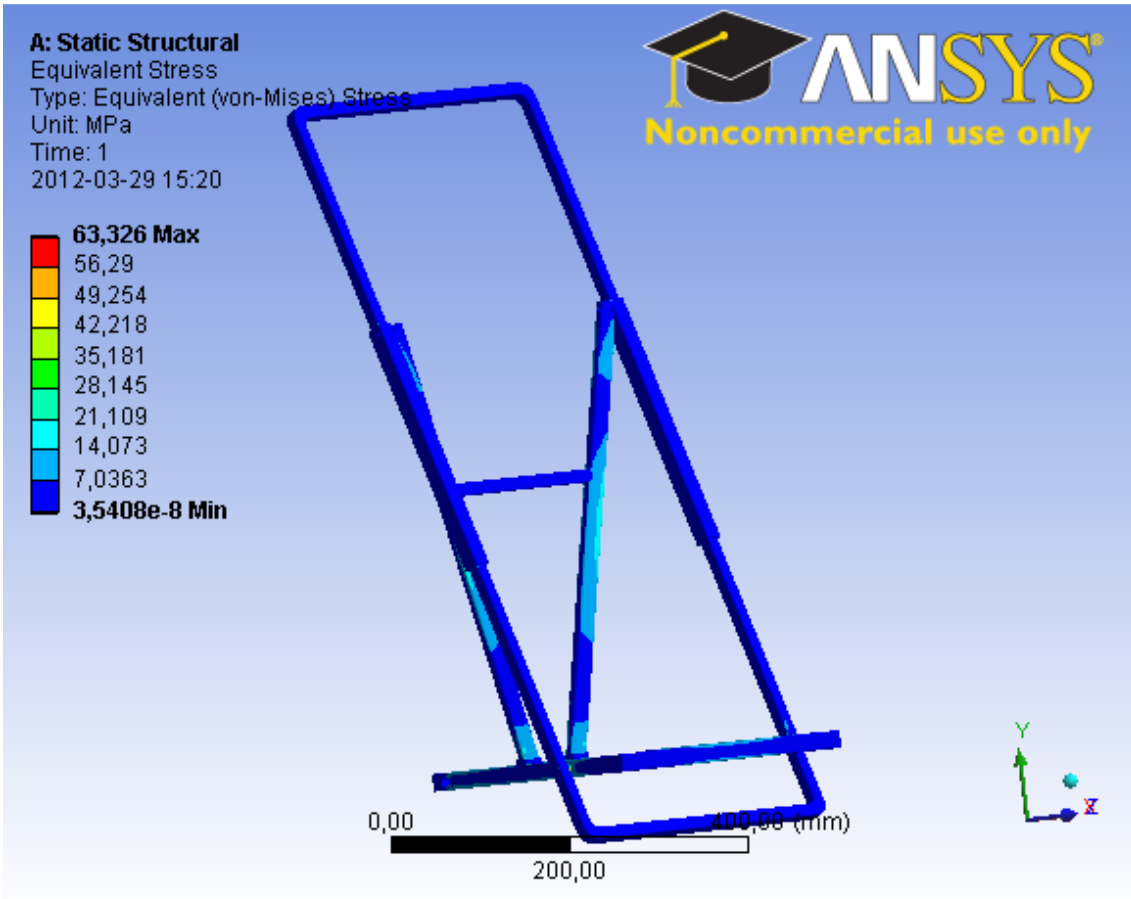
Bilaga 2



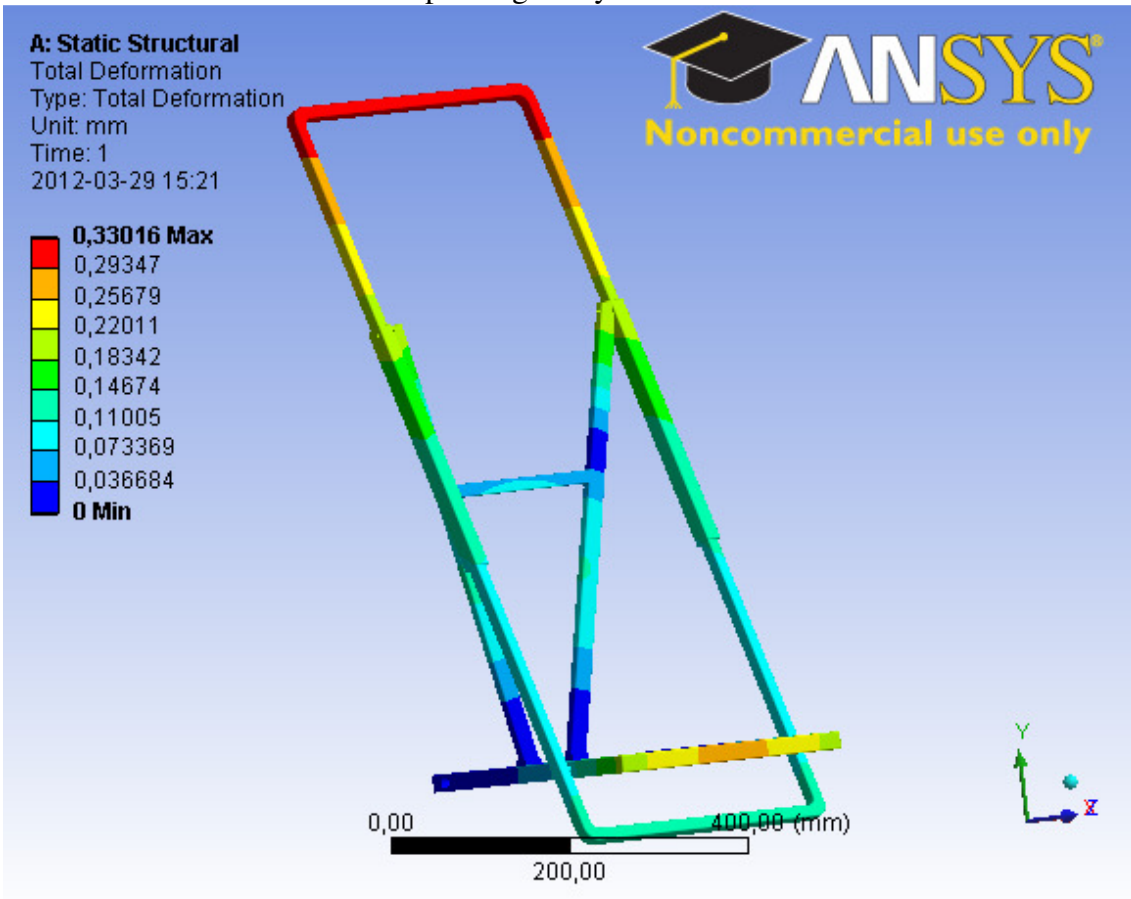
Stålkonstruktion