



Takslösning för lätt elfordon

Roof solution light electrical vehicle

Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom Maskiningenjörsprogrammet

Erik Lexberg

Liam Knowles

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik

Avdelningen för Avancerad oförstörande provning

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sweden, 2017

Examinator: Gert Persson

Examensarbete No. 174/2017

Förord

Denna rapport är ett examensarbete för Produktutveckling inom maskinkonstruktion som behandlar utvecklingen av ett Soltak till ett litet eldriven fordon på uppdrag åt Combitech AB. Projektet är för högstskoleingenjörsexamen och omfattar 15 högskolepoäng. Arbetet är utfört av Liam Knowles och Erik Lexberg vid Chalmers tekniska högskolan (CTH) i Göteborg, under våren 2017.

Vi vill börja med att tacka Svante Arnesson som har varit vår handledare på Combitech för sitt engagemang, kunskaper och vägledning som han har delat med sig under projektets gång. Vi vill också tacka Gert Persson vår handlare på Chalmers samt annan personal på som har hjälpt oss under arbetets gång.

Maj 2017

Liam Knowles

Erik Lexberg

Sammanfattning

Detta examensarbetet går ut på att ta fram ett konceptförslag för ett soltak till ett lätt elfordon utvecklad av Ellwee. Produktförslaget tas fram genom ett antal olika metoder för konceptgenerering, urval, beräkningar och förbättringsarbete. Examensarbetet resulterade i ett koncept som uppfyller de krav som ställs på soltaket och som har hög realiserbarhet. Soltaket är utformat utifrån en aluminiumkonstruktion som är infäst i bakdelen och sedan löper över fordonet. På den överliggande delen av aluminiumkonstruktionen finns ett infällbart tak, utformat som en solfjäder. Taket är infällbart för att skapa en platseffektiv förvaring för konsumenten men också ökad valmöjlighet för handhavaren. Det finns ytterligare ett antal funktioner på soltaket som ökar den personliga anpassningen för handhavaren, mer om dessa hittas i rapporten.

Abstract

This bachelor thesis deals with the development of a concept for a sun-roof solution which will serve as application for a light electrical vehicle developed by Ellwee. The concept was developed through a number of different methods that were applied to the concept generation, selection, calculations and improvements. The thesis work resulted in a concept that meets the demands and constraints that were placed on the sun-roof and holds a high degree of realizability. The sunroof's design is based on a aluminum structure that is attached to the rear part of the vehicle. The structure then curves over the vehicle and creates the final design of the concept. On the overbearing part of the aluminum structure includes a retractable section, designed to be utilized as a solar fan. The roof is retractable to create a space-efficient storage for the consumer, but also to increase the useability for the user. There are a number of additional features on the sunroof that increase personalization for the user, these can be found in greater detail in the report.

Innehållsförteckning

1. Inledning	6
1.1. Bakgrund	6
1.2. Syfte	6
1.3. Avgränsningar	6
1.4. Precisering av frågeställning	6
2. Teoretisk referensram	7
2.1. Projektgång	7
2.2. Benchmarking	7
2.3. FMEA	7
2.4. Kravspecifikation	8
2.5. Konceptgenerering	8
2.6. Elimineringsmatris	8
2.7. Kesselringmatris	8
2.8. CAD, Catia V5	8
2.9. FEM-beräkningar, Catia V5	9
3. Metod	10
3.1. Benchmarking	10
3.1.1. Lösning 1	10
3.1.2. Lösning 2	10
3.1.3. Lösning 3	11
3.1.4. Lösning 4	11
3.1.5. Lösning 5	12
3.1.6. Infästningspunkter	12
3.2. FMEA	13
3.3. Kravspecifikation	13
3.4. Koncept	14
3.4.1. Koncept 1	14
3.4.2. Koncept 2	15
3.4.3. Koncept 3	15
3.4.4. Koncept 4	16
3.4.5. Koncept 5	17
3.5. Elimineringsmatris	18
3.6. Kesselringmatris	19
3.7. CAD-modellering och slutgiltigt konceptval	20
3.7.1. Funktionsbeskrivning koncept 1	20
3.7.2. Funktionsbeskrivning koncept 5	21
3.7.3. Slutgiltigt Konceptval i samråd med Ellwee	22
4. Omkonstruktion och beräkningar	23

4.1. Omkonstruktion	23
4.1.1. Omkonstruktion aluminiumprofiler	23
4.1.2. Omkonstruktion vinkelkoppling	23
4.1.3. Omkonstruktion höjdglering	24
4.2. Beräkningar i FEM	25
4.2.1. Vertikal nedåtriktad belastning	25
4.2.2. Vertikal uppåtriktad belastning	28
4.2.3. Sned uppåtriktad belastning	30
4.3. Frekvensanalys	32
5. Prototyp	33
6. Resultat	34
6.1. Aluminiumbalkar	34
6.2. Takduk	34
6.3. Takstänger	35
6.3.1. Inre stänger (A)	35
6.3.2. Stödjande stänger (B)	35
6.3.3. Bärande stänger (C)	36
6.4. Låsarmen	36
6.5. Kopplingshuvud	37
7. Detaljritningar	37
8. Slutsats	39
9. Fortsatt arbete	39
10. Referenser	40
11. Bilagor	41
Bilaga 1	41
Bilaga 2	42
Bilaga 3	43
Bilaga 4	44
Bilaga 5	45
Bilaga 6	46
Bilaga 7	47
Bilaga 8	48
Bilaga 9	49
Bilaga 10	50

1. Inledning

I detta kapitlet ges en beskrivning av problemet, ett syfte med projektet, lämpliga avgränsningar och en precisering av den frågeställning som arbetet går ut på att lösa.

1.1. Bakgrund

Ellwee är framtagen som ett lätt eldrivet multifunktionsfordon som främst är framtaget som ett komplement till den traditionella golfbilen. Fördelarna med att använda en Ellwee istället för en golfbil är att priset är hälften av en vanlig golfbil vilket innebär att spelarna kan ha varsitt fordon istället för att åka i samma golfbil. Detta resulterar i fler starttider och större intäkter för golfklubbarna. Den låga vikten på Ellwee gör också att förslitningen på gräset minskar jämfört med om traditionella golfbilar används. Något som har kommit fram vid lanseringen av Ellwee är att användarna skulle vilja ha ett tak för att skydda sig mot solen då fordonet kommer säljas i områden med mycket sol. Det är där detta examensarbete kommer in, utveckling av ett koncept för ett soltak. Företaget fick år 2016 en summa pengar av innovationsmyndigheten Vinnova för att utveckla och tillverka produkten. Combitech i Trollhättan anlätades för att bidra med kunskap inom konstruktion och CAD. Combitech är också ansvariga för examensarbetet och ska bidra med de verktyg och förutsättningar som är nödvändiga för ett lyckat arbetet.

1.2. Syfte

Syftet med arbetet är att hjälpa Ellwee att ta fram olika konceptförslag på ett avtagbart tak för solskydd. Därefter är syftet att genom olika metoder och verktyg optimera detta koncept tills en slutgiltig produkt är framtagen. Ellwee behöver ett tak för att kunna konkurrera med övriga liknande fordon på marknaden då det är ett viktigt kundkrav som ännu inte är uppfyllt.

1.3. Avgränsningar

Avgränsningar sker mot allt som berör produktion av produkten såsom produktionsmetod, verktygsval och generella produktionskostnader. Även detaljritningar med toleranser är avgränsade. Patentsökning på existerande patent kommer också att avgränsas.

1.4. Precisering av frågeställning

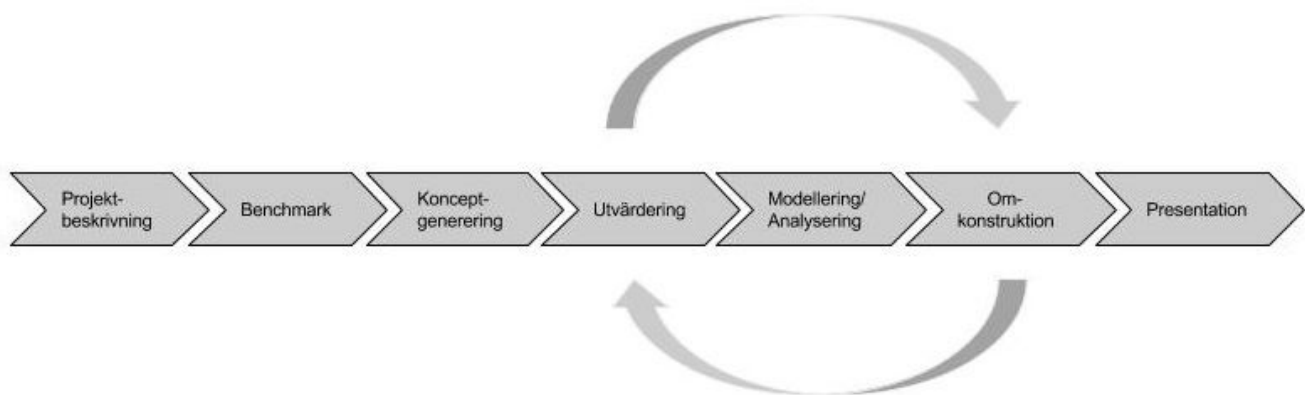
- Skapa ett fullt realiserbart koncept.
- Konstruera ett solskydd till Ellwee som uppfyller kraven om UV-skydd.
- Hitta material för taket som uppfyller krav om maximal vikt och hållfasthet.
- Bestämma lämpliga infästningspunkter för solskyddet.
- Konstruera solskyddet på sådant sätt att montering/demontering är möjligt på under 4 minuter.

2. Teoretisk referensram

I kapitlet teoretisk referensram beskrivs teorin bakom de metoder och verktyg som ligger till grund för arbetet. Denna teori appliceras sedan under projektet och redovisas under kapitel 3.

2.1. Projektgång

Projektgången kommer att följa ett schema som illustreras i figur 2.1. Projektet inleds med en projektbeskrivning och fortsätter med benchmarking, konceptgenerering, utvärdering, modellering, omkonstruktion och avslutas med presentation. Vid utvärderingen är det möjligt att vissa komponenter kommer att behöva omkonstrueras redan innan modellering och analys, isåfall omkonstrueras dessa och utvärderas igen för att sedan återuppta projektgången. På detta sätt sparar projektet tidsresurser eftersom att modellering av felaktiga komponenter tar onödig tid [1].



Figur 2.1. Schema över projektgång.

2.2. Benchmarking

I en benchmarking är målet att kartlägga vad det finns för alternativa lösningar på marknaden för liknande produkter. Man vill även undersöka om det finns några andra produkter eller lösningar på marknaden som skulle gå att omkonstruera så att dessa skulle kunna appliceras till den aktuella produkten.

Vid utförandet av Benchmarking hittades ett flertal relevanta lösningar till ett lätt och avtagbar tak. Lösningarna är hämtade från fordon som har liknande applikationsområden som Ellwee. [1]

2.3. FMEA

FMEA som står för "Failure Mode and Effective Analysis" och används för att redan tidigt i konstruktionsprocessen kunna identifiera och utvärdera på vilka sätt en produkt kan felfunktionera eller haverera under användning. Genom att göra det tidigt i processen går det att undvika de områden som oftast ger upphov till haverier och på så sätt spara in tid och i sin tur pengar. FMEAn beror på tre variabler som är: vilka fel som kan uppstå, sannolikheten att felet uppstår och sannolikheten att felet upptäcks innan de inträffar. Variablerna rankas med ett värde från 1 till 10, där 1 är låg risk och 10

hög. Därefter multipliceras variablerna ihop och det går att utläsa ett värde mellan 1 till 1000 där storleken på talet representerar hur stor risk det är [1].

2.4. Kravspecifikation

En kravspecifikation har som uppgift att specificera de krav och önskemål som ställs på produkten. Kraven kan komma från antingen beställaren av jobbet, lagstiftning eller utifrån åsikter och önskemål av kunden. Kravspecifikationen fungerar även som verifiering av koncepten för att se om dessa är godkända att ta vidare till produktion. Som grund för kravspecifikationen används Pughs ballonger som är ett inspirationsverktyg för att få med de viktigaste kraven [1].

2.5. Konceptgenerering

vid utförandet av en konceptgenerering skapas ett antal koncept utifrån benchmarking, kravspecifikation och brainstorming. Koncepten utvärderas sedan i ett antal matriser som beskrivs i avsnitt 2.6. och 2.7.. Detta för att avgöra vilka koncept som ska vidareutvecklas och vilka som inte uppfyller tillräckligt många krav för att det ska vara värt att utveckla konceptet vidare [1].

2.6. Elimineringsmatris

För att redan i ett tidigt stadium sälla bort koncept som inte uppfyller de funktioner och krav som sätts på taket så utförs en elimineringsmatris. Elimineringsmatrisen går ut på att avgöra om koncepten uppfyller de kriterier som anses vara nödvändiga för att utveckla produkten. Kriterierna som satts upp är: löser huvudproblemet, uppfyller alla krav, realiserbar, inom kostnadsramen, säker och ergonomisk samt stabil konstruktion. Om konceptet skulle uppfylla ett kriterium tilldelas det ett [+], om kriteriet inte uppfylls tilldelas det ett [-] och om det inte finns tillräckligt mycket information för att avgöra om kriteriet uppfylls tilldelas konceptet ett [?]. När bedömningen är klar summeras resultatet. Om konceptet har övervägande [+] går det vidare till fortsatt utveckling, annars elimineras konceptet. På detta sätt kan man spara tid genom att undvika att utveckla de koncept med låg potential att lyckas [1].

2.7. Kesselringmatris

En kesselringmatris används för att vikta olika koncept mot olika variabler för att utvärdera vilket av koncepten som kommer närmast ett "idealiskt" koncept. Ideallösningen har högsta betyg i alla kriterier medans kriterierna viktas efter hur stor betydelse dessa har för att maximera kundvärdet. Viktningen rankas mellan 1 till 5, där 1 är sämst och 5 bäst. Det uppskattade värdet på lösningen multipliceras med det viktade värdet på lösningen ($w \cdot v = t$). Värdena på (t) summeras sedan och det koncept som får högst värde på (t) vinner [1].

2.8. CAD, Catia V5

Datorstödd design även kallad CAD är ett datorprogram som hjälper användaren vid skapande, modifierande, analys eller optimering av en konstruktion. CAD används för att öka produktiviteten, förbättra designen och förenkla hanteringen av olika produkter, genom att enkelt ha samtliga modeller samlade på en databas.

För att skapa något i CAD börjar man alltid med att först rita i två dimensioner och sedan tilldelar man en tjocklek eller en yta för att sedan få en produkt i tre dimensioner. Genom att använda CAD går

det att få ut slutgiltiga kravspecifikationer på de önskade produkter med tillhörande mått och toleranser.

2.9. FEM-beräkningar, Catia V5

Finita elementmetoden, också kallat FEM är en metod som används för att lösa partiella differentialekvationer i en datormiljö. FEM-beräkningar görs i datorer och hittas i separata FEM-program eller integrerat i programvaror för till exempel CAD. Vid FEM-beräkningar i denna rapport används Catia V5s inbyggda FEM-program. Fördelen med beräkningar i FEM är att det möjliggör hållfastanalyser av komplexa tekniska problem som annars inte hade varit möjliga att göra för hand. En annan fördel är att det går att optimera en produkt genom att göra små ändringar av konstruktionen eller material, för att sedan göra en omkalkylerning och jämföra med tidigare resultat.

3. Metod

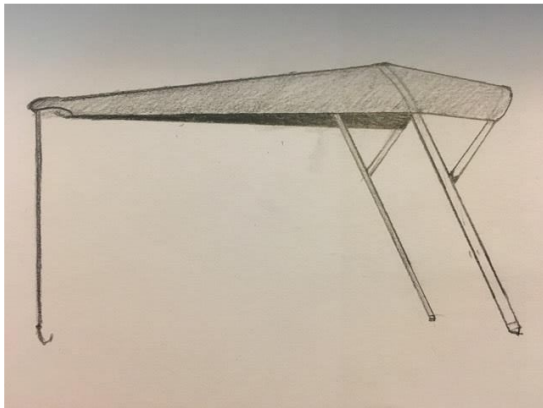
I metodkapitlet presenteras de metoder som används för att ta fram koncept, välja slutgiltigt koncept och till sist verifiera detta koncept genom omkonstruktion, CAD och FEM.

3.1. Benchmarking

Nedan presenteras de lösningar som hittats med hjälp av benchmarking. De fem lösningarna har fått inspiration från redan existerande produkter eller koncept.

3.1.1. Lösning 1

Figur 3.1 illustrerar ett tak som är utformat för att monteras på en öppen golfbil. Konstruktionen är uppbyggd av stålrör som har sammankopplats via gångjärn eller svetsfogar. Rörkonstruktionen är sedan täckt med ett vattentätt tyg för att ge skydd vid regn och sol. För att skapa ytterligare stabilitet finns det fastmonterade spännband i taket som går att fästa i golfbilens motorhuv med hjälp av krokar i spännbanden.



