

Design av Öresundsboxen

Elin Althini och Malin Karlsson

AVDELNINGEN FÖR PRODUKTUTVECKLING, INSTITUTIONEN FÖR DESIGNVETENSKAP
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA | LUND UNIVERSITY
2016

EXAMENSARBETE



MOVEBYBIKE
Sveriges grönaste åkeri



Design av Öresundsboxen

En portabel box för cykeltransport

Elin Althini och Malin Karlsson



LUNDS
UNIVERSITET

Design av Öresundsboxen

En portabel box för cykeltransport

Copyright © 2016 Elin Althini och Malin Karlsson

Publicerad av

Institutionen för designvetenskap

Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet

Box 118, 221 00 Lund

Ämne: Maskinkonstruktion (MMK820)

Avdelning: Institutionen för designvetenskap

Huvudhandledare: Per-Erik Andersson

Examinator: Giorgos Nikoleris

Abstract

This master thesis consists of improving the transportation by bicycle combined with trains, and make it more user-friendly. The project involved developing a portable carrier that can be offloaded from a transport bicycle and reloaded on a train, and then transported further. Once at the final destination of the rail transportation, the box can easily be transferred from the train to a waiting transport bicycle on location.

The client was believed to have sufficient knowledge and experience; therefore, the project was based entirely on his thoughts. Interviews were conducted with the client to gather information. The information was collected, combined with different ideas from benchmarking, are inspiration source for the following concept generation. The interview with the client also obtained a list of requirements and a list of requests, which all of the concept ideas was valued from.

Concept generation was accomplished by the master thesis group members, through brainstorming, sketching and discussing. Basic drawings are made by all the concepts that feels reasonable and relevant. Then all the concepts are evaluated based on the client's requirements and preferences and a winning concept was obtained. The winning concept and all the concepts with high scores, are presented to the client. The client, in turn, provided feedback and made decisions about which concepts to be taken forward for development.

The chosen concept was then developed, and a design was defined. Dimensions and materials are tested and evaluated by making 3D parts in Solid Works and tests and prediction analyses in ANSYS Workbench. The design, dimensions and choice of materials was in this way resulting in an optimized product in regards to strength, weigh and cost. Based on the design, a prototype was manufactured to get a true sense of how the concept could work. The prototype was made in the same dimensions as the end product will have, but in simpler and cheaper materials.

The result consists of a compiled list of all the parts that are required to produce the final product. Although drawings and 3D images attached to easily see how the parts will be put together and a final product can be obtained.

An investigation was done to compare how transport by train, car and truck affects the environment. The result of this study is that transport by train affects the environment the least.

Keywords: Design, concept, box, bike, lever arm

Sammanfattning

Examensarbetet bestod av att förbättra transporten med cykel kombinerat med tåg, och göra det mer användarvänligt. Projektet innebar att ta fram en portabel box som kan tas av från en transportcykel och placeras på ett tåg, för att sedan transporteras vidare. Väl framme vid tågtransportens slutdestination ska boxen enkelt kunna fås av tåget och placeras på en väntande transportcykel på plats.

Den stora kunskap och erfarenhet som uppdragsgivaren har, har legat till grund för projektet. Intervjuer genomfördes därför med uppdragsgivaren för att samla information. Den information som samlades ihop, kombinerat med olika idéer från benchmarking, inspirerade till den efterföljande konceptgenereringen. Utifrån intervjun med uppdragsgivaren erhöles även en lista med krav och en lista med önskemål, som alla konceptidéer värderas ifrån.

Konceptgenereringen genomfördes av examensarbetarna, genom att spåna, skissa och diskutera. Enklare ritningar gjordes av alla de förslag som kändes rimliga och hade relevans. Sedan utvärderades förslagen utifrån uppdragsgivarens krav och önskemål och ett vinnande koncept erhöles. Det vinnande konceptet tillsammans med de koncept som fick bra betyg presenterades sedan för uppdragsgivaren. Uppdragsgivaren fick i sin tur tycka till och ta beslut om vilket koncept som skulle tas vidare för utveckling.

Konceptet som togs vidare utvecklades och en design valdes. Mått och material testades och utvärderades genom att göra 3D-parter i Solid Works samt beräkningar och tester i ANSYS Workbench. Designen, måtten och materialen justerades och anpassades för att bland annat uppnå så bra hållfasthet samt låg kostnad och vikt som möjligt. Utifrån den design som valdes ut tillverkades en prototyp för att få en verklig känsla för hur konceptet skulle kunna fungera. Prototypen gjordes i de exakta mått som slutprodukten var tänkt att ha, men i enklare och billigare material.

Resultatet består av en sammanställd lista med alla de komponenter som krävs för att kunna tillverka slutprodukten. Även ritningar och 3D-bilder bifogas för att enkelt se hur parterna ska sättas samman och en slutgiltig produkt kan erhållas.

En undersökning gjordes för att jämföra hur frakt med tåg-, bil- samt lastbilstransport påverkar miljön. Resultatet av denna undersökning visar att tågtransport påverkar miljön minst.

Nyckelord: Design, koncept, box, cykel, hävarm.

Förord

Denna rapport beskriver genomförandet och resultatet av vårt examensarbete. Vi läser båda den sista terminen på civilingenjörsutbildningen inom maskinteknik, med inriktning mot produktutveckling. Projektet genomfördes med start i januari och avslut i juni 2016.

Projektet har genomförts för företaget MoveByBike, med handledning av delägare Johan Wedin. Från Lunds Tekniska Högskola har Per-Erik Andersson bidragit med handledning. Uppdraget tillhandahölls genom kontakt med Helena Ensegård på Miljögården. Helena har även hjälpt till med handledning gällande rapporten.

Vi anser båda att projektet har varit väldigt lärorikt och spännande. Utvecklingen av ett helt nytt koncept har gjort projektet extra motiverande och roligt. Att helt kunna fokusera på ett projekt under hundra procent av skoltiden har varit nytt för oss, och jättekul. Det har fått oss att känna oss mer förberedda inför kommande arbetsliv.

Vi skulle speciellt vilja tacka Per-Erik, Johan och Helena för bra och snabb hjälp under projektets gång.