upprätt tillstånd. Deformationsanalys.



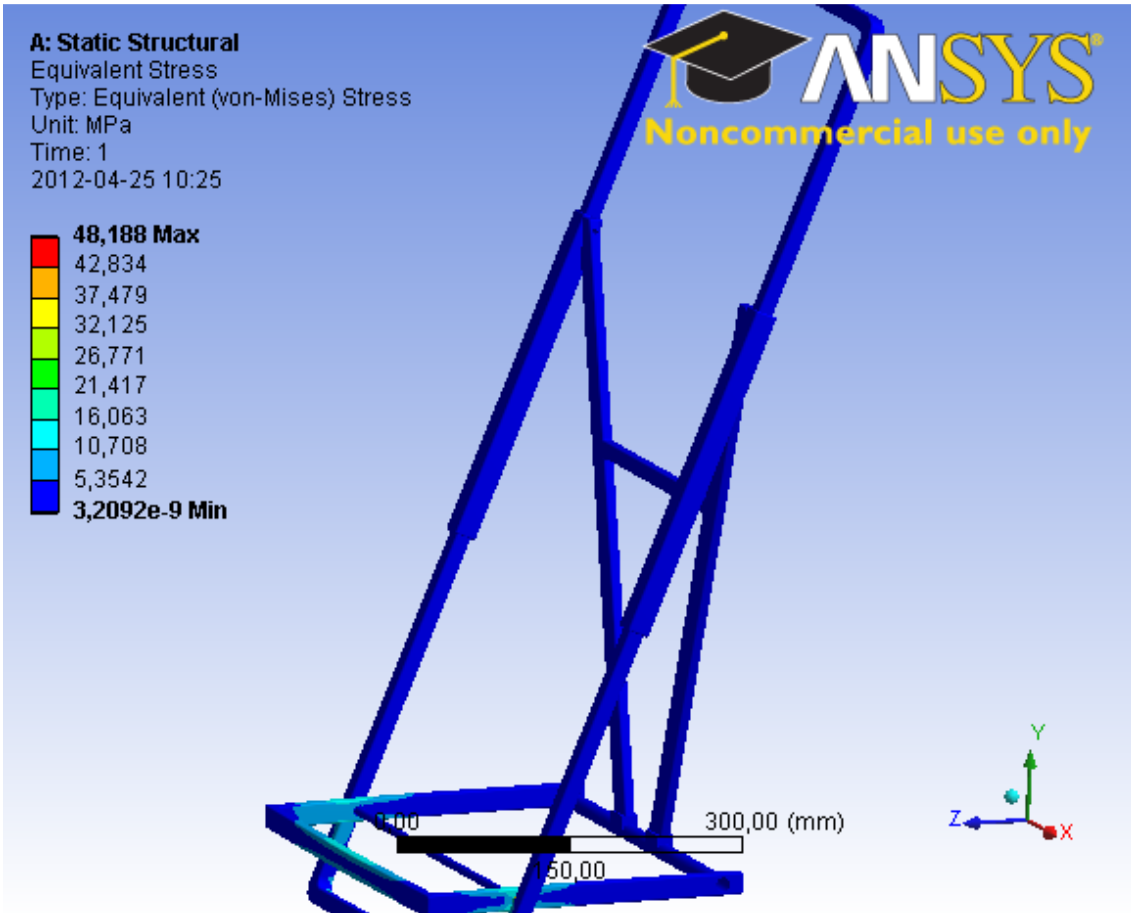
Stålkonstruktion upprätt