Figur 3.1. Solskyddslösning

3.1.2. Lösning 2

I figur 3.2 så illustreras en parasoll som är menad för att skydda strandbesökare från solens UV-strålar. Parasollen är uppbyggd genom att en glasfiberstruktur i form av ett löv är täckt av ett material som skyddar mot solen. Parasollen sedan fästs i en teleskopisk stav som gör det möjligt för användaren att reglera till önskad höjd. Det tillkommer också en avtagbar solpanel som utnyttjar solens strålar vilket kan användas till att ladda elektronisk utrustning.



Figur 3.2. Solskyddslösning

3.1.3. Lösning 3

I Figur 3.3 illustreras en paraplykonstruktion som är utformad för att klara hård vind utan att vika sig eller deformeras. Större delen av konstruktionen är uppbyggd av fiberglas istället för aluminium, detta görs för att minska risken att bli träffad av en blixn i ett åskväder. Tyget som används är en polyester som är både UV-skyddande och vattentät.



Figur 3.3. Solskyddslösning

3.1.4. Lösning 4

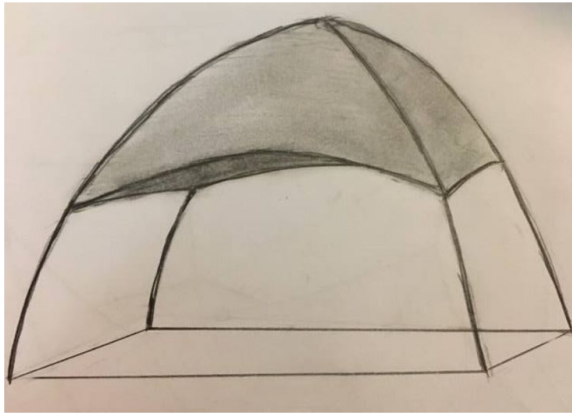
Solskyddet i figur 3.4 består av tre flexibla pinnar som sammankopplas i ett Y-format. Sedan har ett nät monterats på som ger föraren skydd mot solen. Nätet låter vinden passera genom skyddet vilket i sin tur minskar vibrationer vid höga vindhastigheter. Den främre pinnen monteras längst ner med hjälp av skruvförband, sedan spänns hela konstruktionen åt med hjälp av två spännband som har varsin krok enligt figuren. Då spännbanden har dragits åt har solskyddet monterats klart.



Figur 3.4. Solskyddslösning

3.1.5. Lösning 5

I figur 3.5 illustreras ett "soltält" som används för UV-skydd på stranden. Konstruktionen är uppbyggd av elastiska glasfiberstänger vilket möjliggör att det går att böja på stängerna utan att de går av. Glasfiberstängerna träs igenom ett UV-skyddande tyg som spänns upp och på så sätt skapar en yta av skugga.



Figur 3.5. Solskyddslösning

3.1.6. Infästningspunkter

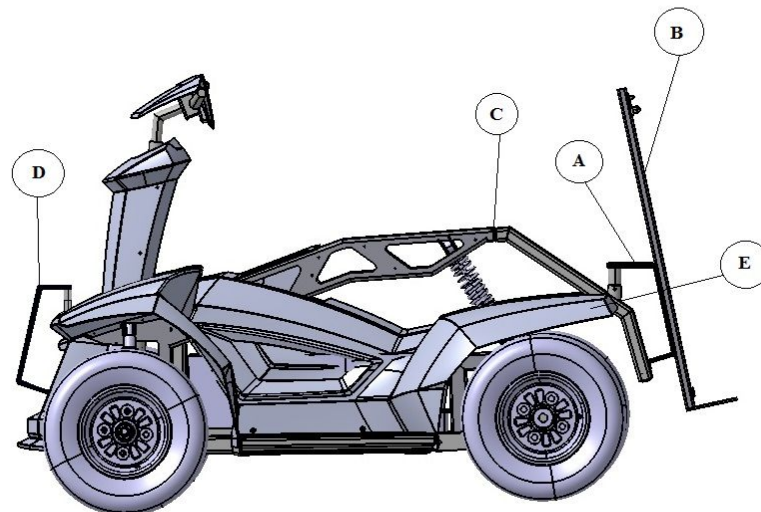
Takets infästningspunkter i Ellwee har stor betydelse då dessa avgör om taket sitter på ett sådant sätt att det inte är i vägen för användaren, håller för yttre påverkan och ger ett estetiskt bra intryck.

I figur 1.2.1 framgår en illustration över de punkter som har markerats med tillhörande bokstav, där det finns möjlighet att fästa taklösningarna. Vid punkten **(A)** finns det möjligheter för att fästa en stång mot det U-formade multi-fästet som i sin tur är kopplad till bakänden på sätet. Det går också att fästa i stängen **(B)** som tillhör golfbagshållaren då den redan är sammansatt med multifästet. Denna punkt skapar också möjlighet att förskjuta ner en extern stång uppifrån ner i stängen som tillhör golfbagshållaren, detta skulle då ge möjligheter för reglering i höjddled.

Vid punkten **(C)** så kan en liten utbyggnad införas som sedan skulle användas genom att skjuta in den bakom stolen och sedan låsa fast den. Utifrån denna utbyggnad skulle man då kunna montera taket.

Vid punkten **(D)** finns också en liknande U-formad multifäste som är konstruerad på samma sätt som den som i bak på Ellwee i (se punkt **A**), detta ger möjlighet att fästa en rad olika taklösningar då den är kopplad direkt till chassit på fordonet vilket medför starka infästnings egenskaper.

För infästning av eventuella spännband går det att använda punkten **(E)** genom att fästa i kåporna på varsin sida av Ellwee. Detta görs möjligt då spännbanden kommer vara ett tillskott för konstruktionen för att öka stabiliteten och kommer inte behöva ta upp större laster.



Figur 3.6. Illustration över infästningspunkter

3.2. FMEA

Tre av taken från Benchmarketingen granskas i FMEAn då dessa produkter ligger till grund för flera av de koncept som utvecklas. Produkterna som granskas är “Lösning 1”, “Lösning 3” och “Lösning 4”. Av FMEAn framgår det att det finns tre riskområden som kräver extra granskning vid konceptframtagning. Dessa tre områden är materialfel i komponenter, yttre påverkan av t.ex. handhavare och vindpåverkan. FMEAn hittas under bilagor.

3.3. Kravspecifikation

En kravspecifikation har tagits fram där de viktigaste kraven och önskemålen för produkten har listats. Önskemålen har viktats för att ge en överblick över vad som måste prioriteras.

Viktnings-skalan är mellan 1 till 5, där 5 innebär att önskemålet är viktigt och bör prioriteras framför andra önskemål med lägre viktnings-siffra. Som grund för kravspecifikationen används Pughs ballonger som är en sammanställning av ett antal förslag på kravområden som kan vara viktiga att analysera. Några kravområden som har använts som inspiration från Pughs ballonger är 4:12 weight, 4:11 size, 4:14 materials, 4:17 ergonomics, 4:1 preformance och 4:8 packing.

Chalmers		Dokumenttyp	Kravspecifikation			
		Projekt	Tak			
Utförare: Ellwee			Skapad: 2017-01-23			
	Kriterier	Funktioner	Målvärde	K/Ö	Vikt	Verifierings- metod
	1	Totalvikt	< 10 [kg]	K		Vägning
	2	Monterad höjd	1700[mm] < H < 1900[mm]	K		Mätning
	3	Monteringstid	< 8 [minuter]	K		Test
	4	Klara vindhastighet	> 10[m/s]	K		Beräkning
	5	Hopfällbar	Hopfällning möjligt	K		Test
	6	Verktygsfri montering	Montering utan verktyg	Ö		Test
1.	Säkerhet					
	1.1	Inga vassa kanter	Radie > 10 [mm]	Ö		Mätning
2.	Material					
	2.1	UV-duk	Skyddsfaktor > [50 UPF]	K		Test
	2.2	Temperaturtålig	Klara > 70[° C]	K		Test
3.	Miljö					
	3.1	Återvinningsbara material	50% återvinningsbara material	K		Beräkning
	3.2	Återvinningsbara material	100% återvinningsbara material	Ö		Beräkning
4.	Ergonomi					
	4.1	Inte vara ivägen för på och avstigning.				Test
	4.2	Höjdglering	± 100 [mm]	Ö		Test
	4.3	Reglerbar vinkel solskydd	± 10[°]	Ö		Test

Tabell 3.1. Kravspecifikation

3.4. Koncept

Genom utförandet av benchmarking, FMEA och kravspecifikation har 5 olika koncept skapats. Koncepten är i detta stadiet relativt grundläggande, men vidareutveckling av koncepten kommer att ske efter att de har genomgått en elimineringsmatris, för att sälla bort de koncept som inte är relevanta för fortsatt utveckling.

3.4.1. Koncept 1

Koncept 1 som framgår i figur 3.4.1 består av fyra stycken böjbara glasfiberstänger, en grövre som går mellan infästningen i multifästet på fordonets framsida till en så kallad y-delning som binder ihop de två andra stängerna. De tre övriga stängerna skapar en struktur för duken som ska agera solskydd för passageraren. Duken består av en väv som möjliggör att vinden kan passera genom till viss del vilket medför att belastningen orsakad av vinden sjunker. Hela konstruktionen spänns ner av två stycken band som fästs i bakdelen av Ellween och på så sätt stabiliserar konstruktionen. Genom att lossa på de tre stängerna i y-delningen kan taket nedmonteras till en kompakt förpackning som är enkel att transportera och förvara.



Figur 3.4.1. Skiss av koncept 1.

3.4.2. Koncept 2

Koncept 2 är en parasolllösning som fästs i den bakre påläggssatsen. Genom påläggssatsen löper två cylindriska aluminiumstänger som är ihopkopplade genom en justerbar ledstångshållare vilket tillåter vinkeländringar. På den övre stängen har en rektangulär formad paraply monterats på för att skydda mot regn och sol. Paraplyet är uppbyggd av stångar som löper ut från aluminiumstången likt en vanlig regnparaply konstruktion, för att spänna upp en nylonduk. För att öppna taket bygger det på samma princip som för ett vanligt paraply, det vill säga genom att föra en hylsa som är ledad kring aluminiumstången uppåt som i sin tur faller nylonduken utåt och sedan hålls fast med hjälp av en fjädrande låssprint. Taket illustreras i figur 3.4.2.



Figur 3.4.2. Skiss av koncept 2.

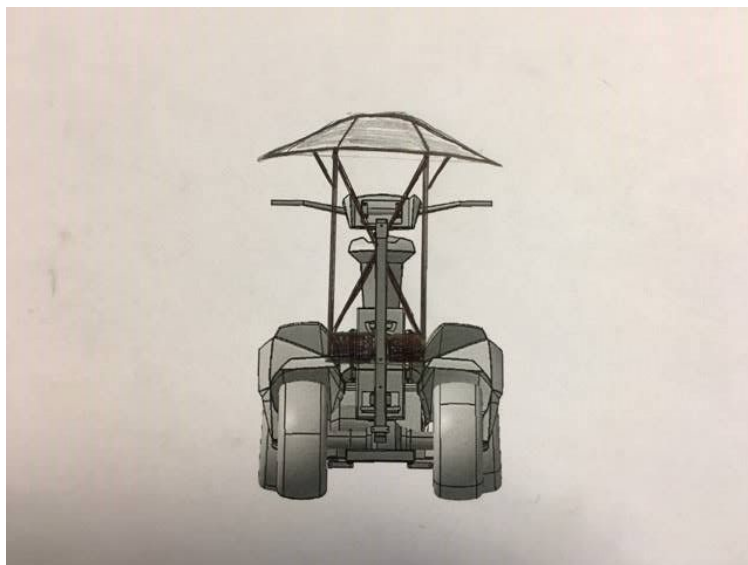
3.4.3. Koncept 3

Koncept 3 bygger på en stålkonstruktion med kvadratiske stålrör som håller upp konstruktionen. I figur 3.4.4. går det att se att konstruktionen är fäst i påläggssatsen med två stålrör som är

sammanbundna av ett kors för att ge ökad stabilitet. Taket består av flera ihopsvetsade rör som är inklädda i duk för att ge sol- och regnskydd åt passageraren. I figur 3.4.3. ses att taket är utformat för att ge maximalt solskydd genom att det är vinklat både framför och bakom passagerarens placering på fordonet. Detta betyder att solskyddet fungerar även om solen inte står precis i zenit. Taket är inte hopfällbart vilket betyder att den är permanent monterad på fordonet.



Figur 3.4.3. Skiss av koncept 3.

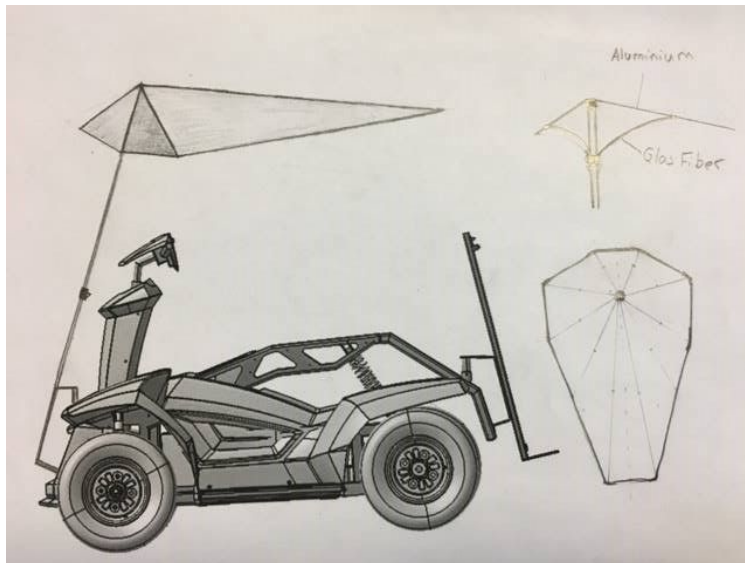


Figur 3.4.4. Skiss av koncept 3 bakifrån.

3.4.4. Koncept 4

Koncept 4 i huvudsakligen utformad efter ett stormparaply som tidigare har nämnts i förundersökningen. En stormparaply skiljer sig från en vanlig paraply då den har design och materialegenskaper som tillåter den att motstå vindhastigheter upp till 100 km/h med hjälp av dess aerodynamisk form och slitstarka material. Strukturen är uppbyggd genom att två aluminiumrör är teleskopiskt kopplade vilket tillåter reglering i höjdlöd med hjälp utav en fästanordning som sedan är

monterad på fordonets främre multifäste. Överdelen är sedan ihopkopplat med paraplyet genom skruvförband. Glasfiber ribbor används för att veckla ut nylonduken och spänna den för att den skall kunna upprätthålla den önskade formen. Konceptet är illustrerat i figur 3.4.5.



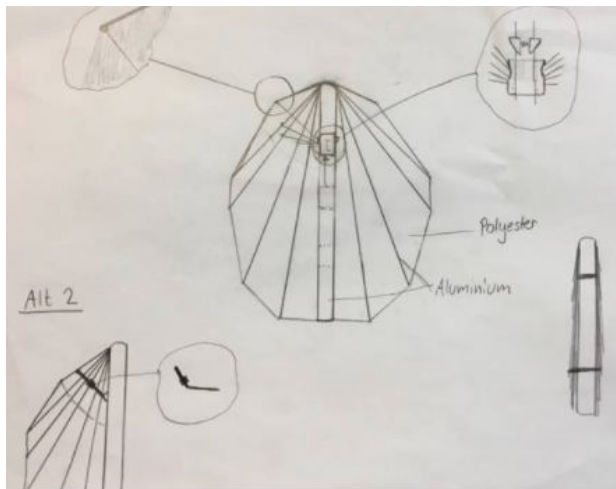
Figur 3.4.5. Skiss av koncept 4.

3.4.5. Koncept 5

Taket är konstruerat genom att en smal aluminiumprofil är lätt krökt till som löper från fordonets baksida till framsida, centrerad i mitten (se figur 3.4.6). Denna profil utgör basen till taket där det fälls ut vingar på varsin sida av profilen den vilket är tillverkade av polyester. Glasfiberstänger är insydda i polyesterduken som bidrar till den önskade formen och styvheten. Vingarna hålls sedan på plats genom att en låsarm knäpps på plats med en enkel låsmekanism. Detta illustreras i figur 3.4.7. Taket bärs upp genom att en oval stång är sammansatt med aluminiumprofilen som bär upp taket med hjälp av en led som tillåter vinkeljusteringar. Den ovala stången skjuts sedan in i en liknande stång med men som är däremot en aning krökt för att maximera ytan som föraren har till på och avstigning samt tillåta justering i höjdlid. Denna stång är sedan fäst i påläggssatsen bak.



Figur 3.4.6. Skiss av koncept 5.



Figur 3.4.7. Skiss av koncept 5 ovanifrån.

3.5. Elimineringssmatris

I figur 3.5.1. illustreras resultatet från elimineringsmatrisen i kolumnen längst till höger. De tre koncept som gick vidare från elimineringen är: koncept (1), koncept (4) och koncept (5). De övriga två koncepten eliminerades på grund av att konstruktionerna ansågs inte vara tillräckligt stabila samt att de inte uppfyller tillräckligt många av kraven. Koncept (5) är det konceptet som än så länge ser mest lovande ut då de redan uppfyller alla krav innan vidareutveckling och omkonstruktion har inletts. Däremot är även koncept (1) en god kandidat eftersom att lösningen uppskattas ha en låg produktionskostnad vilket Ellwee har poängterat är en viktig faktor. De koncept som inte eliminerades kommer att utvärderas vidare i en Kesselringmatris i nästa avsnitt.