Lund, juni 2016

Elin Althini och Malin Karlsson

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	12
1.1 MoveByBike	12
1.2 Bakgrund	12
1.3 Problem	13
1.4 Syfte.....	13
1.5 Avgränsningar	14
2 Metod.....	15
2.1 Identifiering av kundbehov.....	15
2.1.1 Identifiering av produktkrav	15
2.1.2 Identifiering av produktönskemål.....	16
2.2 Benchmarking	16
2.3 Konceptgenerering	16
2.4 Konceptval.....	17
2.5 Kombinera och förbättra koncept.....	18
2.6 Slutgiltigt koncept	18
2.7 Konstruktion.....	18
2.8 Prototyp	18
2.9 Miljöaspekter.....	19
3 Produktkrav och önskemål	20
3.1 Identifiering av produktkrav	20
3.2 Produktönskemål, del A	22
3.3 Produktönskemål, del B.....	23
4 Benchmarking, helhetslösningar	25
5 Koncept, del A.....	26

5.1 Klargöra problemet.....	26
5.2 Benchmarking	27
5.3 Brainstorming	27
5.3.1 Koncept A1.....	28
5.3.2 Koncept A2.....	29
5.3.3 Koncept A3.....	30
5.3.4 Koncept A4.....	31
5.3.5 Koncept A5.....	32
5.3.6 Koncept A6.....	33
5.3.7 Koncept A7.....	34
5.3.8 Koncept A8.....	35
5.3.9 Koncept A9.....	36
5.4 Konceptval, del A.....	37
6 Koncept, del B.....	39
6.1 Klargöra problemet.....	39
6.2 Benchmarking	40
6.3 Brainstorming	40
6.3.1 Koncept B1	41
6.3.2 Koncept B2.....	42
6.3.3 Koncept B3.....	43
6.3.4 Koncept B4.....	44
6.3.5 Koncept B5.....	45
6.3.6 Koncept B6.....	46
6.3.7 Koncept B7.....	47
6.3.8 Koncept B8.....	48
6.3.9 Koncept B9.....	49
6.4 Konceptval, del B	50
7 Kombinerat koncept	52
7.1 Handtag	54
8 Konceptval.....	56

8.1 Förklaring av valt koncept.....	56
9 Konceptgenerering hävarm	58
9.1 Benchmarking	58
9.2 Teleskoparm	58
9.3 Vikbar arm.....	59
9.4 Tältpinne.....	60
9.5 Hopskruvad arm	61
9.6 Val av hävarm	61
10 Vidareutveckling av koncept.....	62
10.1 Hävarm.....	62
10.1.1 Längd.....	62
10.1.2 Deformation.....	63
10.1.3 Material	63
10.1.4 Dimensionering	64
10.1.5 Utformning	66
10.2 Fästanordning hävarm cykel.....	68
10.2.1 Beräkning och materialval.....	70
10.3 Boxen.....	71
10.3.1 Boxens utformning	71
10.3.2 Dimensionering	73
10.3.3 Material	73
10.4 Luckan	74
10.5 Handtag	75
10.6 Hjul.....	76
10.7 Fästanordning box cykel.....	76
10.8 Fästanordning box hävarm	77
10.9 Slutgiltig box	78
11 Prototyp	79
11.1 Hävarmen	79
11.2 Boxen.....	80

11.3 Resultat av prototyp.....	81
12 Resultat.....	82
12.1 Bilder och ritningar.....	82
12.2 Komponentförslag.....	84
13 Miljöaspekter.....	86
13.1 Undersökning lastbil.....	86
13.2 Resultat lastbil.....	88
13.3 Undersökning personbil.....	90
13.4 Resultat personbil.....	91
14 Tidsschema.....	92
15 Diskussion.....	94
Referenser.....	96
Bilaga A: Helhetslösningar.....	99
Convoy box.....	99
Rhino.....	99
The Urban Arrow.....	100
MK1-E, Pro.....	101
Referenser bilaga A.....	101
Bilaga B: Inspiration, del A.....	102
Referenser, bilaga B.....	105
Bilaga C: Inspiration, del B.....	107
Referenser, bilaga C.....	111
Bilaga D: Inspiration, del B, Biltema.....	114
Bilaga E: Inspiration handtag.....	115
Referenser, bilaga E.....	117
Bilaga F: Inspiration hävarm.....	118
Referenser, bilaga F.....	119
Bilaga G: Beräkningar, hävarmens längd.....	120
Bilaga H: Beräkningar, böjmotstånd.....	122
Referenser, bilaga H.....	123

Bilaga I: Beräkningar, materialval	124
Bilaga J: Beräkningar, toleranser	126
Bilaga K: Beräkning och materialval	128
Bilaga L: Ritningar	130

1 Inledning

Detta kapitel ger en kortfattad beskrivning av företaget samt bakgrunden och syftet med examensarbetet.

1.1 MoveByBike

MoveByBike är ett transportföretag som transporterar varor med hjälp av cykel. De har olika släp och kärror för olika typer av transporter. Den maximala volymen de kan transportera är 3 m³, som får väga maximalt 300 kg [1]. Företaget har även vagnar med säten för att transportera exempelvis förskoleklasser.

MoveByBike är ett franchiseföretag som idag finns i Malmö, Lund, Örebro, Stockholm och Köpenhamn. Företaget erbjuder transporter inom respektive stadskärna med omnejd. Idag har MoveByBike 21 anställda transportörer som arbetar med att transportera varor med de olika transportcyklarna.

Företaget har startats av far och son, Johan och Nils Wedin, som idag äger företaget tillsammans. Båda är starkt drivna av dagens miljöfrågor. Den slogan som de använder sig av är ”Sveriges grönaste åkeri” [1]. År 2012 tilldelades företaget Malmö Stads miljöpris, med motivering att ”..de som Malmös, och kanske Sveriges grönaste åkeri erbjuder miljövänliga och citysmarta transporter” [1].

1.2 Bakgrund

Företaget MoveByBike har gett i uppdrag att ta fram en portabel box som ska kunna tas av och på transportcykeln Bullit, se Figur 1.1. Idag använder man en box som sitter fastmonterad på Bullit utan möjlighet till att plocka av den på ett enkelt sätt. Tanken är att boxen som ska tas fram ska kunna plockas av cykeln och tas på ett tåg för att där transporteras vidare. När tågtransporten är klar ska boxen enkelt fås av tåget, tas till en väntande transportcykel på tågstationen och plockas på cykeln för att sedan transporteras vidare. Boxen har namnet Öresundsboxen då den framför allt ska användas för frakt över Öresund, mellan Malmö och Köpenhamn.