tillstånd. Spänningsanalys.



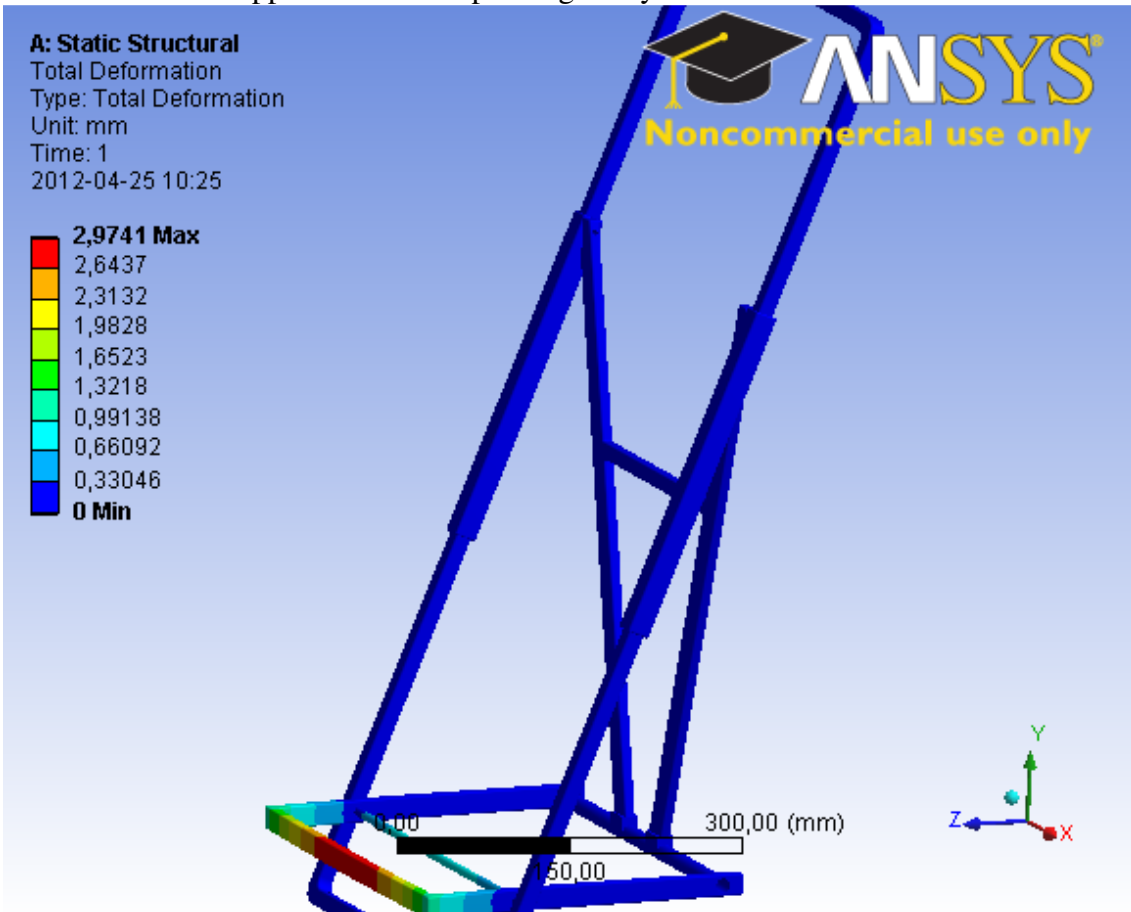
Stålkonstruktion lutat tillstånd. Spänningsanalys.