Elimineringsmatris							Examensarbete Ellwee	
Elimineringskriterier:								
Koncept	Lösör huvudproblemet	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Stabil konstruktion	Bedömning: (+) JA (-) NEJ (?) Mer info krävs	
							Beslut: (+) Fullfölj lösning (-) Eliminera lösning (?) Sök mer info (!) Kontroll av produktspecifikation	
							Kommentar	Beslut
1.	+	-	+	+	+	?	Solskyddet uppfyller ej krav om reglerbar vinkel av solskydd. Beräkningar krävs för att avgöra om konstruktionen är stabil eller ej.	+
2.	+	-	-	?	+	-	Konceptet uppfyller ej tillräckligt många kriterier för fortsatt utveckling.	-
3.	+	-	+	+	-	-	Konceptet uppfyller ej tillräckligt många kriterier för fortsatt utveckling.	-
4.	+	-	+	+	+	?	Solskyddet uppfyller ej krav om reglerbar vinkel av solskydd. Beräkningar krävs för att avgöra om konstruktionen är stabil eller ej.	+
5.	+	+	+	?	+	?	Eftersom att de böjda aluminiumprofilerna kräver specialverktyg krävs det vidare undersökning för att kunna avgöra om priset är inom kostnadsramen. Beräkningar krävs för att avgöra om konstruktionen är stabil eller ej.	+

Figur 3.5.1. Elimineringssmatris.

3.6. Kesselringmatris

Längst ner i figur 3.6.1. presenteras resultatet av Kesselringmatrisen. Koncept (1) vann med 128 poäng vilket motsvarar ungefär 69% av det idealiska konceptet. Koncept (5) och (4) landade på 118 respektive 82 poäng. Koncept (5) förlorade med endast 5% gentemot koncept (1) eftersom att det hade högre komplexitet och kostnad. Om det skulle finnas ett sätt att minska komplexiteten och kostnaden skulle detta kunna medföra att koncept (5) skulle då anses som ett bättre alternativ då konceptet har många fördelar i funktionalitet och livslängd. Koncept (4) anses ha för lågt betyg för att fortsätta utvärdera och därför går inte vidare.

Kesselringmatris									
Examensarbete Ellwee		Idealisk		Koncept 1		Koncept 5		Koncept 4	
Lösning	w	v	t	v	t	v	t	v	t
Montering	4	5	20	3	12	3	12	4	16
Kostnad	3	5	15	4	12	2	6	3	9
Vikt	2	5	10	4	8	3	6	3	6
Korrosionsbeständighet	4	5	20	4	16	3	12	2	8
Estetik	5	5	25	4	20	4	20	2	10
Funktionalitet	5	5	25	4	20	5	25	3	15
Livslängd	3	5	15	3	9	4	12	2	6
Förvaring	3	5	15	5	15	3	9	4	12
Ergonomi	4	5	20	4	16	4	16	3	12
Stabilitet	4	5	20	?	-	?	-	?	-
Summa, $\sum v, t$		185		128		118		82	
Procent (%)		100%		69%		64%		44%	
Rangordning				1		2		3	

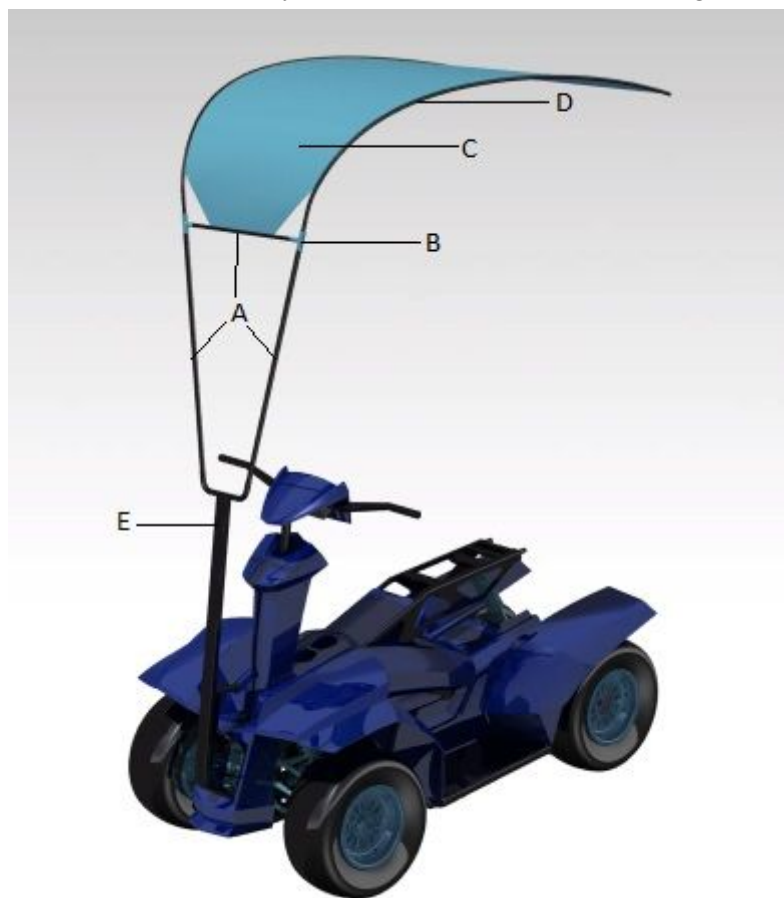
Figur 3.6.1 Kesselringmatris.

3.7. CAD-modellering och slutgiltigt konceptval

Efter Elimineringssmatrisen och Kesselringmatrisen hade koncept (1) och (5) ungefär lika många poäng. Detta gjorde att det kändes relevant att gå vidare och modellera båda koncepten i CAD för att kunna göra en bättre bedömning och bild av hur de skulle se ut.

3.7.1. Funktionsbeskrivning koncept 1

I koncept (1) gjordes en del förändringar där mittenstången delades i tre stänger (A), se figur 3.7.2, för att inte försämra förarens synvinkel vid framförandet av fordonet. De främre stängerna monteras i det redan befintliga golfbagfästet (E) och är gjorda av aluminium. Stängerna kopplas samman med kopplingshylsor (B) som även kopplar fast de överliggande stängerna (D) tillverkade av glasfiber. Glasfiber används för att kunna skapa den form som ses på i figuren. Duken (C) är tillverkad av ett material som är lätt, skrynkelfritt och tillåter luft att flöda igenom för att minska vibrationer.



Figur 3.7.1. CAD-modell av koncept 1.

3.7.2. Funktionsbeskrivning koncept 5

Under funktionsbeskrivningen av koncept (5) kommer man använda sig utav referenspunkter i figur 3.7.2 och 3.7.3 genom att använda bokstäverna A-G.

Bärbalkar (A) - Är två stycken ihåliga balkar tillverkade av aluminium. Den nedre balken har ett större dimension än den övre, detta ger upphov till att de kan skjutas in i varandra. Balkarnas huvuduppgift att bära taket.

Höjdglering (B)- Har i uppgift att reglera den totala längden på taket för att anpassa sig till användarens längd. Mekanismen funkar genom att en hylsa är fäst på den nedre bärbalken och med hjälp av ett handtag på hylsan så anbringar man en kraft som i sin tur komprimerar hylsan. Detta resulterar i en överförd kraft till de två bärbalkarna som låser balkarna i höjddled.

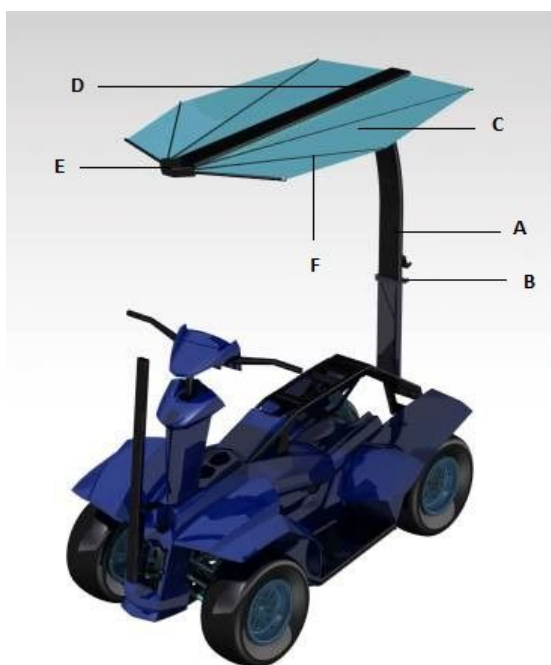
Takduk- (C) Har i funktion att skydda användaren från solen. Den spänns ut med hjälp av tak stängerna och har infästning längst bärbalkens sidor. Duken består av 100% polyester av typen Taft som är ett vävt reptåligt tyg. Tyget används vanligtvis till paraplyer, tält och liknande applikationer där ett lätt och stryktåligt tyg är nödvändigt. För att kunna spänna ut duken kommer långsgående fickor att vara sydda på duken där stängerna (F) kommer att löpa i.

Takbalk (D)- Är den balk som håller upp taket, genom att den är förenad med infästningen (G), så tillåter den en vinkeländring på taket för att anpassa sig för solens strålar. På takbalkens sidor löper sol nätet som fästs i balkens profil för att fästa den.

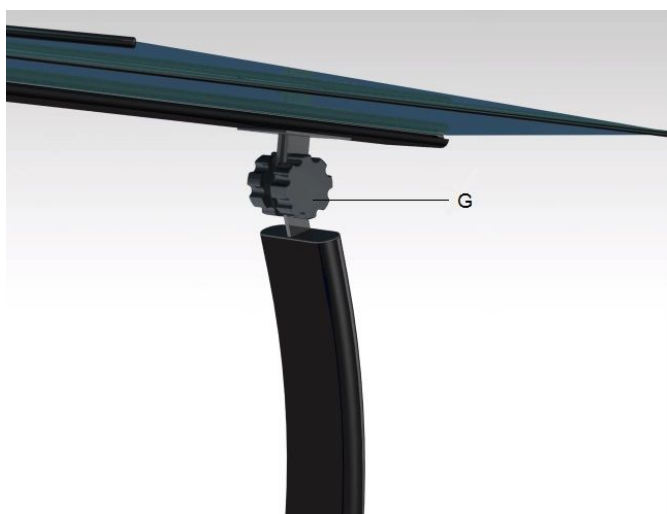
Kopplingshuvud (E)- Är en avtagbar sats som skjuts in i takbalken och sedan låses fast med hjälp av en nedsänkt skruv på ovansidan. Den tillverkas av plast och har som huvudfunktion att vara den primära infästningen för de tre tak-stängerna som vecklar ut vingarna.

Takstänger (F) - Är tre stycken smala glasfiberstänger som löper genom nätet för att stabilisera taket och fördela kraften så att man får en slät och spänd tak.

Vinkelkopplingen (G)- Ser man den koppling som förenar takbalken med den övre bärbalken. Genom att vrida de två halvorna så lossas kopplingen och därmed kan taket justeras till den önskade vinkeln. När man har hittat den önskade vinkeln drar man åt halvorna för att säkerställa att den inte faller ner.



Figur 3.7.2. CAD-modell av koncept 5.



Figur 3.7.3. Inzoomning av vinkelkoppling hos CAD-modellen av koncept 5.

3.7.3. Slutgiltigt Konceptval i samråd med Ellwee

I ett möte med Viggo Hansson, VD på Ellwee gjordes en utvärdering av de två slutgiltiga koncepten där matriser och CAD-modeller granskades. Efter diskussion beslutade Hansson att koncept (5) var mest lämpligt att vidareutveckla då det hade högre kundvärde då den erbjöd en bättre design och stabilare konstruktion. En annan fördel som gör koncept (5) det lämpligare valet är att de flesta kunderna hade påpekat att de ville montera sin golfbag bak vilket underlättas om taket har infästningen också sitter bak. Detta skapar ökade möjligheter att fästa andra anordningar fram som exempel flak eller kylbox. I samråd med Ellwee beslutades att infästningen av taket ligger utanför projektets omfattning och utvecklingen av infästningen kommer att drivas av Ellwee själva.

4. Omkonstruktion och beräkningar

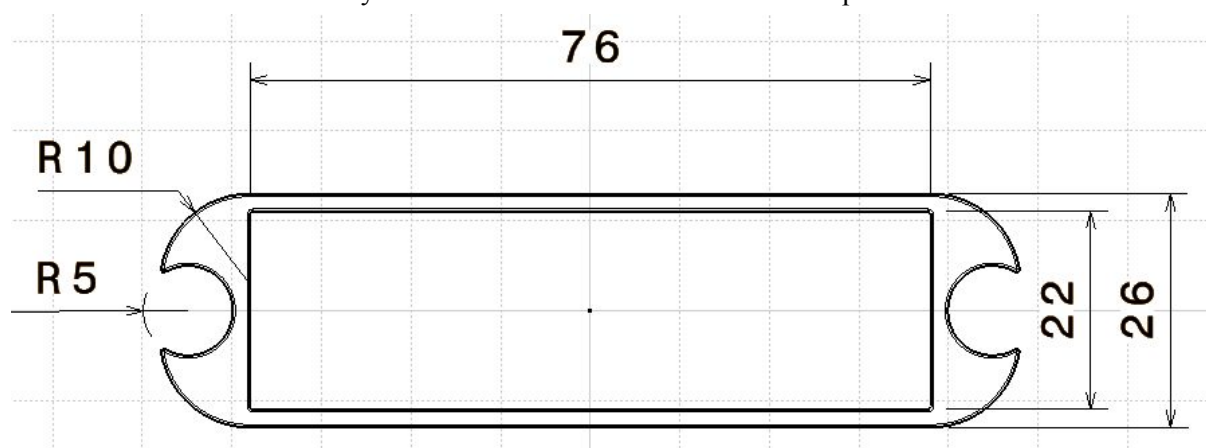
I kapitlet omkonstruktion och beräkningar kommer det att genomföras förenklingar av det valda konceptet för att minska komplexiteten och tillverkningskostnaden. På komponentnivå kommer djupare tillverknings-, material- och hållfasthetsanalyser att genomföras. Slutligen kommer även beräkningar av kritiska områdena att genomföras för hand och i FEM.

4.1. Omkonstruktion

I kapitlet omkonstruktion kommer ett antal ändringar av de olika komponenterna att göras. Ändringarna kommer framförallt att göras för att förenkla konceptet och hålla nere kostnaderna i största möjliga utsträckning.

4.1.1. Omkonstruktion aluminiumprofiler

I figur 3.7.2, Del (D) ser man den överliggande aluminiumprofilen. Denna profil har flera uppgifter och löser dessa med hjälp av sin geometri. Profilens uppgift är främst att ge stöd till taket så att den ska kunna hållas på plats samt erhålla tillräckligt med stabilitet och längd enligt de uppsatta kraven. Kollar man i ett tvärsnitt på profilen figur 4.1.1 ser man att den är byggd på en oval konstruktion, sedan har man byggt in två cirkulära öppningar på vardera sida, detta har gjorts så man skall kunna skjuta in tyget som utgör vingarna hos taket. Sedan har man gjort insidan av profilen rektangulär, detta är för att man skall enkelt kunna skjuta och skruva fast olika komponenter i ändarna. Profilen har främst utformats på detta sätt för minska antal tilläggskomponenter och samtidigt ge taket en estetiskt utseende som från utsidan uttrycker enkelhet med endast en aluminiumprofil.

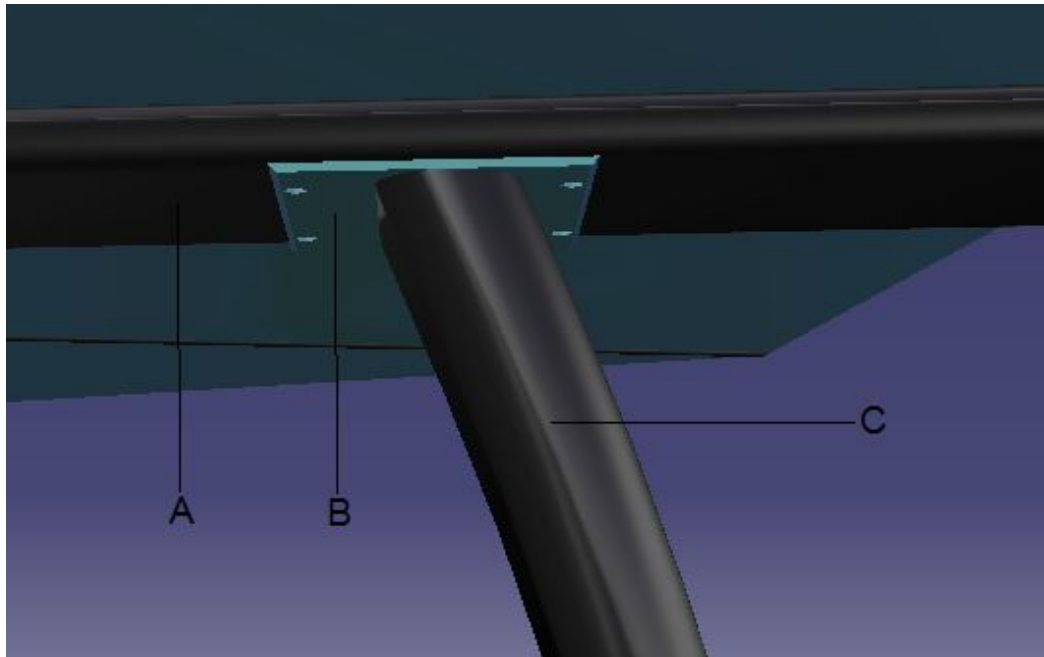


Figur 4.1.1. Tvärsnitt av överliggande aluminiumbalk.