Figur 1.1. Transportcykeln Bullit

1.3 Problem

Problemet består av att ge boxen en form och storlek som passar in på transportcykeln Bullit. Boxens form och storlek får inte skymma sikten för transportören för mycket, eller begränsa styrets svängradie. Vidare ska det gå att få av och på boxen från cykeln på ett enkelt sätt. Då den ska kunna packas tungt och med känsliga varor måste denna av- och pålastning ske på ett smidigt sätt och samtidigt minimera belastningen på transportören. Vid vissa tillfällen kan boxen packas med olika typer av vätska vilket innebär att avlastning måste ske utan att boxen lutar för mycket. För ökad säkerhet ska boxen kunna fästas ordentligt i cykeln. Ett handtag ska finnas på boxen för att förenkla förflyttning av boxen då den är skild från cykeln.

1.4 Syfte

Syftet med detta projekt är att ta fram en portabel box till transportcykeln Bullit, för att underlätta vid transport med tåg. Då tågtransporten endast behöver innefatta boxen, och inte boxen tillsammans med cykeln som dagens transport gör, medför det ett behov av en mindre yta på tåget. Detta leder till att andra medresenärer får mer utrymme och risken för att inte få plats på tåget vid transport minskar.

Genom att göra kombinationen av cykel- och tågtransport möjlig skulle det kunna leda till minskad användning av transport med exempelvis bil och lastbil. Detta i sin tur kan bidra till mindre utsläpp och en grönare miljö.

1.5 Avgränsningar

- Projektet kommer att utföras av en projektgrupp på två medlemmar.
- Projektet ska genomföras under 20 veckor á 2 personer, 40 timmar i veckan.
- Boxen ska anpassas för att kunna fraktas med Öresundståg.
- Boxen ska kunna tas ombord i den vagn på tåget som är gjord för barnvagnar, resväskor och andra stora föremål.
- Avlastning av boxen får inte påverka transportören negativt, oberoende av kroppsbyggnad.
- Budget som skolan och MoveByBike bidrar med.

2 Metod

För utveckling av Öresundsboxen har valet fallit på den metod som Ulrich och Eppinger beskriver i sin bok Produktutveckling- Konstruktion och design [2]. Metoden har tillämpats för att uppfylla projektets behov. Endast de metodsteg som känns relevanta har tagits med, och vissa av dem har modifierats. Nedan beskrivs de arbetsmoment som används i projektet.

2.1 Identifiering av kundbehov

Det första steget i fasen konceptutveckling enligt Ulrich och Eppingers metod är att identifiera kundbehov [2]. Ett vanligt sätt att göra detta på är genom intervjuer och kundundersökningar. En första intervju genomförs med Johan Wedin på MoveByBike. Under intervjun sammanställs en lista med de kundutlåtanden som Johan gör. Då Johan dessutom kommer att vara en användare av den box som ska utvecklas anser han att vidare kundundersökningar är överflödiga. Beslut tas därför om att intervjun med Johan blir underlag till de kundbehov som ska upprättas.

Under intervjun framgår tydliga krav som produkten måste uppnå för att ha någon relevans. Det finns också ett antal önskemål som produkten gärna får uppnå till den grad det går. Därav tas beslut om att göra en uppdelning, en lista med de produktkrav som Johan anger och en lista med produktönskemål. Kraven måste uppfyllas, men önskemålen däremot har olika betydelse och viktning. Därför kommer alla önskemål att tilldelas en betydelsefaktor som sedan används som viktning vid vidare utvärdering.

2.1.1 Identifiering av produktkrav

Från intervjun med Johan på MoveByBike erhöles en lista med kundutlåtanden av typen krav. Alla kundutlåtanden översätts till produktkrav som sammanställs i en tabell. Kraven måste uppfyllas, alltså kommer idéer som inte gör detta direkt att sällas bort från vidare utvärdering. Vissa av kraven är av den typen att koncepten i efterhand kommer att anpassas för att uppfylla det som krävs.

2.1.2 Identifiering av produktönskemål

Från intervjun erhålls en lista med kundutlåtanden av typen önskemål. Utifrån denna lista översätts kundutlåtandena till produktönskemål. Då identifieringen av önskemålen görs framgår att boxen kan delas upp i två skilda utvecklingsområden. Ett område gällande boxens form och dess öppning, som härnäst kommer att kallas ”del A”. Det andra området är hur boxen ska fästas i cykelramen, hur den ska fås av och på cykeln samt på vilket sätt den ska transporteras från cykel till tåg. Detta område kommer att kallas ”del B”. För att enklare få fram den bästa lösningen tas beslut om denna uppdelning i två delar med respektive område. Två listor upprättas därför med önskemål, en för respektive område.

Då produktönskemålen har olika betydelse, tilldelas var och en av önskemålen en betydelsefaktor i skalan 1 till 5. Betydelsefaktorernas innebörd är tagna direkt från *Produktutveckling- Konstruktion och design* och listas nedan [2].

- 1) Egenskapen är oönskad. Jag skulle inte överväga en produkt med denna egenskap.
- 2) Egenskapen är inte viktig, men jag skulle inte ha något emot att ha den.
- 3) Egenskapen skulle vara bra att ha, men den är inte nödvändig.
- 4) Egenskapen är högst önskvärd men jag skulle överväga en produkt utan den.
- 5) Egenskapen är viktig. Jag skulle inte överväga en produkt utan denna egenskap.

Två tabeller skapas med produktönskemålen för respektive område samt betydelsefaktor. Varje önskemål tilldelas även ett nummer, vilken är densamma som respektive kundutlåtande.

2.2 Benchmarking

Benchmarking genomförs genom att söka information på olika hemsidor på internet och i butiker. Information söks om liknande helhetslösningar för att få en bild av hur konceptet skulle kunna se ut och vilka funktioner det skulle kunna ha. Sedan görs ytterligare en benchmarking för de delproblem som uppdagats. Inspiration söks för att få idéer på vilka dellösningar som skulle kunna användas.

2.3 Konceptgenerering

Efter att produktkrav och produktönskemål samlats ihop och inspiration fått från benchmarkingen, kan konceptgenereringen starta. Då konceptet delats upp i två delar tas beslut om att även dela upp konceptgenereringen. En konceptgenerering

för del A genomförs först. Först klargörs problemet för att få en tydlig bild av vad som ska tas fram. Sedan startar idégenereringen, då är alla tankar och förslag välkomna. Genom att diskutera inom gruppen kommer många idéer fram. Enklare skisser görs för att få en klarare bild av vad idéerna innebär. Sedan genomförs samma procedur för konceptgenerering för del B.