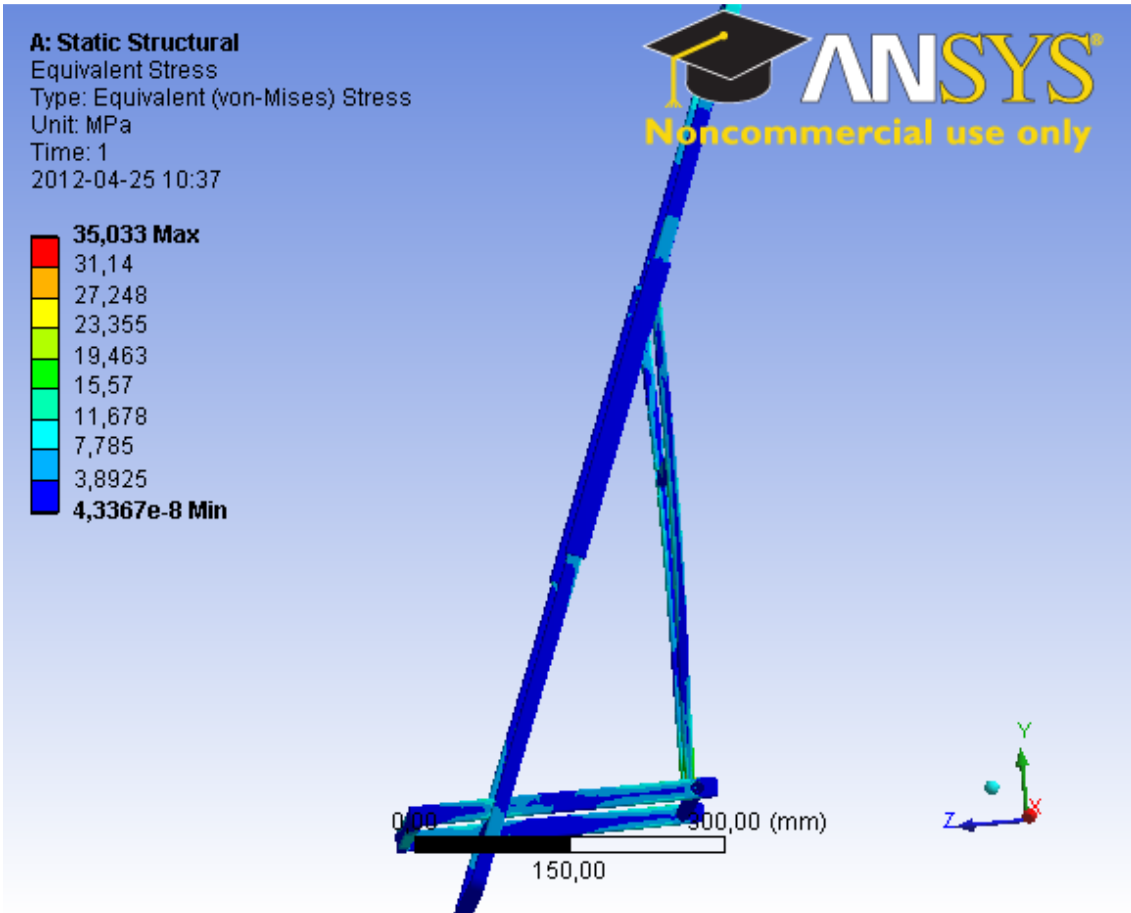
Stålkonstruktion lutat tillstånd. Deformationsanalys.