4.1.2. Omkonstruktion vinkelkoppling

I figur 3.7.2. (G) illustreras en vinkelkoppling för att användaren ska kunna reglera vinkeln på solskyddet. Vid diskussion framkom det att vinkelkopplingen medför mer problem än vad det ökar kundvärdet och därför kommer denna att ersättas. Fördelen med att ha en vinkelkoppling är att användaren kan vinkla taket för att på så sätt skapa skugga om solen står lägre på himlen. Problemet är däremot att skaderisken för användaren ökar då taket är relativt tungt. Vinkelkopplingen medför även ökad komplexitet och en högre tillverkningskostnad.

Den nya kopplingen kommer att vara fast inspänd genom att den övre vertikala aluminiumprofilen (C) är fastsvetsad i en platta (B), som i sin tur är fäst med ett skruvförband i den överliggande aluminiumprofilen (A). Detta illustreras i figur 4.1.2.



Figur 4.1.2 Ny vinkelkoppling hos koncept 5.

4.1.3. Omkonstruktion höjdreglering

Höjdreglering som används är en mekanism som måste bestå av flera delar för att säkerställa att bärbalkarna inte rör på sig. Genom en utvärdering så drog slutsatsen att den innehåller för många delar och har en komplexitet som har förmåga vara svårt för användaren att förstå sig på hur mekanismen fungerar. Då den har fler rörliga delar så betyder det i detta fall att kostnaden för en sådan enkel funktion blir onödigt hög. En slutsats från utvärderingen var också att den inte uppfyller sin estetiska potential. Från utvärderingen drogs slutsatsen att en omkonstruktion av denna del behövdes göras. Man fokuserade på minska antalet delar och storleken. Ett lösningsförslag skulle vara att köpa in en fjäderbelastad sprint liknande sprinten från Wiberger [2]. Sprinten är fjäderbelastad och hål har blivit utsatta i den övre bärbalkens kortsida. Genom att dra ut den svarta knoppen kan man justera höjden då den släpps från hålet. När man har ändrat till sin nya höjd, släpper man knoppen och med hjälp av fjädern så skjuts den in i närmaste hålet vilket låser den på ett säkert och stabilt sätt.

4.2. Beräkningar i FEM

För att avgöra om den aluminiumprofilerna som utgör den bärande konstruktionen klarar de förväntade belastningarna testas detta i FEM-programvaran som finns inbyggd i Catia. Vid beräkning av hållfastheten görs vissa förenklingar, vingarna som skapar solskydd för användaren avlägsnas och momentet som skapas av dessa i kombination med vind ersätts med en kraft. En illustration av beräkningsmodellen ses i figur 4.2.1. För att göra modellen mer verklighetstrogen har man tilldelat modellen ett tyngdkraftsfält i varje part så att tyngdkraften har inverkan på deformation och spänningar. För att beräkningarna ska bli korrekta görs tre olika modeller där krafterna angriper från olika riktningar.

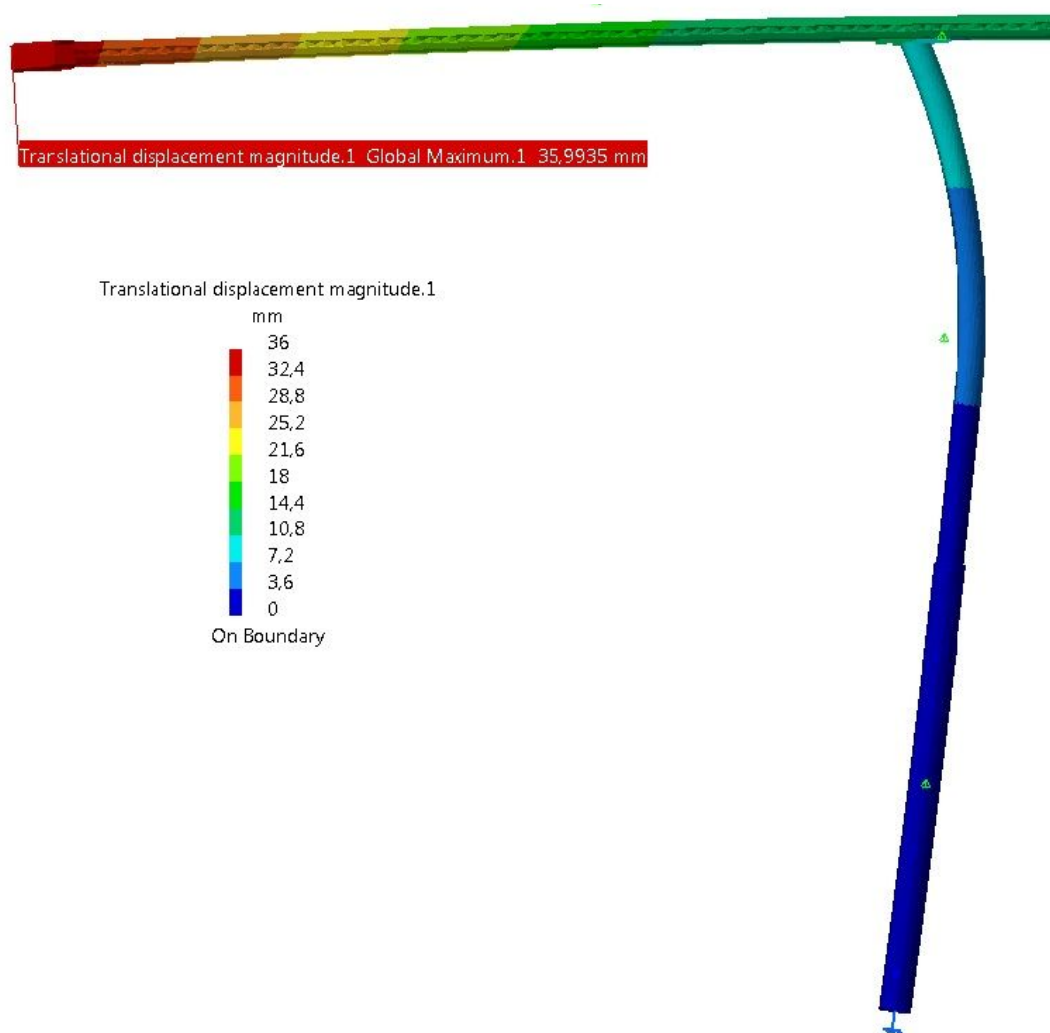


Figur 4.2.1. Beräkningsmodell för hållfasthet.

4.2.1. Vertikal nedåtriktad belastning

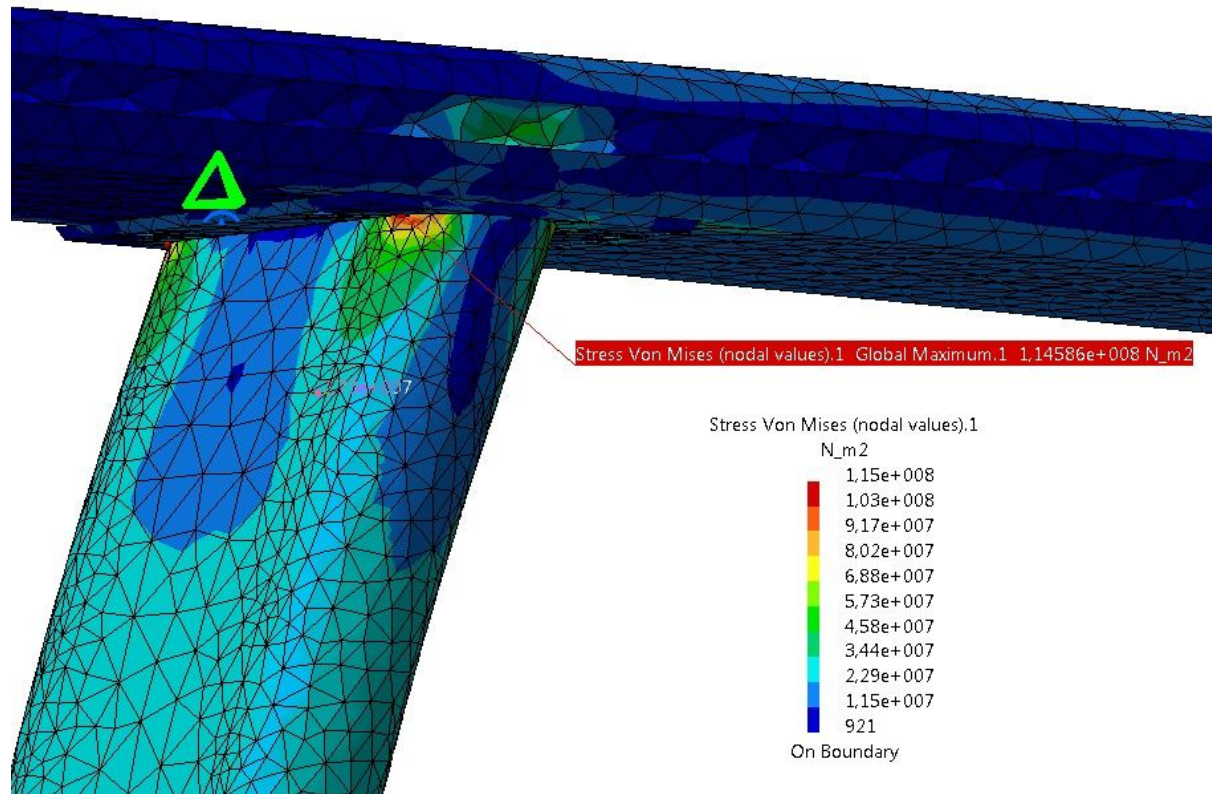
I detta belastningsfallet angriper en vertikal nedåtriktad kraft längst ut på konstruktionen samt en tyngdkraft som påverkar hela konstruktionen. Den vertikala kraften representerar en vikt på 200 kg, detta för att beräkna så att konstruktionen klarar de approximerade laster som kan tänkas uppkomma på grund av vind eller annan yttre påverkan.

Deformationen illustreras i figur 4.2.2 och uppkommer maximalt till ungefär 36 millimeter och lokaliseras i änden av konstruktionen. Deformationen avtar därefter ju längre in på den överliggande balken man kommer och är i princip försumbar på den vertikala balken. I relation till den totala längden är deformationen på 36 millimeter nästan försumbar. I verkligheten hade deformationen förmodligen varit något större på grund av att infästningen inte kommer att vara helt styv men den anlagda lasten i beräkningarna är överdrivet hög så resultatet kommer förmodligen bli ungefär det samma.



Figur 4.2.2. Deformation av vertikal nedåtriktad belastning.

Den dimensionerande spänningen är i detta fall Von Mises-spänningen som uppkommer på grund av de pålagda lasterna. Von Mises-spänningen uppkommer på den vertikala balkens baksida på grund av att den snäva radieövergången från balk till vinkelkopplingen lokaliseras där. I figur 4.2.3. går det att avläsa att spänningen uppkommer som maximalt till ungefär 115 [MPa] och reduceras ju längre ifrån vinkelkopplingen man kollar. Aluminiumlegeringen som kommer att användas är Sapa 6063A som har en sträckgräns på 190 [MPa] och brottgräns på 230 [MPa]. Anledningen till att denna legering valts är att den har användningsområde inom "Vissa bärande konstruktioner såsom segel- båtmaster, stegar". Legeringens sträckgräns är ungefär 75 [MPa] över den högsta spänningskoncentrationen som uppkommer på balken. Informationen gällande alla aluminiumprofiler kommer från företaget Sapa [4].

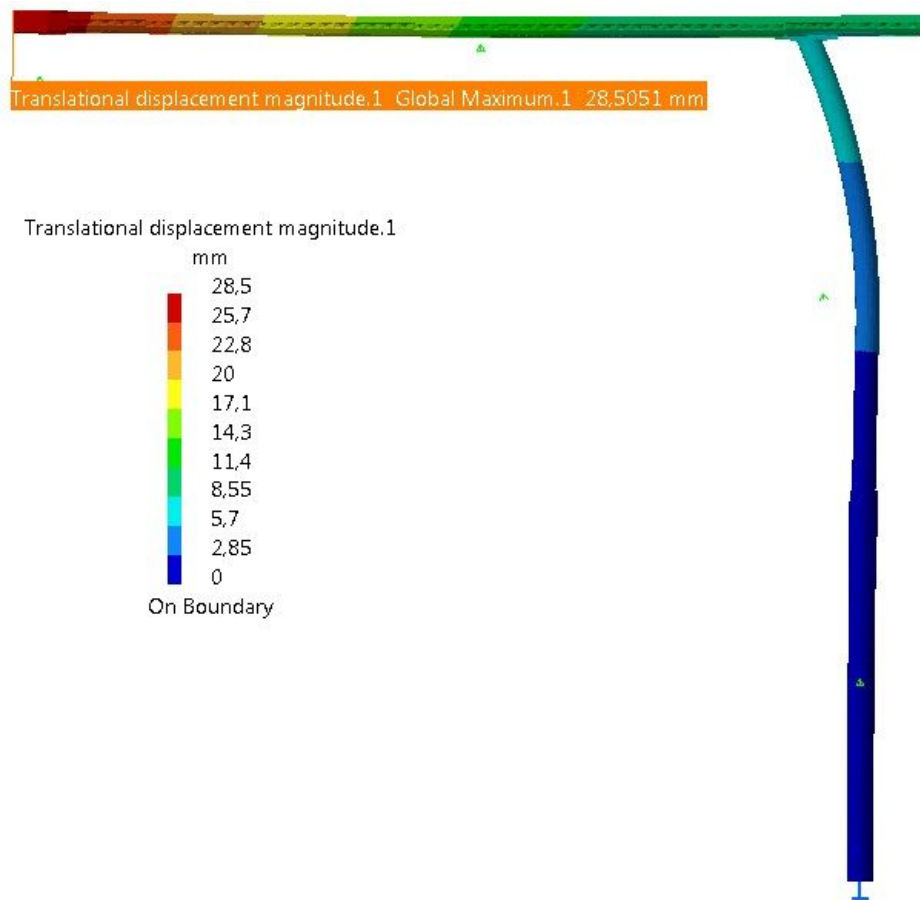


Figur 4.2.3. Von Mises-spänning av vertikal nedåtriktad belastning.

4.2.2. Vertikal uppåtriktad belastning

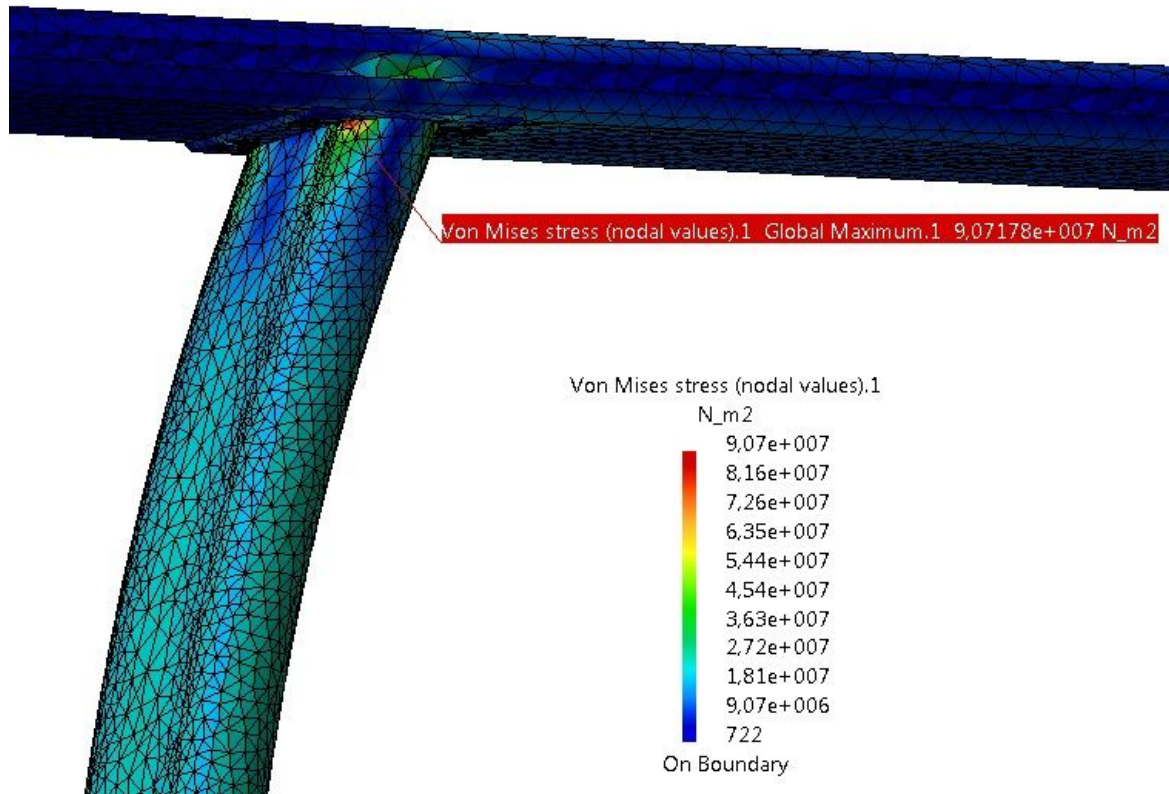
I detta belastningsfall angriper en vertikal uppåtriktad kraft längst ut på konstruktionen samt en tyngdkraft som påverkar hela konstruktionen. Den vertikala kraften representerar en vikt på 200 kg, detta för att beräkna så att konstruktionen klarar de approximerade laster som kan tänkas uppkomma av vind eller annan yttre påverkan.