Projektgruppen anser att tillräckligt många lösningar inte har genererats gällande del B. Beslut tas därför om att genomföra en workshop, vilket görs tillsammans med fem stycken kurskamrater, två killar och tre tjejer. Målet är att få fram ytterligare idéer och förslag på lösningar som examensarbetarna inte haft i åtanke. Kurskamraterna studerar alla maskinteknik med inriktningen produktutveckling och är väl insatta i hur en produktutvecklingsprocess fungerar. Alla får först information om hur problemet ser ut, sedan startar brainstormingen. Först får alla sitta och tänka själva, och skissa sina idéer. Sedan gör man en genomgång av idéerna i två grupper och förklarar för varandra hur man tänkt. Denna diskussion ska gärna resultera i bättre och mer utvecklade idéer. Till sist går hela gruppen tillsammans igenom allas förslag och tankar.

2.4 Konceptval

Under idégenereringen har den kravlista som tidigare satts upp varit tillgänglig. Detta har medfört att idéer som inte kunnat uppfylla kraven inte tagits med. Vissa krav, så som måtten, kommer varje idé att senare anpassas efter. Alla lösningsförslag har skissats upp för att få en tydlig bild av vad konstruktionen innebär. Varje förslag har också tilldelats ett nummer för att enkelt ha koll.

Problemet har tidigare delats upp i två delar; del A och del B. Konceptvalet kommer till en början att fortsätta med denna uppdelning. Konceptförslagen till del A utvärderas först. Detta görs genom att skapa en matris med alla önskemål och dess betydelsefaktorer i y-led, och alla konceptförslag i x-led. Sedan tilldelas varje koncept ett betyg i skalan 1 till 3, beroende på hur väl de anses uppfylla respektive önskemål. Betyg 1 är alltså det lägsta betyget med dålig uppfyllelse och betyg 3 är det högsta betyget med bra uppfyllelse. Ett önskemål i taget tas i beaktning och så jämförs alla koncept med varandra, vilket gör att betygsättningen blir relativ. Betygen sätts helt utifrån vad gruppmedlemmarna anser rimligt. När alla betyg satts multipliceras de med respektive betydelsefaktor för att skapa ett viktat betyg. Sedan adderas alla viktade betyg för respektive konceptförslag ihop, för att skapa ett totalt betyg. Beroende på konceptets betyg tas beslut om vilket eller vilka koncept som går vidare.

När del A utvärderats genomförs samma procedur för del B, och ett eller flera konceptförslag tas vidare.

2.5 Kombinera och förbättra koncept

Nästa steg är att kombinera de olika lösningsförslag som tagits vidare gällande del A och B. För att se hur dellösningarna fungerar skapas 3D-modeller i cadprogrammet Solid Works. Modellerna kommer till en början att göras enkla och med få detaljer för att se om själva funktionen fungerar.

2.6 Slutgiltigt koncept

Innan det vinnande konceptet tas vidare för nästa steg i utvecklingsprocessen genomförs en presentation för uppdragsgivaren, Johan Wedin, på MoveByBike. Detta gör man för att se om Johan tror på det vinnande konceptet eller om han vill att projektgruppen ska gå vidare med ett annat koncept i stället.

Resultatet från mötet blir avgörande för projektets fortsättning. Det koncept som Johan ser som mest potentiellt tas vidare.

2.7 Konstruktion

Det slutgiltiga koncept som tagits vidare måttsätts och anpassas för att uppfylla alla produktkrav. Konstruktionen formges för att få ett snyggt och snällt yttre. Noggranna 3D-ritningar skapas i Solid Works för att testa så att konceptet fungerar ordentligt.

En genomgång av vilka komponenter som behövs för att tillverka konstruktionen görs. Vissa delar kan köpas in färdiga och användas direkt. Andra delar behöver tillverkas på egen hand och då inhandla material till detta. En undersökning av vilka material som kan användas genomförs.

Beräkningar görs för att se hur komponenterna klarar de krafter som de kommer att kunna utsättas för. Resultatet från beräkningarna bidrar även till vilka beslut angående materialval som görs. Kombinationen av materialets sträckgräns, pris och vikt är avgörande för valet av vilket material som väljs.

2.8 Prototyp

När konstruktionen är helt bestämd tas beslut om att bygga en prototyp. Prototypen görs för att kunna testa hur pass bra konceptet fungerar, och se om något behöver justeras i konceptförslaget. Vissa delar tillverkas av projektgruppen och andra delar

inhandlas kompletta från butik. De flesta komponenter till prototypen tillverkas eller inhandlas i billiga material med låg vikt. Vissa av de komponenter som används för prototypbygget kommer också att användas i slutprodukten.

2.9 Miljöaspekter

En jämförelse görs mellan frakt med tågtransport samt lastbils- och biltransport, och dess respektive utsläpp och miljöpåverkan. Undersökningen görs genom att utföra relevanta beräkningar utifrån olika transportbolags miljöskalkyler. Resultaten tolkas och en slutsats kan dras huruvida de olika transportmedlen påverkar miljön.

3 Produktkrav och önskemål

Detta kapitel består av att identifiera de krav och önskemål som produkten ska uppfylla.

3.1 Identifiering av produktkrav

Den intervju som genomförs med Johan på MoveByBike genererar följande kundutlåtanden av typen krav.

1. Boxen måste vara helt mobil, och möjlig att få av och på cykeln.
2. Då boxen ska sitta fast på en specifik cykelmodell måste måtten på den anpassas. Dessutom ska boxen kunna frakta en kvarts pall som har fasta mått. Detta gör att boxens innermått i botten måste vara minst 40x60 centimeter [3].
3. För att kunna packa boxen måste öppningen ha en storlek som är anpassad efter en kvarts pall.
4. För att inte skymma sikten för transportören för mycket, får boxen inte ha ett större yttermått på höjden än 80 centimeter, mätt från cykelramens ovankant. Dock ska den gärna ha en så stor höjd som möjligt för att skapa maximal volym.
5. Boxen får inte vara i vägen för styret så att svängradien minskar.
6. Boxen måste kunna sättas fast ordentligt i cykelramen så att den hålls på plats. Skulle boxen börja röra på sig under transport skulle det kunna medföra fara för både transportören och medtrafikanter. Fastsättningen får gärna göras så enkel som möjligt för att underlätta av- och pålastning av boxen. Fastsättningen ska också göra det svårt för en obehörig person att kunna lossa boxen och ta den.
7. Då transportören ibland måste lämna cykeln för att kunna överlämna en del av fraktgodset, så måste luckan på boxen gå att låsa.
8. Ibland packas boxen med exempelvis mat som ska transporteras till skolor. Denna mat kan vara i flytande form, därför är det viktigt att boxen inte måste lutas för mycket då den ska av och på cykeln, och även då den ska tas mellan cykel och tåg. Ett mått som bör hållas är en maximal lutning på 15 grader.