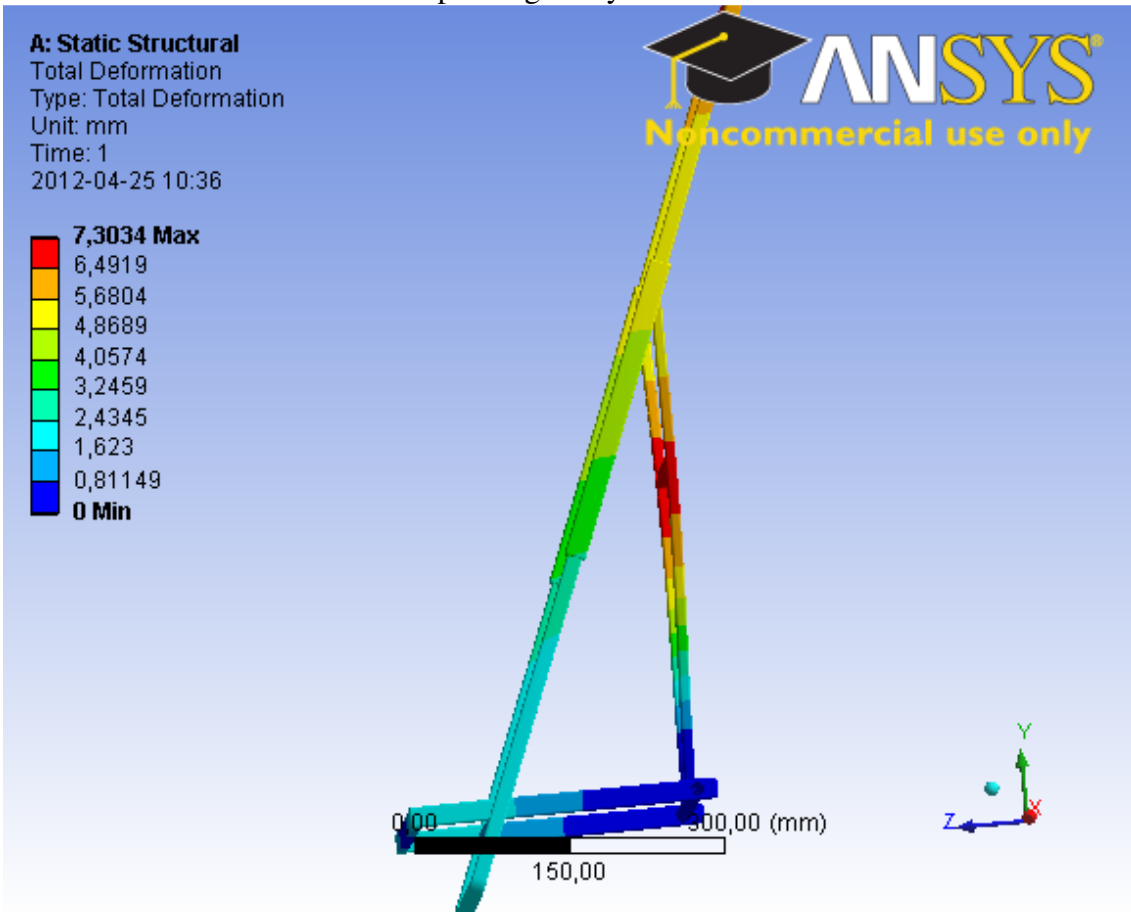
Plastkonstruktion upprätt tillstånd. Spänningsanalys.



Plastkonstruktion upprätt tillstånd. Deformationsanalys.



Plastkonstruktion lutat tillstånd. Spänningsanalys.



Plastkonstruktion lutat tillstånd. Deformationsanalys.