Deformationen av den uppåtriktade kraften illustreras i figur 4.2.4. och uppkommer maximalt till ungefär 28,5 millimeter. Deformationen är lägre i detta belastningsfall eftersom att tyngdkraften motverkar den uppåtriktade kraften. Detta betyder i sin tur att konstruktionen är känsligare för nedåtriktade krafter.



Figur 4.2.4. Deformation av vertikal uppåtriktad belastning.

På samma sätt som i den nedåtriktade belastningen hamnar den maximala Von Mises-spänningen på den bakre delen av den vertikala balken. Här uppkommer den maximalt till ungefär 91 [MPa] och reduceras ju längre ifrån vinkelkopplingen man kollar. Detta finns illustrerat i figur 4.2.5. Anledningen till att spänningen är lägre i det uppåtriktade belastningsfallet är på samma sätt som med deformationen att tyngdkraften som verkar på konstruktionen motverkar påvekan av av balken.

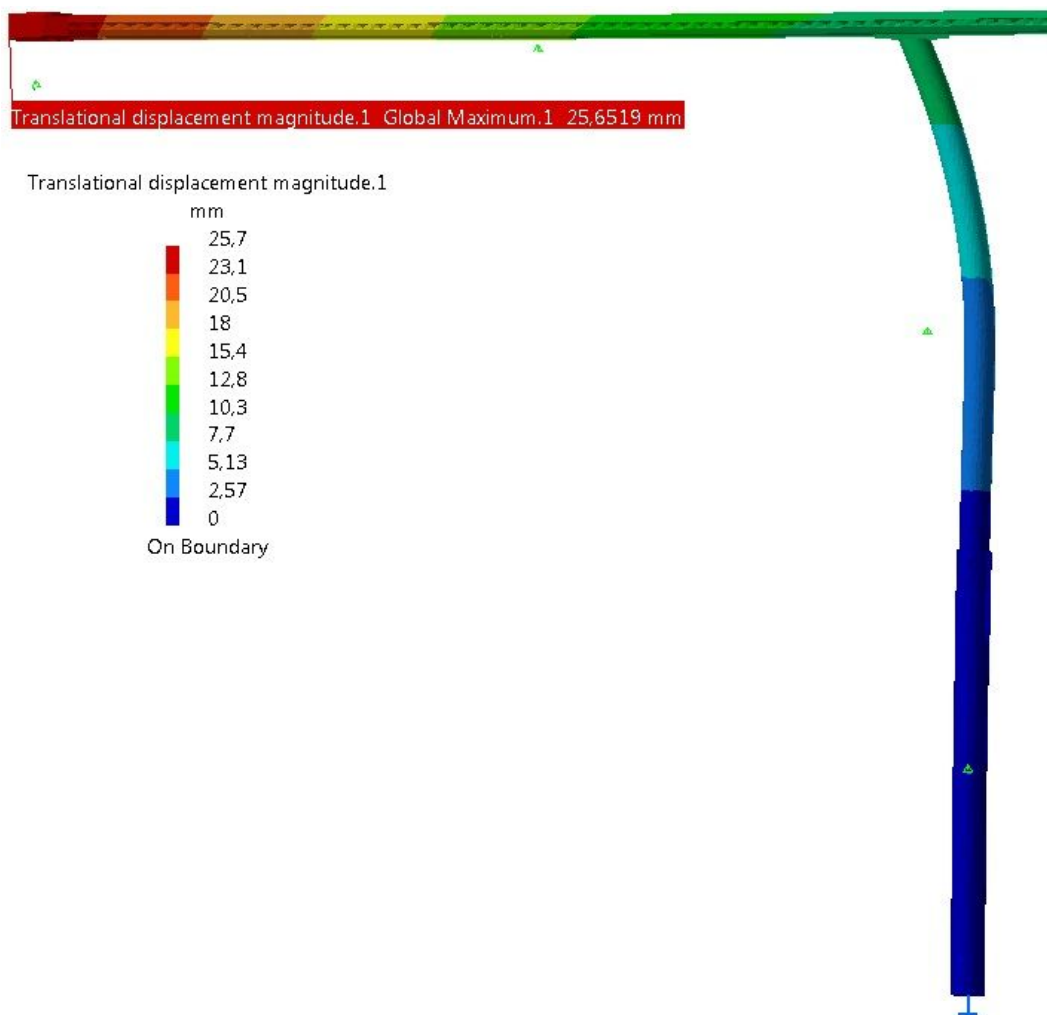


Figur 4.2.5. Von Mises-spänning av vertikal uppåtriktad belastning.

4.2.3 Sned uppåtriktad belastning

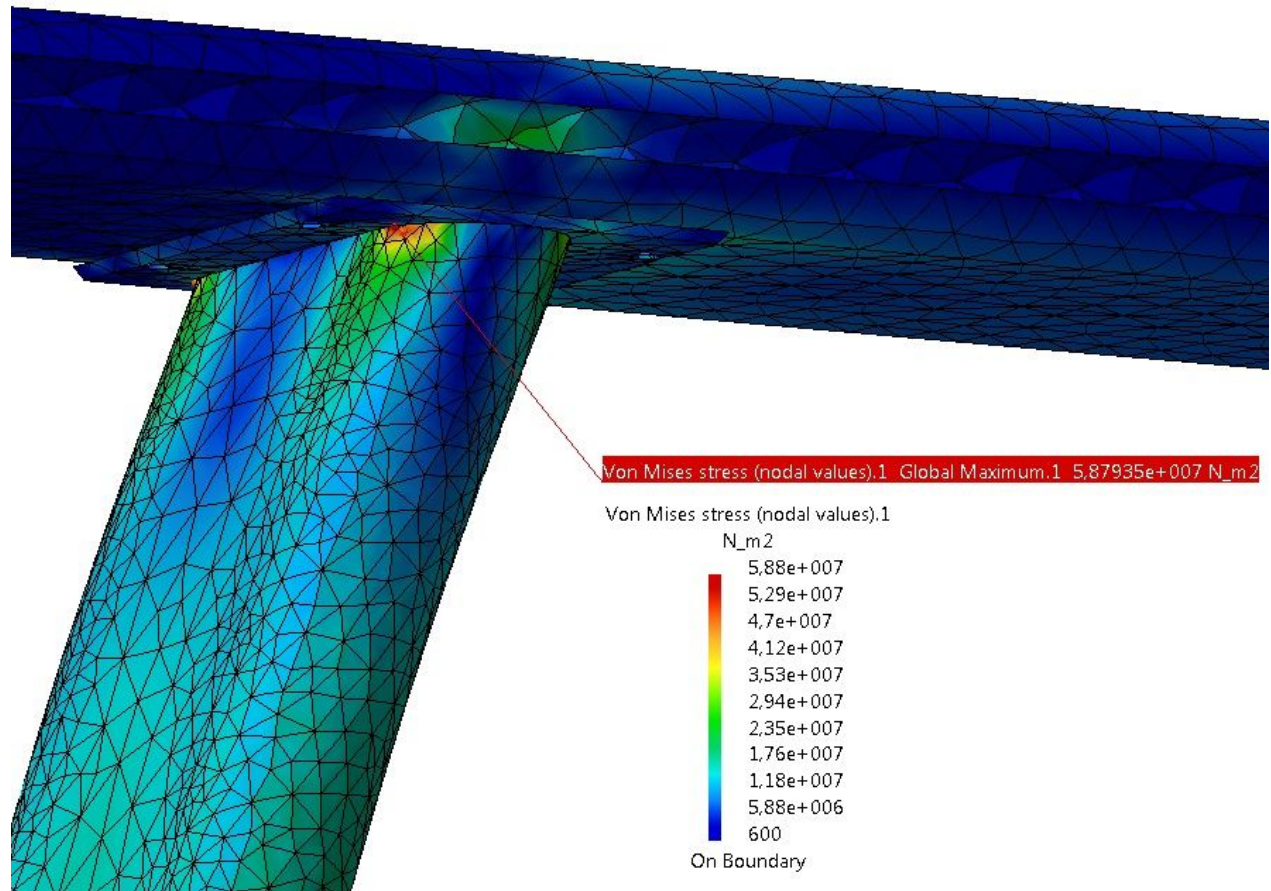
I detta belastningsfallet analyseras vad som händer om kraften istället påverkar den överliggande balken med sned uppåtriktad belastning med 45 graders vinkel. Detta för att kraften troligen kommer belasta konstruktionen med en vinkel då vinden angriper de utfällda vingarna. Även här är belastningen 200kg och hela konstruktionen påverkas av tyngdkraften.

Den maximala deformationen illustreras i figur 4.2.6. och uppkommer till ungefär 25.7 mm vilket är den hittills lägsta deformationen av de analyserade belastningsfallen. Anledningen till att deformationen blev lägre är troligen att den vertikala kraftkomponenten är lägre än i tidigare belastningsfall på grund av kraftens infallsvinkel.



Figur 4.2.6. Deformation av vertikal uppåtriktad belastning.

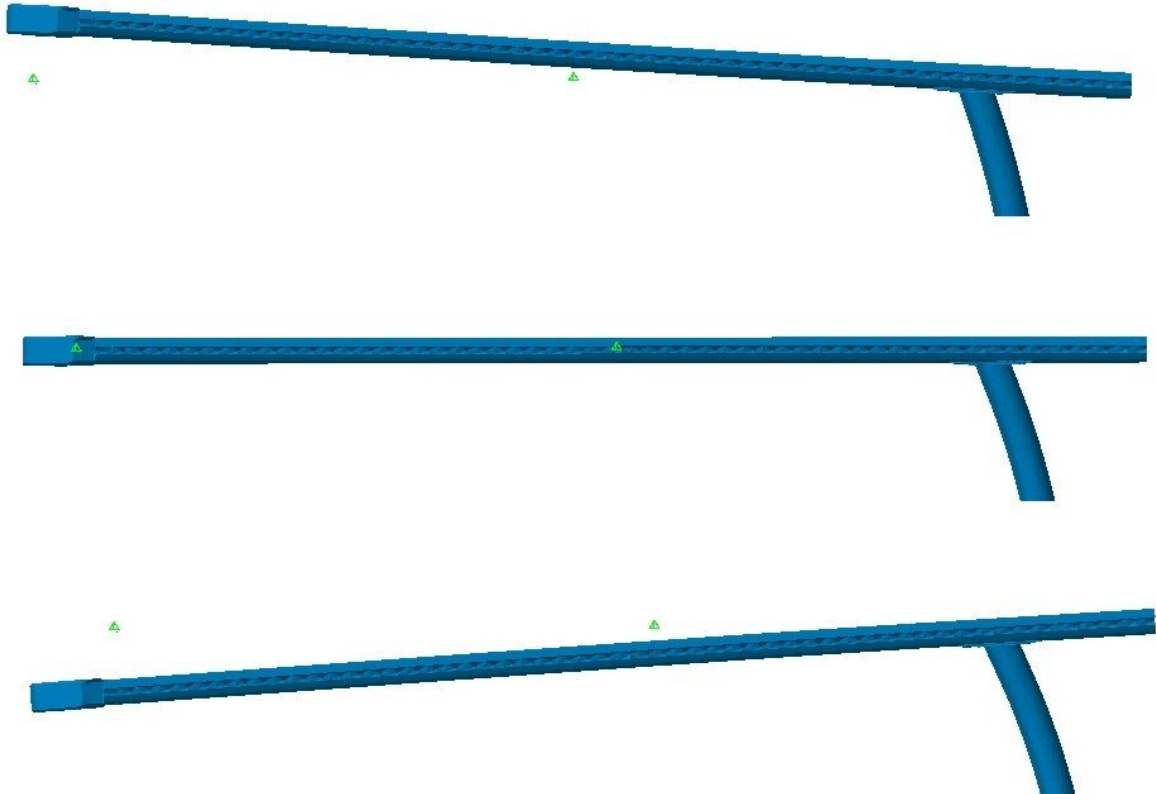
Precis som i de tidigare belastningsfallen lokaliseras den maximala Von Mises-spänningen på baksidan av den vertikala balken men uppgår maximalt till ungefär 58.8 MPa vilket är lägre än i de andra belastningsfallen. Detta på grund av samma anledning som beskrivs i deformationsanalysen stycket över. Den maximala Von Mises-spänningen illustreras i figur 4.2.6.



Figur 4.2.6. Von Mises-spänning av sned uppåtriktad belastning.

4.3. Frekvensanalys

För att undersöka vilka frekvenser som uppstår i konstruktionen gjordes en frekvensanalys. Ju lägre frekvensen är desto högre är sannolikheten att konstruktionen hamnar i egensvängningar. Den lägsta frekvensen som uppkom var på 8 Hz och betar sig som figur 4.3.1. illustrerar. Frekvensen gör alltså att konstruktionen rör sig upp och ner i ett vertikalt plan. Denna frekvens kan vara farlig om fordonet färdas på ett underlag som får fordonet att röra sig med samma frekvens som konstruktionen. För att avgöra om det är en farlig frekvens behövs dock ytterligare frekvensanalyser av fordonet.



Figur 4.3.1. Rörelsemönster för den lägsta frekvensen hos konstruktionen.

5. Prototyp

För att verifiera om vingarna spänns ut riktigt så gjordes en prototyp. Det är enklare att få en känsla för hur slutresultatet kommer att bli om man gör en förenklad prototyp. Det ger inte bara en bättre förståelse för hur produkten kommer se ut i verkligheten utan det ger även en förståelse för hur konstruktionen beter sig. Ett orosmoment var att duken inte skulle bli uppspänd på ett bra sätt eftersom att duken endast spänns ut av de yttersta stängerna medan de andra stängerna endast finns för att skapa form och ge bärighet till duken. Prototypen bevisar dock att det går att få tillräckligt med kraft i det yttersta staget för att spänna upp hela duken,

Prototypen illustreras i figur 5.1. i både infällt och utfällt läge. Viktigt att tillägga är att det är en enkel prototyp där materialen inte stämmer överens med verkligheten. Prototypen är uppbyggd av blompinnar och bambupinnar som stänger, en skruv och en mutter för att leda stängerna tillsammans och en gardin används som duk. Allt fästs med häftstift och tejp.



Figur 5.1. Illustration av prototyp för vingarna till den slutgiltiga prototypen.

6. Resultat

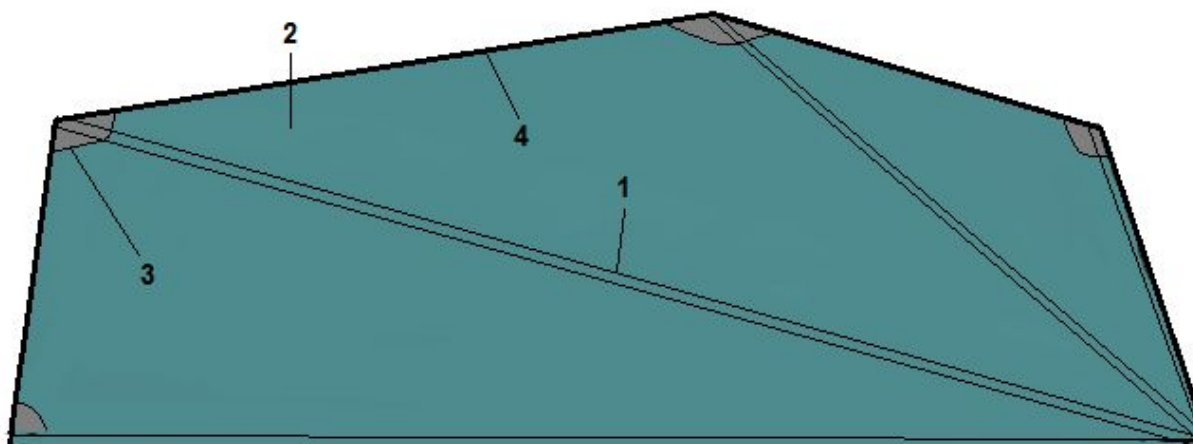
Under resultat beskrivs den slutgiltiga produkten och alla ingående komponenter beskrivs i detalj. Här kommer även vissa material att rekommenderas för fortsatt undersökning.