9. För att på enklaste sätt kunna packa och tömma boxen ska den ha en öppning som är placerad på boxens sida.
10. Då cykeltransporterna sker oberoende av väder, ska boxen vara skyddad för att klara alla typer av väder.
11. Boxen packas oftast med varor till en vikt av ungefär 40 kg, men kan uppnå totalvikten 80 kg. Boxen bör därför klara en vikt på 80 kg.
12. Material eller komponenter som eventuellt placeras under själva cykelramen får inte ta i marken då man cyklar. När man svänger med cykeln med en maximal lutning så är det cirka 10 centimeter ner till marken, mätt från ramens yttre kant.
13. Boxen och dess anordning ska vara så tyst som möjligt, och inte skallra och föra oväsen.
14. För att förenkla transporten mellan cykel och tåg så ska det finnas en användarvänlig anordning att hålla i som är ergonomisk och lätthanterlig.

Kundutlåtandena översätts till produktkrav och sammanställs i tabellen nedan, Tabell 3.1. Tabell över produktkrav.

Tabell 3.1. Tabell över produktkrav.

	Produktkrav
1	Mobil
2	Bottens insida minst 40x60 cm
3	Öppningen ska vara anpassad efter en kvarts pall
4	Maximal höjd 80 cm
5	Styrets användning få inte begränsas
6	Boxen ska hållas på plats under transport
7	Boxens öppning ska vara låsbar
8	Boxens lutning, max 15 grader
9	Boxen ska öppnas från sidan
10	Vädertålig
11	Klara en vikt på 80 kg
12	Boxen får inte slå i marken då man cyklar
13	Boxen skallrar minimalt
14	Användarvänlig anordning att hålla i vid förflyttning av boxen

3.2 Produktönskemål, del A

De kundutlåtanden av typen önskemål som framgått under intervjun gällande del A av boxen var följande.

1. Boxens utformning ska smälta in snyggt på cykeln och ha ett snällt yttre. Den ska även kunna smälta in på ett tåg och inte se för stor och klumpig ut.
2. Boxen ska vara enkel att packa med de varor som ska transporteras, oberoende av vilken sorts varor det handlar om.
3. Boxen ska vara enkel att tömma, oberoende vilken sorts varor det handlar om. Den får gärna vara enkel att tömma på en vara som är i botten av boxen, då andra varor är packade ovanför.
4. Öppningen som ska sitta på boxen ska vara enkel att öppna och stänga, och bör därför vara placerad på sidan av boxen.
5. Boxen ska väga så lite som möjligt för att minska den vikt som ska transporteras. Inga onödiga detaljer på boxen som väger extra.
6. Boxen ska vara så billig som möjligt att tillverka.
7. Boxen ska tåla stötar och smällar. Den ska vara slittålig, inte skadas för lätt.
8. Då man öppnar boxen för att packa och tömma den, får den gärna ta så lite plats som möjligt.

Kundutlåtanden översätts till korta och koncisa önskemål som sedan sätts in i en tabell med respektive nummer, se Tabell 3.2. Alla önskemål tilldelas en betydelsefaktor, beroende på hur viktiga de anses vara enligt examensarbetarna. De allra viktigaste önskemålen anses vara att boxen ska vara lätt att packa och tömma, samt att luckan enkelt ska kunna öppnas och stängas. Dessa önskemål tilldelas därför en betydelsefaktor 5. Att boxen ska vara stöttålig och ha ett snällt yttre anses viktigt och fick en faktor 4. Att boxen ska vara vikeffektiv, ha låg tillverkningskostnad och ta liten plats då den öppnas anses ha betydelse men inte vara avgörande och tilldelas därför en betydelsefaktor 3.

Tabell 3.2. Produktönskemål, del A.

	Önskemål del A	Betydelsefaktor
1	Boxen har ett snällt yttre	4
2	Enkel att packa	5
3	Enkel att tömma	5
4	Öppningen är lätt att öppna och stänga	5
5	Boxen är vikteffektiv	3
6	Låg tillverkningskostnad	3
7	Boxen är stöttålig	4
8	Tar liten plats då boxen öppnas	3

3.3 Produktönskemål, del B

De kundutlåtanden av typen önskemål som identifierats under intervjun gällande del B av boxen, var följande.

1. För att av- och pålastning av boxen från cykeln ska ske smidigt och enkelt, är det bra om så få delmoment som möjligt behöver genomföras. Även de delmoment som behöver göras efter att boxen har lastats av cykelramen ska vara så få som möjligt.
2. För att minska påfrestningen på transportören ska en så liten kraft som möjligt behövas för att få av boxen från cykeln.
3. Av samma anledning som i punkt 2, så ska så liten kraft som möjligt krävas för att få på boxen på cykeln.
4. Det ska vara enkelt och smidigt att flytta boxen mellan cykel och tåg.
5. Det ska vara enkelt att få på boxen på tåget.
6. För att inte boxen ska luta för mycket eller välta, så är det viktigt att boxen hålls stabil under av- och pålastning från cykeln.
7. När boxen transporteras på tåget ska boxens yttre vara så snyggt som möjligt. Inga onödiga komponenter ska sticka ut och störa andra passagerare.
8. Under cykeltransporten ska boxen och dess anordning vara snygg och tilltalande. Så få delar som möjligt ska sticka ut och se fula ut.
9. Boxen och dess anordning ska ha så låg tillverkningskostnad som möjligt.
10. Anordningen ska störa själva cykeltransporten så lite som möjligt.
11. Anordningen ska vara så vikteffektiv som möjligt.

Samma tillvägagångssätt används för del B som tidigare för del A. Alla önskemål tilldelas alltså en betydelsefaktor som sätts in i Tabell 3.3. Då det viktigaste med boxen är att få av den på ett enkelt sätt från cykeln, tilldelas de tre första önskemålen en betydelsefaktor 5. De tre första önskemålen är att endast en liten kraft krävs för att få av och på lådan från cykeln samt att få steg krävs för av- och pålastning. Två kriterier som anses viktiga för att göra själva cykeltransporten så bra som möjligt är att anordningen inte får störa själva cykeltransporten och att den ska ha ett snällt yttre på cykeln. För att göra tågtransporten bra anses det viktigt att anordningen har ett snällt yttre, det ska vara enkelt att få av och på boxen på tåget samt att det ska vara enkelt att flytta på boxen. Alla dessa fem kriterier får därför en betydelsefaktor 4. Kriterier som anses viktiga men inte avgörande är att boxen är stabil vid av- och pålastning, har låg tillverkningskostnad och att boxen är vikeffektiv.

Tabell 3.3. Produktönskemål, del B.

	Önskemål del B	Betydelsefaktor
1	Få steg för att genomföra av- och pålastning av boxen från cykeln	5
2	Liten kraft krävs för att få av boxen från cykeln	5
3	Liten kraft krävs för att få på boxen från cykeln	5
4	Enkelt att flytta boxen från cykeln till tåg	4
5	Enkel att få på och av boxen på tåget	4
6	Stabil vid av och pålastning	3
7	Anordningen har ett snällt yttre under tågtransport	4
8	Anordningen har ett snällt yttre vid cykeltransport	4
9	Låg tillverkningskostnad	3
10	Anordningen stör er själva cykeltransporten	4
11	Vikeffektiv	3

4 Benchmarking, helhetslösningar

Detta kapitel beskriver hur information och idéer samlas ihop för att få inspiration till konceptet som ska tas fram.

Information söks om transportboxar och lådor till olika modeller av transportcyklar. Framför allt söks information på olika sökmotorer så som Google. Efter detta undersöks lite mer specifikt på hemsidor som säljer olika typer av cyklar och tillbehör. Det visar sig finnas en stor marknad inom detta område. Många företag har tagit fram boxar anpassade för specifika cyklar, med skilda användningsområden. Det företag som säljer cykelmodellen Bullit heter Larry vs Harry [4]. De har enbart en typ av box till försäljning till sin cykelmodell, och denna är inte portabel. Benchmarkingen genererade inte någon information om avtagbara eller portabla boxar, vilket tyder på att detta är en marknad som har en hög utvecklingspotential. Då dels information om portabla boxar inte går att finna på internet, och dels uppdragsgivaren till det aktuella projektet saknar denna typ av box, kan detta anses vara en produkt som helt saknas på marknaden. För mer information gällande olika typer av boxar anpassade för olika cykelmodeller, se Bilaga A: Helhetslösningar.

5 Koncept, del A

Följande kapitel beskriver del A av problemet och hur idéer tas fram för att lösa det. Nio koncept genereras för att sedan utvärderas, och slutligen utses ett vinnande koncept som tas vidare för utveckling.

5.1 Klargöra problemet

Problemet med delkoncept A består av att ta fram en utformning av boxen som smälter in snyggt på cykeln. Den ska inte vara stor och klumpig så att den skymmer sikten för transportören onödigt mycket. Boxen får inte heller vara i vägen för styret så att svänggraden minskar. När boxen sedan är på tåget ska den också smälta in och inte kännas otymplig för att inte irritera medresenärer eller personal på tågen. Boxen ska också klara att bli lastad med en vikt på upp till 80 kg.



Figur 5.1. Transportcykeln Bullit.

För att kunna lasta på och av de varor som transporteras krävs en öppning. Denna öppning ska vara placerad på sidan av boxen för att göra det så enkelt som möjligt att packa och tömma. Luckan ska vara enkel att öppna och stänga. Den ska också hålla tätt så vätska inte kan komma in. Luckan ska vara låsbar för att minska risken för stöld då transporten lämnas obevakad.

5.2 Benchmarking

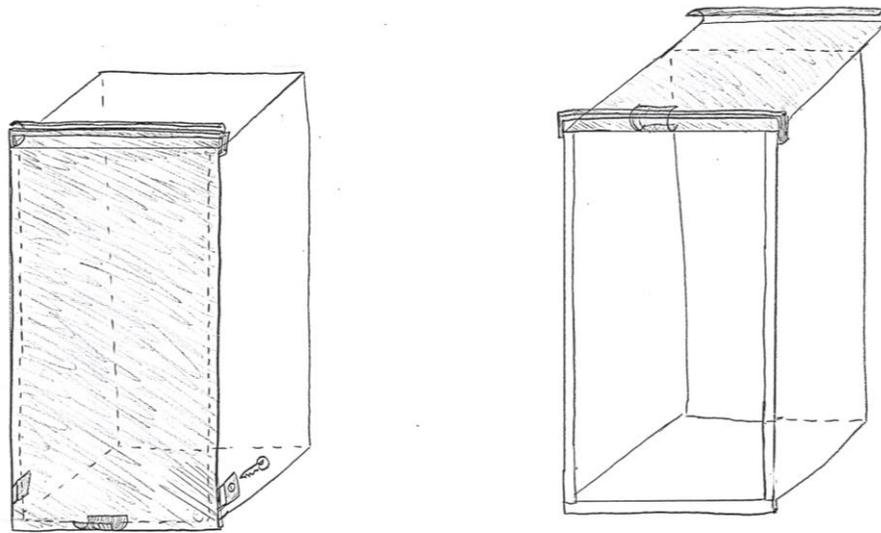
För att få inspiration gällande olika typer av lösningar till del A söks information på internet av olika slag. Till exempel behövs idéer på hur lådan ska öppnas och stängas. Olika lösningar på luckor och skjutdörrar hittas. Även olika sätt för att stänga och låsa denna öppningsanordning söks fram. För mer inspiration se Bilaga B: Inspiration, del A.

5.3 Brainstorming

Projektgruppen genererar många förslag till del A. Alla förslag kommer att bestå av en fyrkantig box i grunden, som sedan utvecklats på olika sätt. Bilder med tillhörande förklaringar följer nedan.