6.1. Aluminiumbalkar

I konstruktionen ingår det tre huvudsakliga balkar, den överliggande profilen, rakt stativ och krökts stativ. Den överliggande erhåller samma struktur som i koncept (5), men har fått tillskott i form av hål som skall utnyttjas till att skruva på stagets fäste på profilens undersida. På ovansidan kommer samma hål att agera som fästelement för bultar och för att täcka synliga bultar kommer en knopp användas som träs över bultarna. Knoppen tillsammans med ett elastiskt band har till uppgift att hålla armarna indragna under förvaring.

Profilen som utgör rakt stativ har ett gängat hål tillagts på en av kortsidorna, detta har gjorts för att ge möjligheten för montering av en fjäderbelastat låssprint. Genom att borra hål på kortsidan av den krökta stativ så kan man utnyttja dessa tillsammans med låssprinten för att reglera höjden på taket. Den krökta stativet och raka stativet är sammankopplas genom att den raka är överdimensionerad och därmed tillåter den krökta att glida mellan, däremot gäller det att vara noga vid toleranser för att slippa glapp som kan resultera i onödig förslitning och vibrationer.

6.2. Takduk



Figur 6.2.1 Illustration av duken, dess sömmar, förstärkta ytor och hjälprep.

Takduken (2) behöver vara gjord av ett tunt, skrynkelfritt och UV-skyddande material. Den ska erhålla den tunna egenskapen eftersom att duken ska få plats vid sidan av överliggaren när taket är infälld. Skrynkelfritt behöver den också vara för att ge ett estetiskt bra intryck när taket fälls ut och UV-skyddande för att ge operatören skydd från solen vid användning. En lämplig duk till detta ändamål skulle kunna vara “OUTDOOR LISO 5” [5] som är ett UV-ljusbeständigt Polyakryl-tyg som har en vikt på 209 g/kvadratmeter.

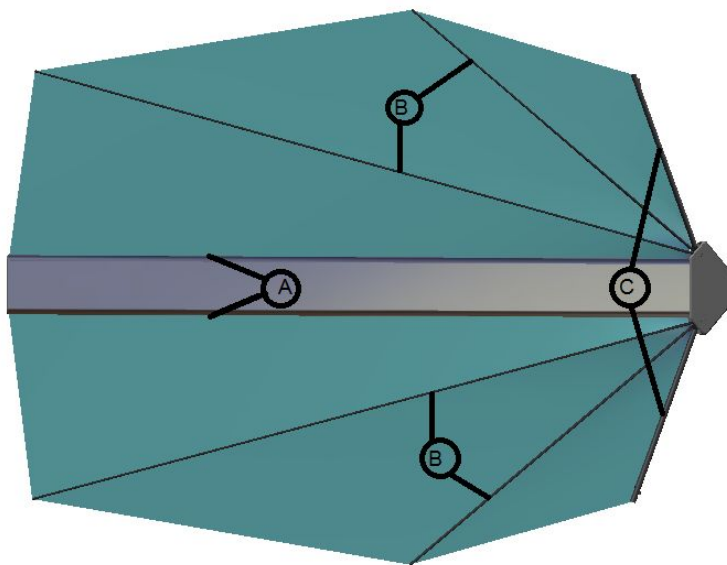
För att duken ska bli utspänd på rätt sätt har man sytt in “fickor” (1) fast på duken. Dessa fickor har som uppgift att hålla takstängerna på rätt plats och på så sätt få duken att spännas upp när taket fälls ut. Fickorna gör också att duken sitter fast på lämpligt sätt vilket gör att den inte kan ramla av vid användning.

I änden av varje pinne sys en skyddande tygbit (3) fast för att förhindra uppkomsten av skador på tyget. Detta är nödvändigt då änden på stängerna kan nöta på tyget vid användning.

För att garantera att duken blir helt utsträckt när taket fälls ut sys en extra tråd (4) in i kanten av duken. Denna tråd ska hjälpa till att dra ut stängerna och på så sätt spänna ut tyget.

6.3. Takstänger

Takstängernas uppgift är att agera skelett till duken, alltså att spänna upp den och ge bärighet. Stängerna kommer att tillverkas av olika material beroende på placering och användningsområde. Nedan följer ett antal förslag på vilka sorters stänger som kan vara lämpliga att använda vid tillverkning av prototypen. Alla stängerna går att hitta hos ett företag vid namn Carbix [3] som är lokaliserat utanför Trollhättan.



Figur 6.3.1 illustration av takstänger och dess placeringar.

6.3.1. Inre stänger (A)

Konstruktionen innehåller tre olika typer av takstänger med tre olika funktioner. De inre stängerna lokaliseras inuti de spår som finns i den överliggande aluminiumprofilen och har som enda uppgift att agera fästelement åt takduken. Därför är dessa stängers materialegenskaper inte av så hög prioritering vilket möjliggör användning av plast för att pressa priset på taket. Spårets innerdiameter är 10 millimeter med en öppning på 8,5 millimeter, detta gör att den totala diametern för duk och stång måste ligga mellan 8,5 och 10 millimeter. Med en duktjocklek på ungefär 1 millimeter rekommenderas att stängerna har en ytterdiameter på 7 millimeter och innerdiameter på 5 millimeter. Den totala längden för dessa stänger bör vara 1100 millimeter för att få absolut bäst passform.

6.3.2. Stödjande stänger (B)

Den andra stångtypen, stödjande stänger har som uppgift att bära upp duken och hålla denna spänd så att funktion och form får önskade egenskaper. Dessa stänger behöver vara lätta och flexibla för att

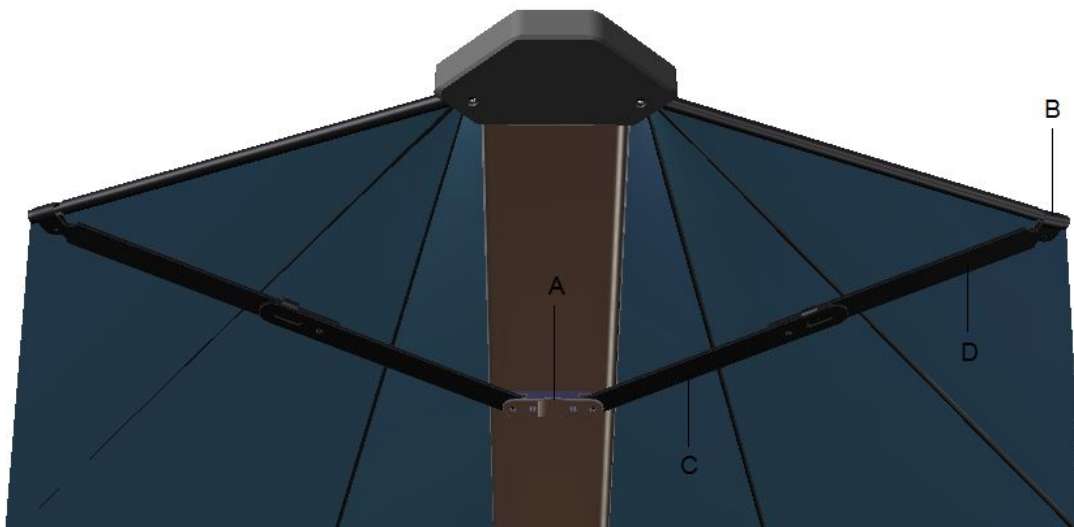
spänna upp duken då genom det fås det estetiska intrycket. Ett material som vore idealt för detta ändamål är glasfiber som är ett hållbart och lätt material. Glasfiber är flexibelt vilket gör att duken kan spännas upp utan att stängerna deformeras. En lämplig dimension på dessa stänger är 5x2000 millimeter eftersom att de aktuella stängerna är 60 och 110 millimeter vardera.

6.3.3. Bärande stänger (C)

De yttersta stängerna är de viktigaste för att hålla duken spänd. Dessa stänger tar upp störst del av krafterna som uppkommer av duk och stag. För att stängerna ska klara belastningen rekommenderas aluminium som tillverkningsmaterial. Det rekommenderade aluminiumröret har dimensionerna 18x8x300 millimeter.

6.4. Låsarmen

I figur 6.4.1. illustreras hur staget skall utformas. Staget har till huvuduppgift att spänna ut takets armar och därmed ge den slutgiltiga strukturen till taket och låsa den på plats under tiden fordonet färdas. Mekanismen består av två armar som är förenade med hjälp av en nit där de också kan vridas för att veckla ut taket till den bestämda bredden. Stängerna ligger ovanpå varandra och genom att bygga in ett smalt spår på både armar kan man utnyttja materialets elasticitet för att få spåren att arrangera sig i en rak linje. Armarna sedan hålls på plats med hjälp av friktionen mellan spåren och dess geometriska utformning. För att underlätta med processen har man svetsat dit ett stopp på den övre armen(D) som ser till att inte armen utvecklas åt fel håll och förenkla brukandet för användaren. De inre armarna(C) är fäst till det överliggande aluminiumprofilen med ett specialfäste(A) med hjälp av skruvförband. De yttre armarna är förenade med den bärande takstängen med hjälp av en clipp(B) som träs över stängens och kläms ihop för att säkerställa att armarna sitter på rätt plats. Materialet för alla delar har valts till aluminium.



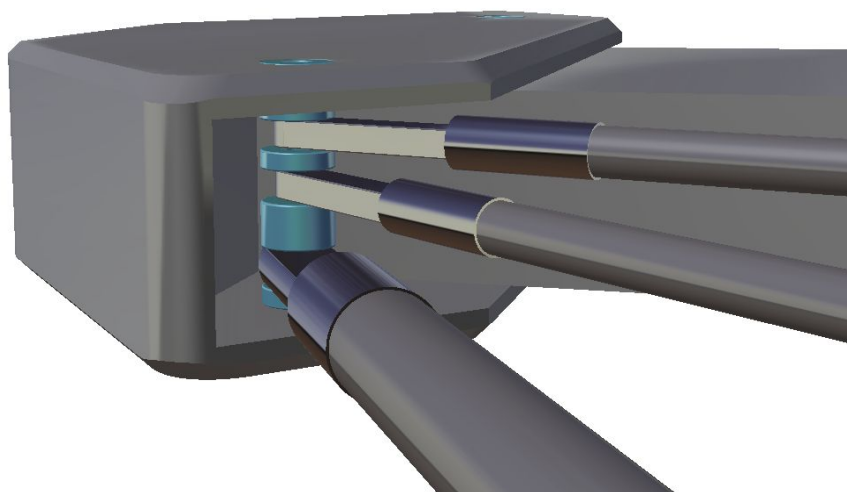
Figur 6.4.1. Illustration av låsarm och dess ingående komponenter.

6.5. Kopplingshuvud

Kopplingshuvudet är densamma som har beskrivits i koncept (5) men justering har gjorts på hur den skall sammanföras med överliggande aluminiumprofilen. För att förenkla tillverkningsprocessen har skruvförbandet tagits bort och istället ersatts med ett starkt kontaktlim, förslagsvis ett epoxylim.

I figur 6.5.1 ser man hur de tre stängerna är förenade med Kopplingshuvudet, de är placerade ovanpå varandra och är ledade runt en skruv och med hjälp av distanser ser man till att man erhåller tillräckligt med avstånd ifrån varandra för att förhindra krock mellan stängerna när taket är infälld.

Kopplingshuvud



Figur 6.5.1 illustration av kopplingshuvud

7. Detaljritningar

Under bilagor hittas detaljritningar för de komponenter som det slutgiltiga konceptet är uppbyggt av. I detaljritningarna är inte toleranserna helt definierade på grund av tidsbrist och bristande kunskap inom detta område. Generella toleranser får sättas av tillverkare eller av Ellwee själva vid vidareutveckling. Däremot finns det vissa områden där toleranser är extra viktiga och dessa områden diskuteras i detta kapitel.

Ett område där noggranna toleranser är viktiga är vid alla hålbilder. En hålbild innebär att ett eller flera hål i olika komponenter möter varandra. Om inte toleranserna mellan dessa hål är fina kan det orsaka misspassning eller glapp mellan komponenterna. Ett annat problem som kan uppkomma är estetiska fel genom att komponenterna kan få fel vinklar eller positionering gentemot ritningarna.

För att hålbilderna ska passa gäller även att toleranserna för de enskilda hålen ska vara noggranna. Om inte själva hålets tolerans är noggrant kan man få problem i form av glapp eller grepp i skruvförband.

Ett av de viktigaste toleransområdena är vid teleskopet mellan det krökta och det raka stativet. Om spelet mellan dessa är för litet kommer det uppstå grepp och teleskopet kommer inte att fungera. Om spelet är för stort finns det risk för glapp eller ännu värre att det inte går att låsa fast teleskopet utan att det automatiskt åker ihop.

För att taket ska förbli utfällt efter montering krävs det att toleranserna i låsarmen är tillräckligt fina för att friktionen ska hålla sig stängt, det betyder att det måste vara lagom mycket spel mellan försänkningarna. Om spelet är för litet kommer inte taket kunna fällas ut vilket betyder att även de övre toleranser är viktiga.

8. Slutsats

Syftet med detta projekt har varit att skapa och utveckla ett fullt realiserbart koncept som enkelt ska kunna vidareutvecklas av Ellwee. Utvecklingen har drivits från idé till färdiga ritningar på de ingående komponenter. För att projektet skall vara lyckat har man använt sig utav frågeställningen som riktlinje som alla intressenter har kommit överens om tillsammans.

För att utvärdera om konceptet är realiserbart har man byggt upp förenklade prototyper på kritiska områden och dragit jämförelser med liknande befintlig teknik. Utöver prototyper har man analyseras de belastningar som taket kommer att utsättas för i verkligheten, detta har använts som stöd vid den geometriska utformningen av taket.

För att säkerställa att projektet skulle hålla riktlinjerna skapades en kravspecifikation med de viktigaste kraven och önskemålen. Eftersom en fullskalig prototyp inte togs fram så blev några av kraven svåra att verifiera. Ett exempel är kravet på att taket skulle monteras på under 8 minuter, för att montera krävs att användaren drar åt 4 skruvar för att förena överliggaren med det krökta stativet, justerar höjddregleringen med hjälp av den fjäderbelastade sprinten och sedan fälla ut låsarmen. Med tydliga instruktioner och enkla konstruktionen anser man att detta är fullt möjligt att utföra på tidskravet, denna slutsats har man också dragit med stöd från liknande procedurer.

Ett annat krav är man vill att 50% av takets totala material skall kunna återanvändas.

Detta har man fokuserat på att lösa genom att använda aluminium som är ett material som har goda återvinnbara möjligheter. Genom att använda aluminium har man kunnat få ner vikten till 6 kg, vilket uppfyller kravet om att max väga 10 kg. Ett annat krav var att taket skulle vara hopfällbart för att möjliggöra effektiv förvaring, detta är också uppnått genom de infällbara vingarna som agerar solskydd.

I projektet utfördes även en FMEA för att analysera olika haveriområden. Resultatet av FMEAn blev att de främsta riskerna låg hos materiefel och yttre påverkan. För att undvika haveri är det viktigt att tillverkaren är noggrann med materialanalyser hos främst svets skarvar och skruvförband. Den yttre påverkan är svårare att undvika men för att försäkra oss om att vi har gjort det vi kan för att undvika haveri användes en hög säkerhetsfaktor på beräkningar av konstruktionen.

9. Fortsatt arbete

Eftersom att detta är ett konceptförslag finns det vissa delar som inte är helt klara för produktion. För att kunna producera soltaket behöver man bygga en fullskalig prototyp och testa de områden som inte har kunnats analysera genom beräkning. Dessa områden kan till exempel vara bärigheten hos takstängerna, dukens utsträckning och friktionen i låsarmen. Ett annat område som kräver fortsatt arbete är infästningen i fordonet. Eftersom att Ellwee inte var klara med området där taket ska fästas, avgränsades detta från projektet.

Som vi har nämnt innan så kommer Ellwee behöva undersöka toleranser och tillverkningsmetoder för taket, helst i samråd med tillverkare.

10. Referenser

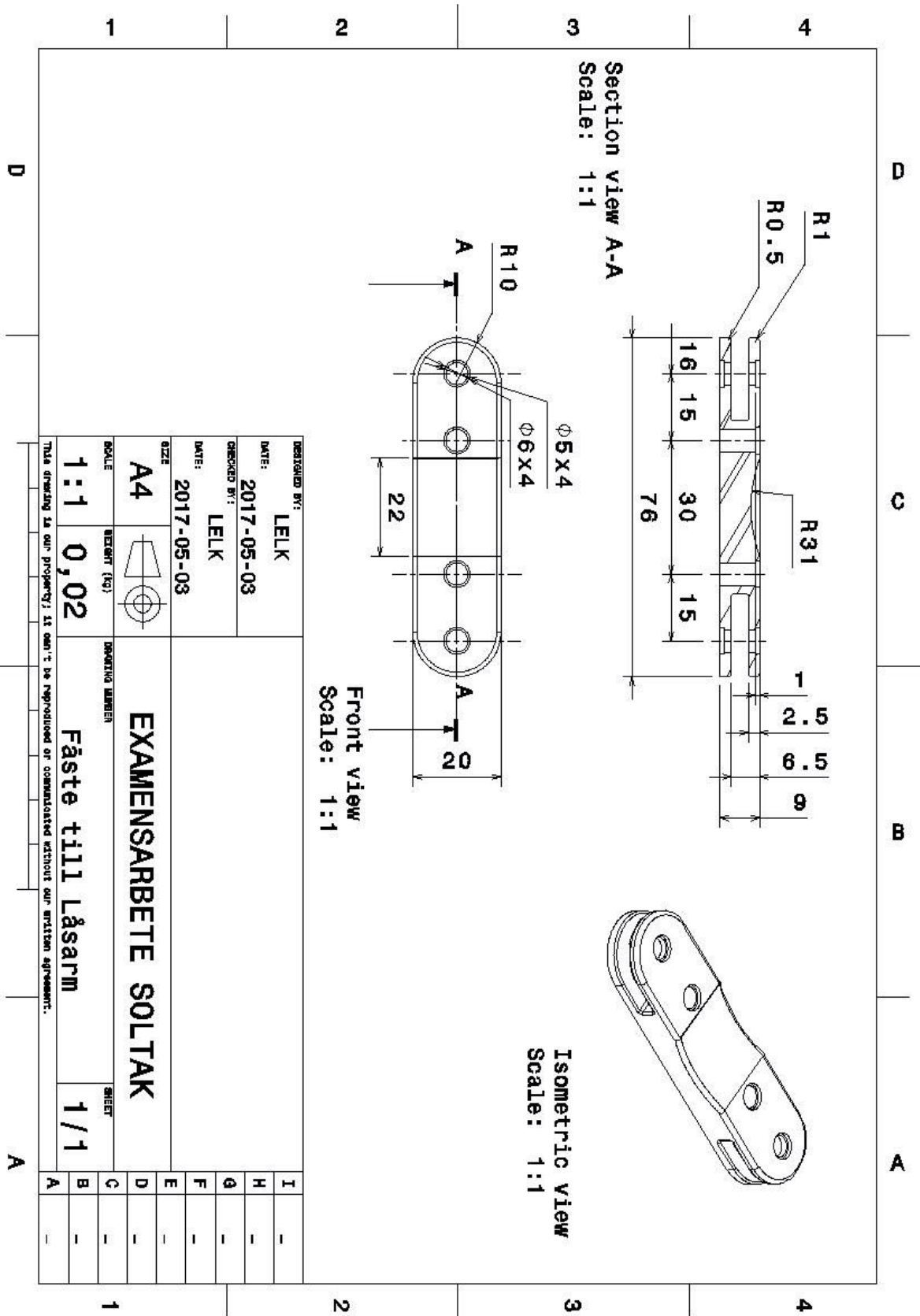
- [1] Johansson, H., Persson, J.G. & Pettersson, D. (2013). Produktutveckling. 2.uppl. Stockholm: Liber.
- [2] Installningsbult helt i rostfritt stål, Wiberger. Eugen Wiberger AB, Göteborg 2017, <https://www.wiberger.se/templates/gn617-ani-installningsbult.htm> (Acc-2017-05-22).
- [3] Produkter för komposittillverkning och lättviktskonstruktion, Carbix. carbiX AB, Nödinge-Nol 2017, <http://www.carbix.se/> (Acc - 2017-06-13)
- [4] Sapa group. (2009). Handbok för konstruktörer.
- [5] OUTDOOR LISO 5, Tyg.se. fabfab GmbH, Schenefeld 2017, https://www.tyg.se/51-aclisoc08-m_outdoor-liso-5-prov.html (Acc 2017-06-10)

11. Bilagor

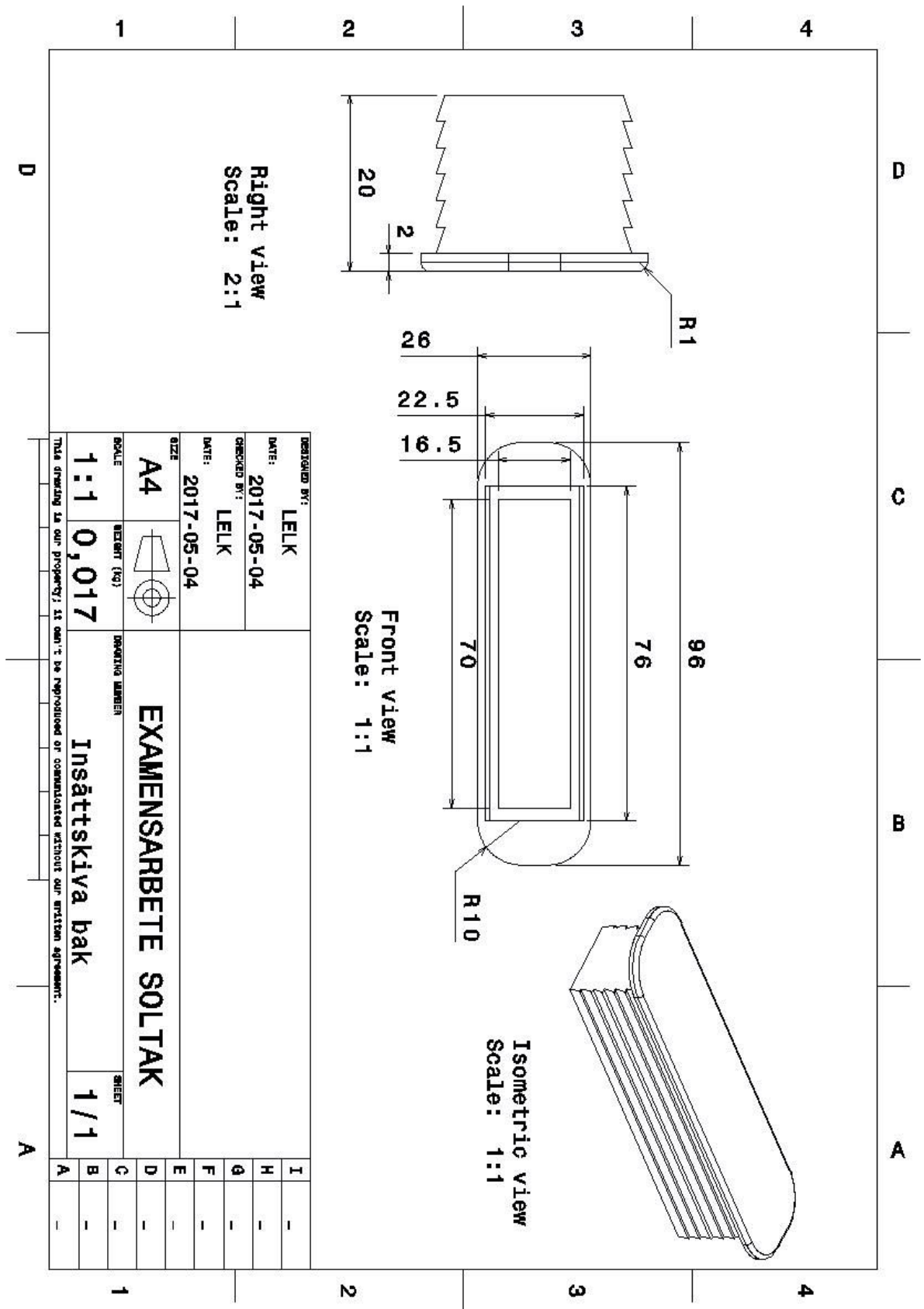
Bilga 1

Huvudsystem/Main system		Arkivbeteckning/Part name:		Risk m/Pos No.		Leverantör/Supplier											
Soll/regnskydd		Examensarbete Eliwee		Status - Händelse/Status - hardware		Projekt/Project											
Funktion/Fn		Datum/Date		Utförd av/Performed by		Utgåval/Issue											
2/1/17		Erik Lexberg, Liam Knowles				Eliwee											
ARTIKEL/PART		FEKARAKTERISTIKS/CHARACTERISTICS OF FAILURE				RATING				ÅTGÄRD/STATUS/ACTION/STATUS							
Niv/ Function	Funktions/ Function	Färgyp/ Failure mode	Försakav/ Causes of failure	Färdigkett/ Effects of failure on part/system	Provering/ Testing	Po	S	Pd	RPN	Rekommenderad åtgärd/ Recommendations	Beslutad åtgärd/ Decisions taken	Po	S	Pd	RPN	Answer and sign Resp. Dept/Sign	
1	Tak öppen golftul	1.1 Bortl i stänger	1.1.1 Felkonstruktion	Systemklaps	Beräkning	2	9	3	54								
			1.1.2 Underdimensionering	Systemklaps	Beräkning	2	9	4	72								
			1.1.3 Materialfel	Systemklaps	Beräkning	4	9	3	108								
			1.1.4 Svart vridning	Systemklaps	Beräkning	3	9	3	81								
			1.2 Underdimensionering	Komponentklaps	Beräkning	4	7	3	84								
			1.2.2 Ytre plåstkan	Komponentklaps	Test	5	7	5	175								
			1.2.3 Utnättning	Komponentklaps	Test	5	7	3	105								
			1.3 Trasig stakak	Systemklaps	Test	2	4	4	32								
			1.3.2 Ytre plåstkan	Systemklaps	Test	6	5	8	240								
			1.3.3 Vind	Systemklaps	Beräkning	3	7	5	105								
2	Stormparaply	2.1 Bortl i paraplystänger	2.1.1 Underdimensionering	Systemklaps	Beräkning	1	8	5	40								
			2.1.2 Björnkant av vind	Systemklaps	Beräkning	6	6	3	108								
			2.1.3 Utnättning	Systemklaps	Beräkning	5	6	3	90								
			2.1.4 Ytre plåstkan	Systemklaps	Beräkning	7	6	3	126								
			2.2 Deformerade spröt	Komponentklaps	Test	8	8	3	192								
			2.2.2 Ytre plåstkan	Komponentklaps	Test	5	6	3	90								
			2.2.3 Felkonstruktion	Systemklaps	Beräkning	7	7	3	147								
			2.3 Trasig paraplytak	Systemklaps	Test	2	4	4	32								
			2.3.1 UV-utnättning	Systemklaps	Test	8	7	5	280								
			2.3.2 Ytre plåstkan	Systemklaps	Beräkning	1	8	5	40								
3	Vattenskorierak	3.1 Bortl i komponentstänger	3.1.1 Underdimensionering	Systemklaps	Beräkning	6	6	3	108								
			3.1.2 Materialfel	Systemklaps	Test	7	8	5	280								
			3.1.3 Svart vridning	Systemklaps	Beräkning	3	6	3	54								
			3.1.4 Överskriden isopphat	Systemklaps	Beräkning	6	7	3	126								
			3.2 Trasig duk	Komponentklaps	Test	6	5	4	120								
			3.2.1 Ytre plåstkan	Komponentklaps	Test	5	3	3	45								
			3.2.2 Överskriden isopphat	Systemklaps	Test	1	8	5	40								
			3.2.3 Åda	Systemklaps	Test	3	5	2	45								
			3.2.3 Vind	Komponentklaps	Beräkning	7	5	5	175								
			3.3 Trasiga spänstband	Komponentklaps	Test	2	5	3	30								