5.3.1 Koncept A1

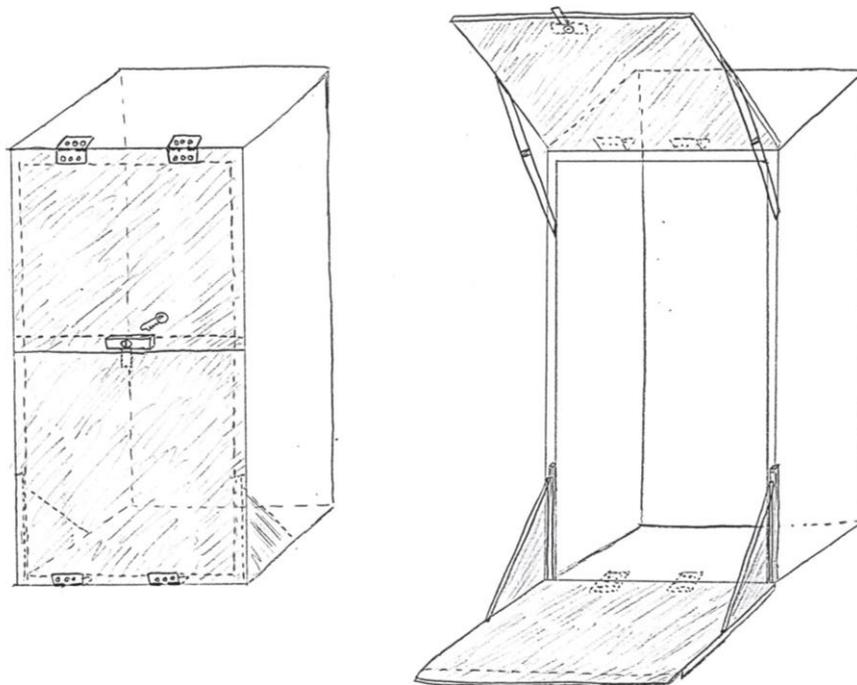
Konceptet består av en box med en skjutbar lucka. För att öppna boxen för man luckan snett uppåt och placerar den på boxens ovansida. Luckan sticker då ut ungefär 10 centimeter på baksidan, detta beror på att luckan är ungefär 10 centimeter längre än vad boxen är djup. Upp till på luckan är kanten böjd. När luckan är stängd håller böjningen luckan stängd på plats på boxen. Luckan är låsbar med ett lås som är placerat på höger sida, för högerhandsfattning. På andra sidan sitter ett snäppe för att hålla luckan stängd ordentligt. Ett handtag som är krökt som en halvcirkel finns längst ner på luckan. Då luckan är öppen håller detta handtag den kvar på plats. Se förklaring av konceptet i Figur 5.2.



Figur 5.2. Koncept A1.

5.3.2 Koncept A2

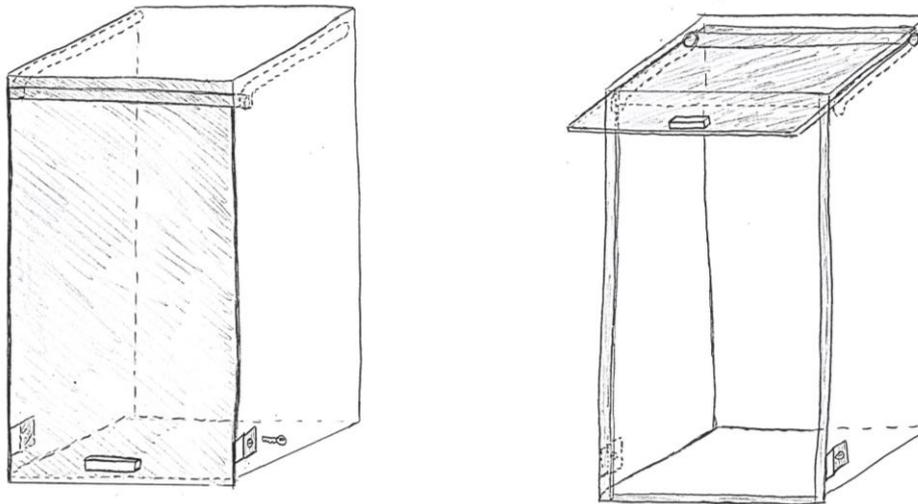
Konceptet består av en box och en lucka som är tvådelad. Luckorna ligger omlott, där den övre luckan ligger över den undre för att regnvatten ska rinna av. Den övre luckan öppnas först i lodrät riktning uppåt, sedan öppnas den undre luckan i lodrät riktning nedåt. Luckan öppnas med ett handtag som har en integrerad låsanordning. Handtaget är placerat på den övre luckan. Två gångjärn på respektive lucka håller dem på plats på lådan. Den övre luckan öppnas med hjälp av två gasfjädrar som enkelt håller upp luckan av sig själv. Den undre luckan fälls ut manuellt tills den är parallell med boxens botten. Stoppfunktionen består av två solida detaljer som är fastankrade i boxens sidor där de kan glida fritt i ett spår. Se skiss av konceptet i



Figur 5.3. Koncept A2.

5.3.3 Koncept A3

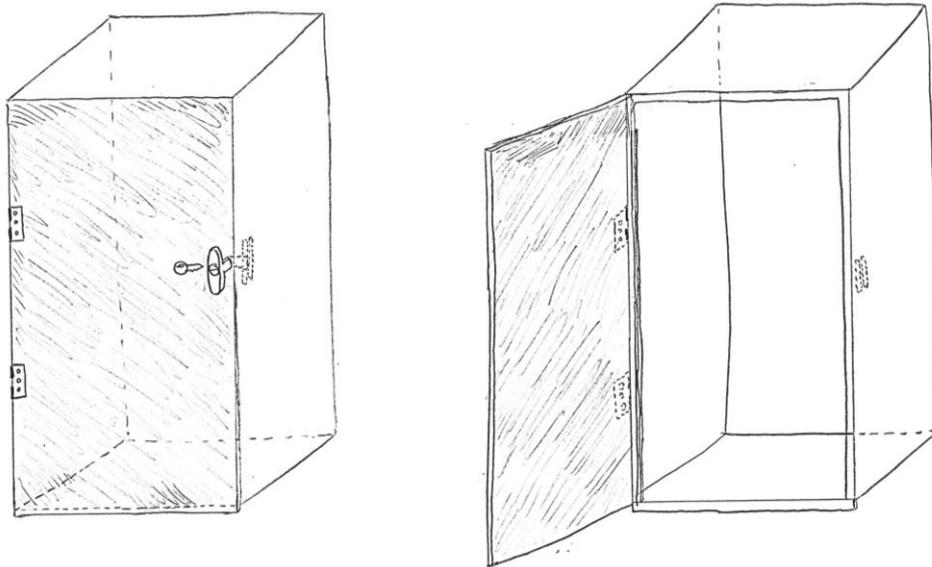
Konceptet består av en fyrkantig box och en lucka. Luckan öppnas med hjälp av ett handtag som är placerat längst ner på luckan. Genom att föra luckan snett uppåt så glider den i ett spår som finns på insidan av boxen. Då boxen är i öppet läge och luckan är helt uppfälld, kommer luckan att sticka ut cirka 10 centimeter framtill. Luckan är låsbar med ett lås på höger långsida av boxen. På andra sidan boxen sitter ett snäppe som håller luckan stängd.