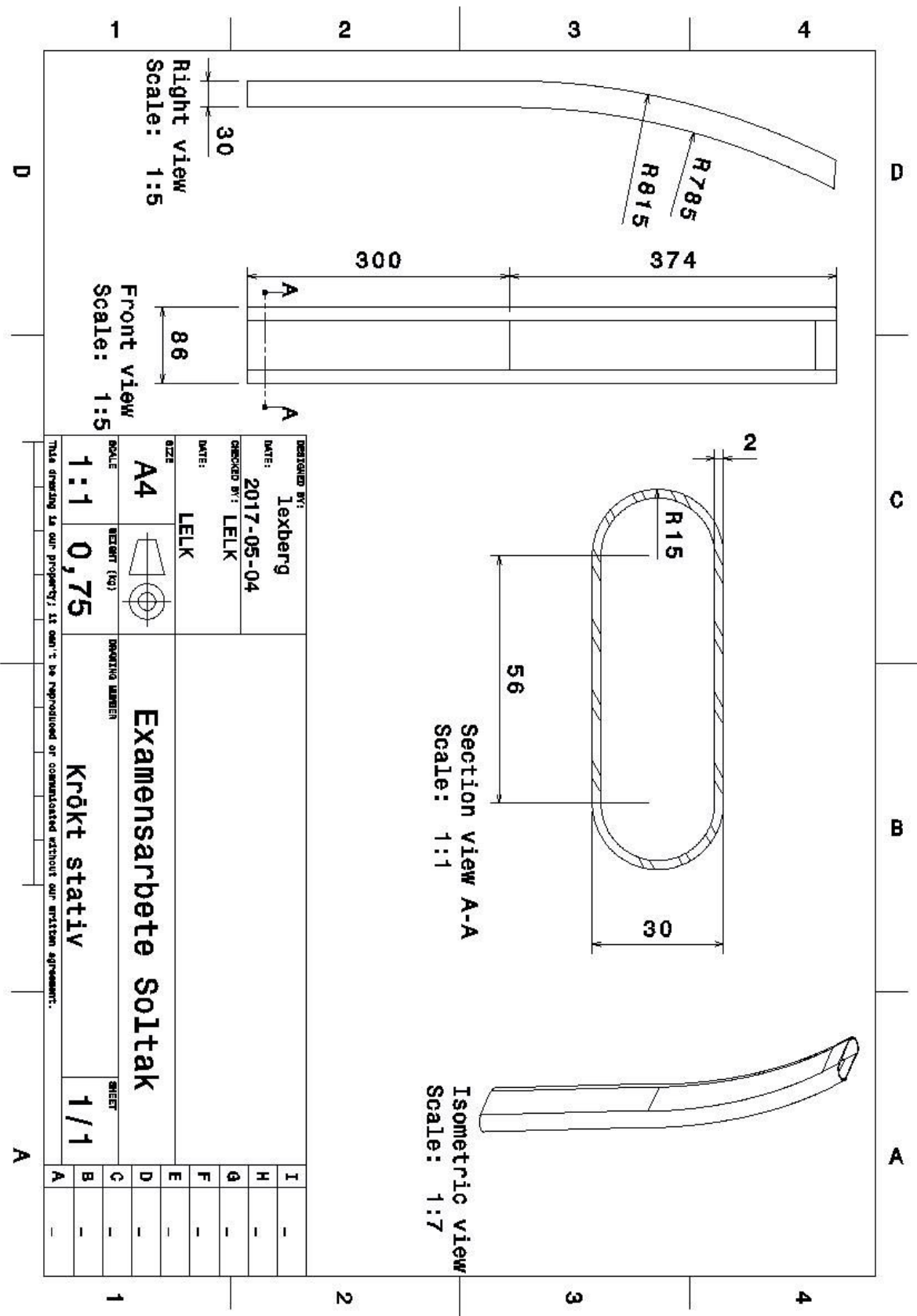
Bilaga 2



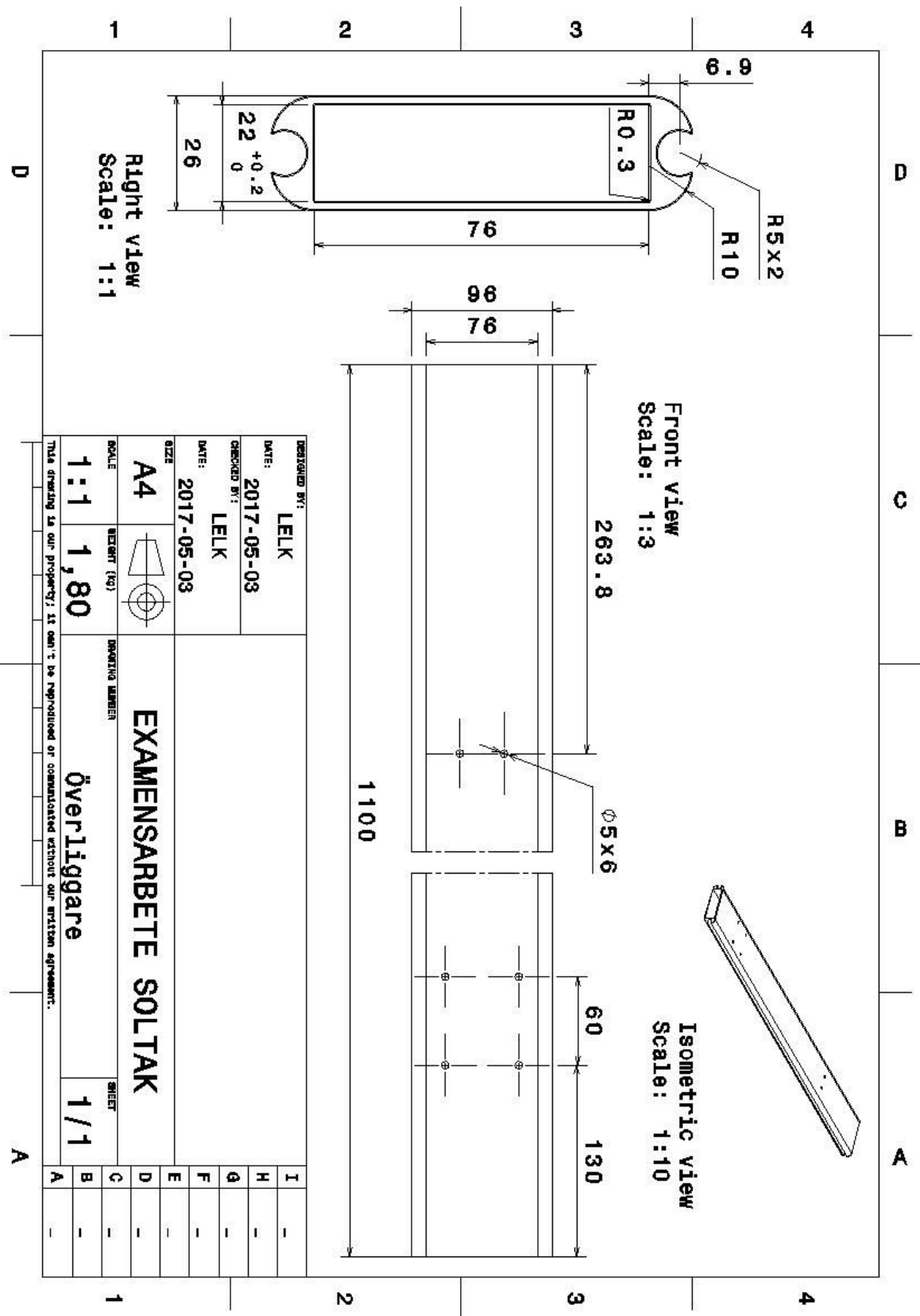
Bilaga 3



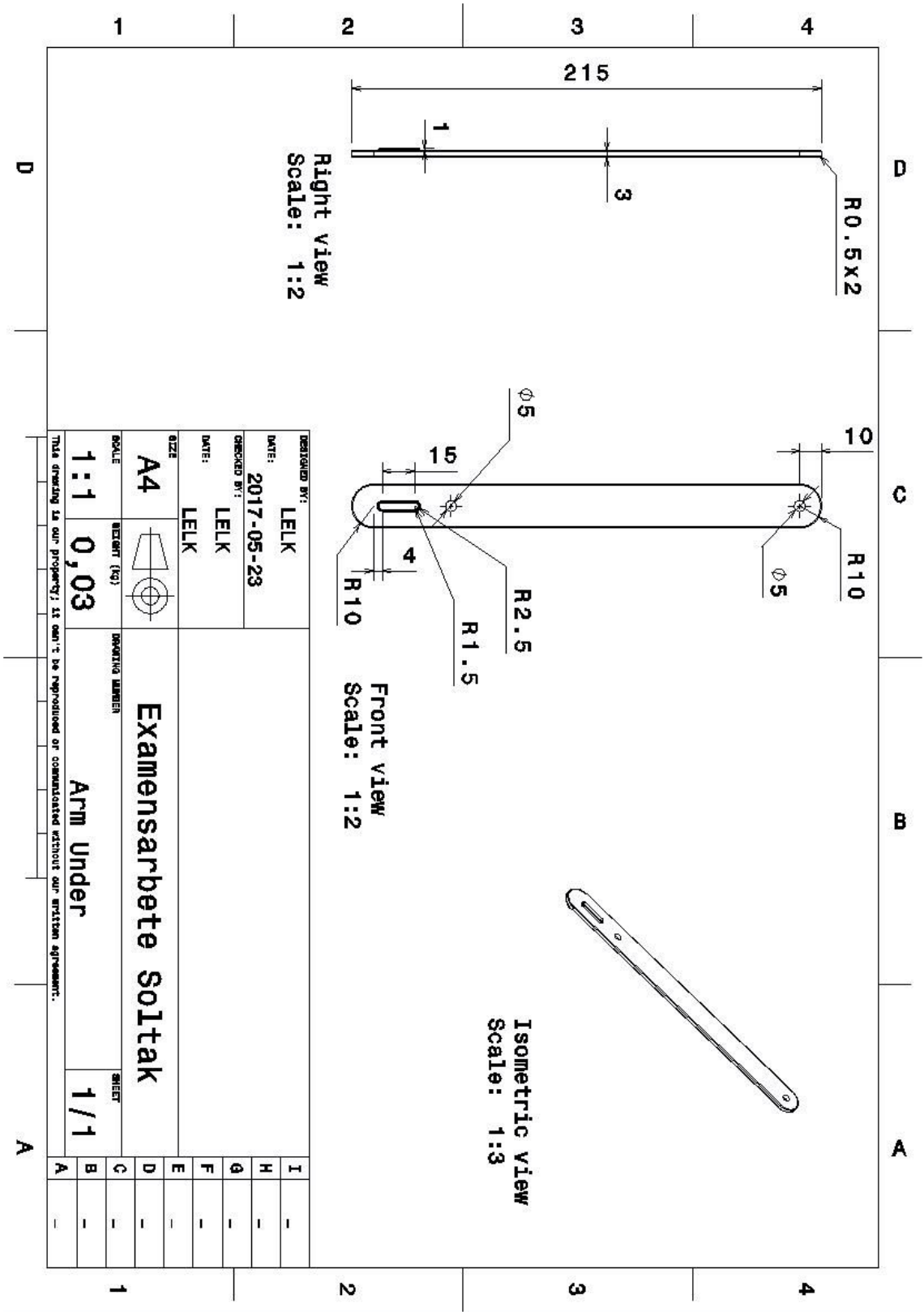
Bilaga 4



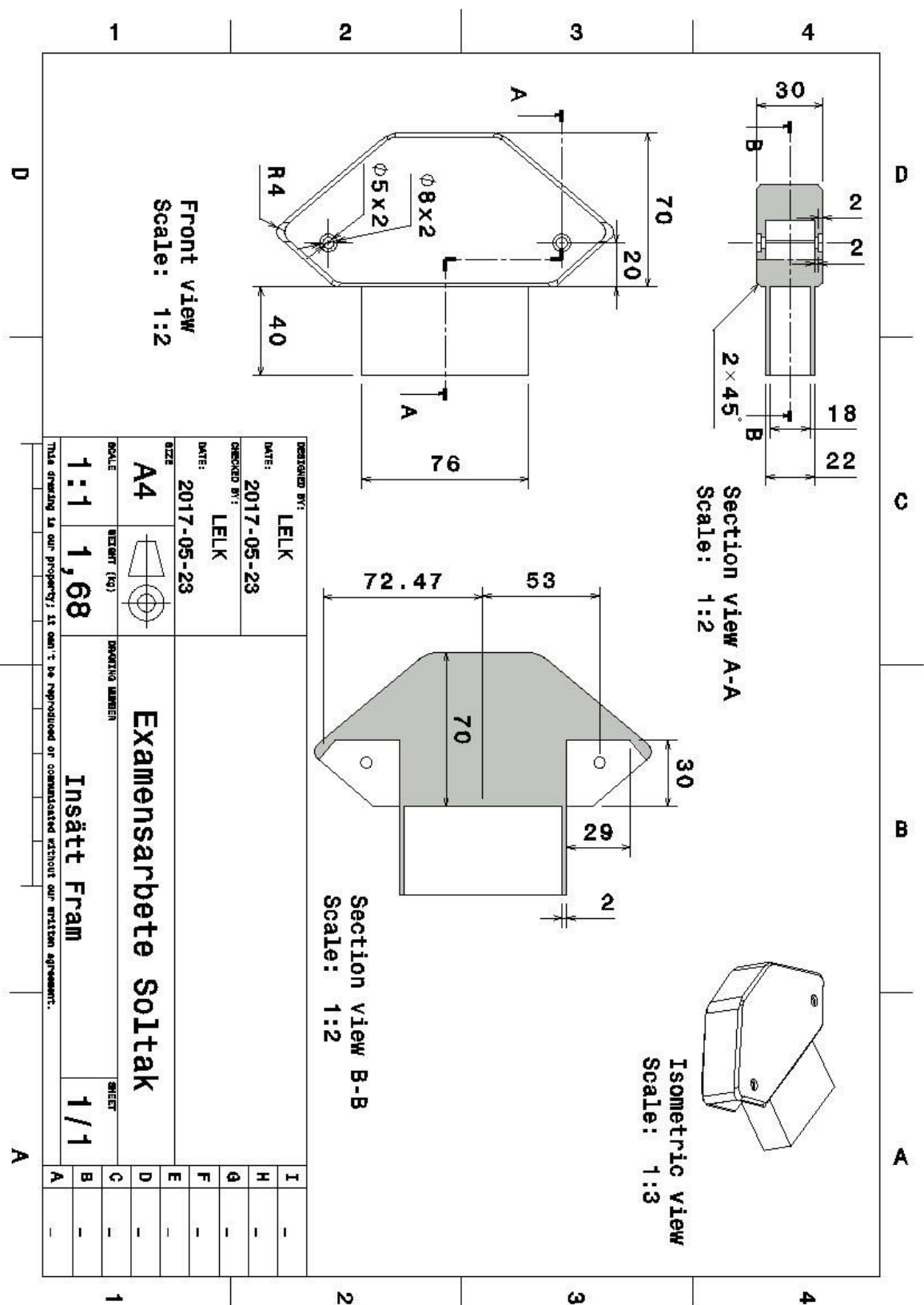
Bilaga 5



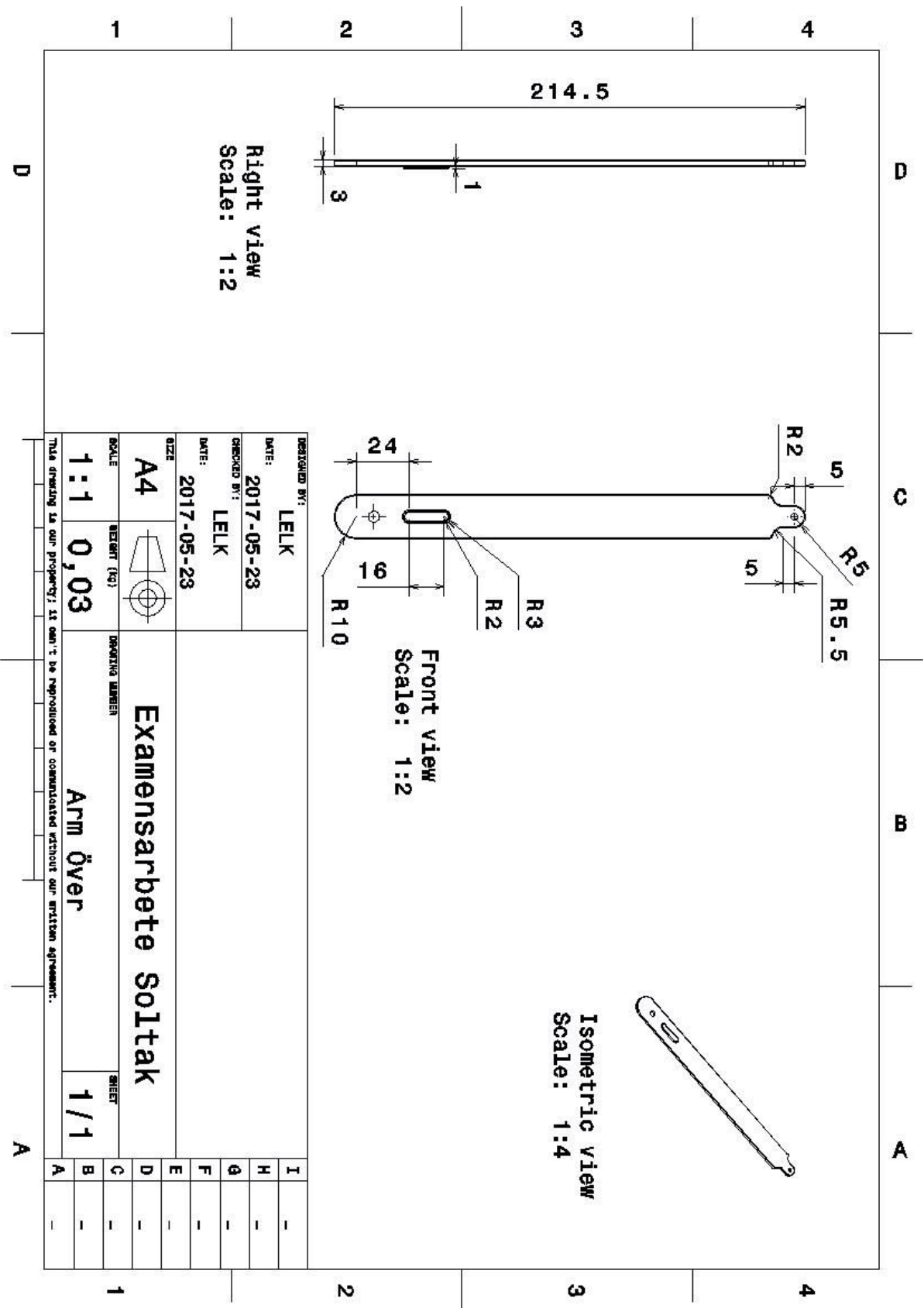
Bilaga 6



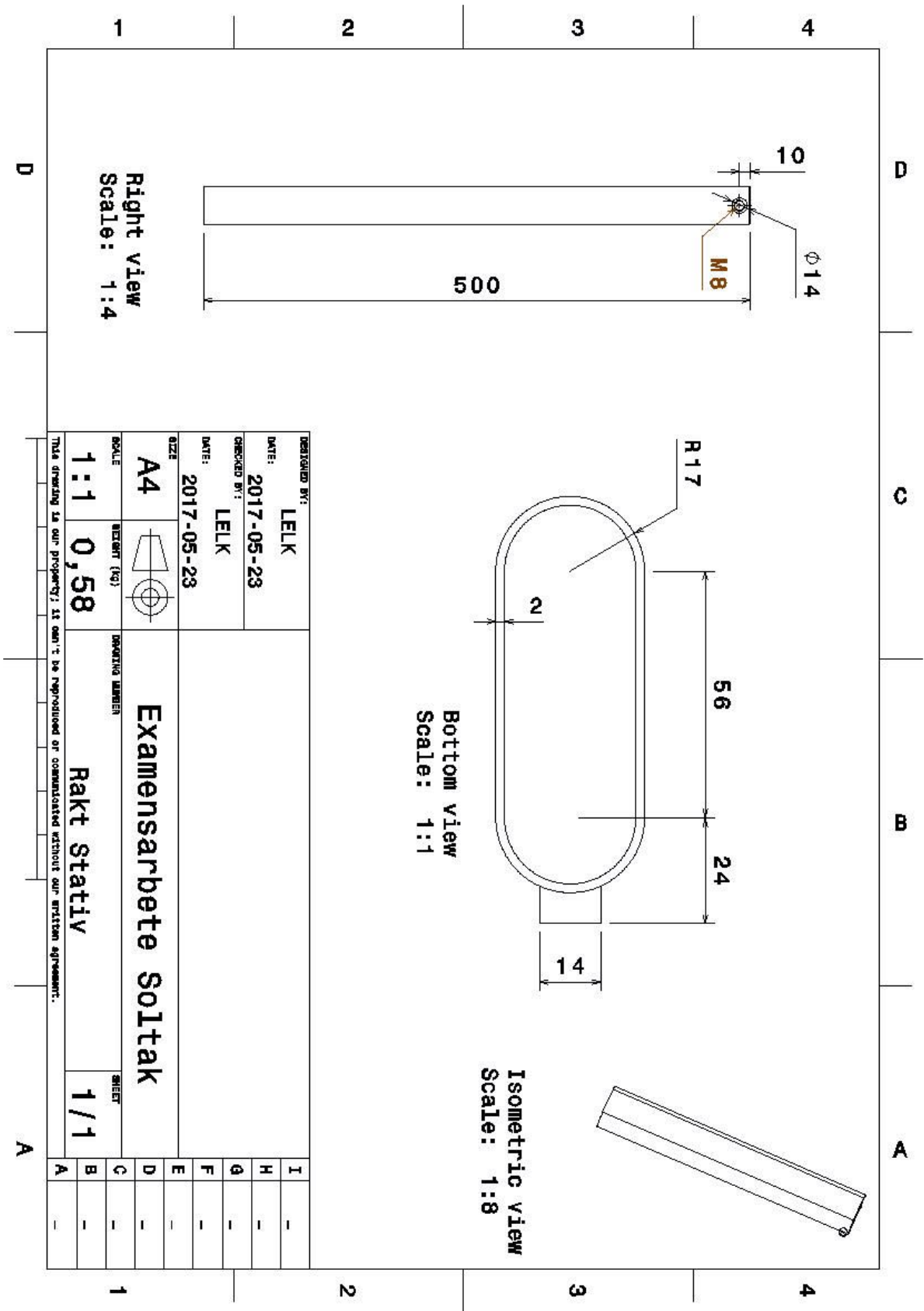
Bilaga 7



Bilaga 8



Bilaga 9



Bilaga 10