Figur 5.4. Koncept A3.

5.3.4 Koncept A4

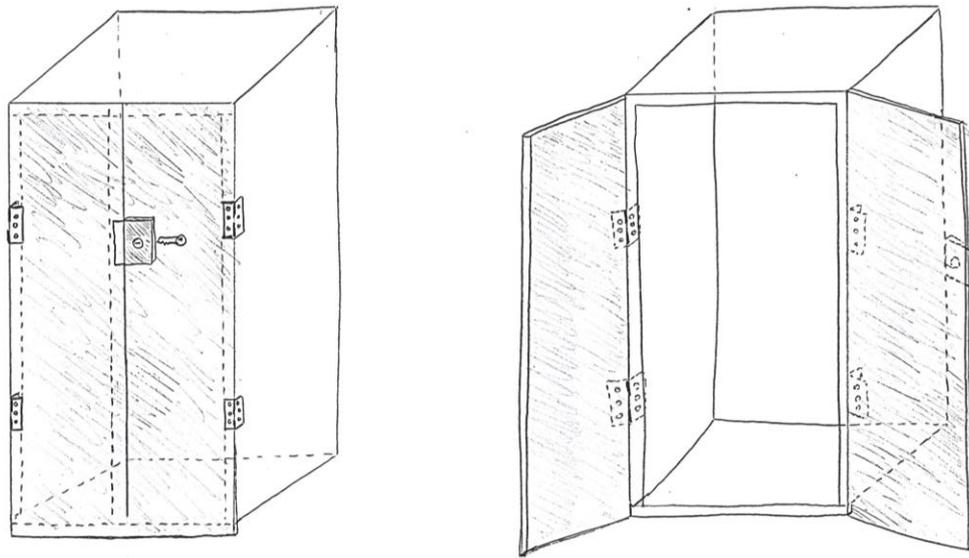
Konceptet består av en box och en lucka. Luckan öppnas i sidled, som en vanlig ytterdörr. Luckan hålls fast på boxen med hjälp av två dämpande gångjärn. Till höger på luckan finns ett handtag som man stänger boxen med. Detta handtag har även ett integrerat lås.



Figur 5.5. Koncept A4.

5.3.5 Koncept A5

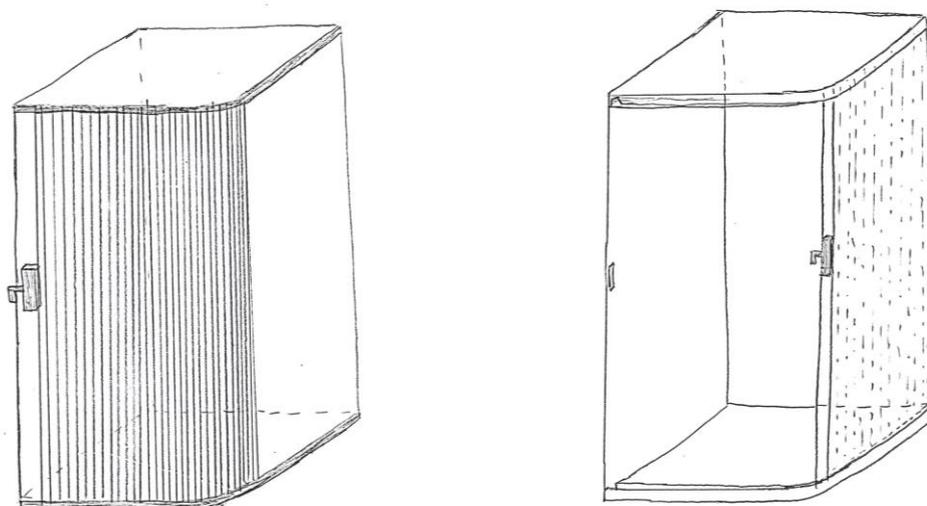
Konceptet består av en box och två luckor som öppnas utåt, en i taget. Luckorna överlappar varandra för att hålla tätt. På den högra luckan finns det ett lås som även agerar som handtag för att öppna boxen. Två gångjärn på respektive lucka gör att luckorna kan röra sig fritt och även hållas på plats på boxen.



Figur 5.6. Koncept A5.

5.3.6 Koncept A6

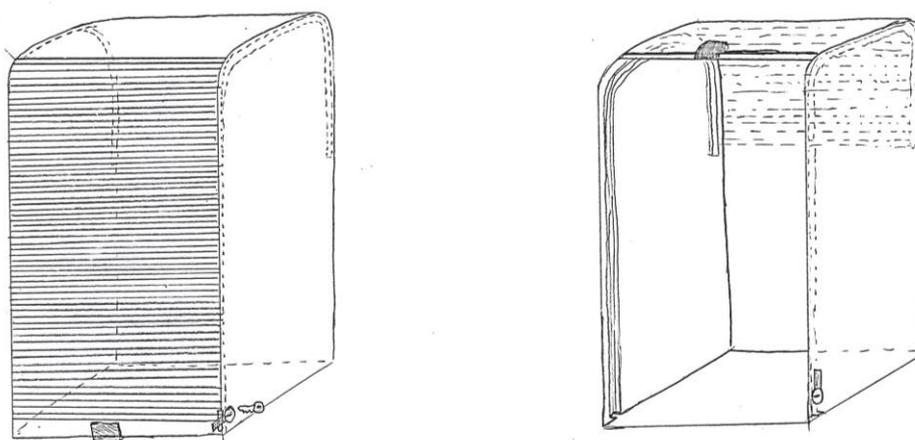
Konceptet består av en box med en jalusidörr framtill. Jalousidörren skjuts åt höger på insidan av boxen för att öppnas. Den glider i fåror för att hamna rätt. För att den ska kunna följa väggarna behöver boxen ha en rundad form på denna sida, resten av boxen är kantig. På dörren sitter ett handtag med ett integrerat lås, som man använder för att öppna och stänga boxen.



Figur 5.7. Koncept A6.

5.3.7 Koncept A7

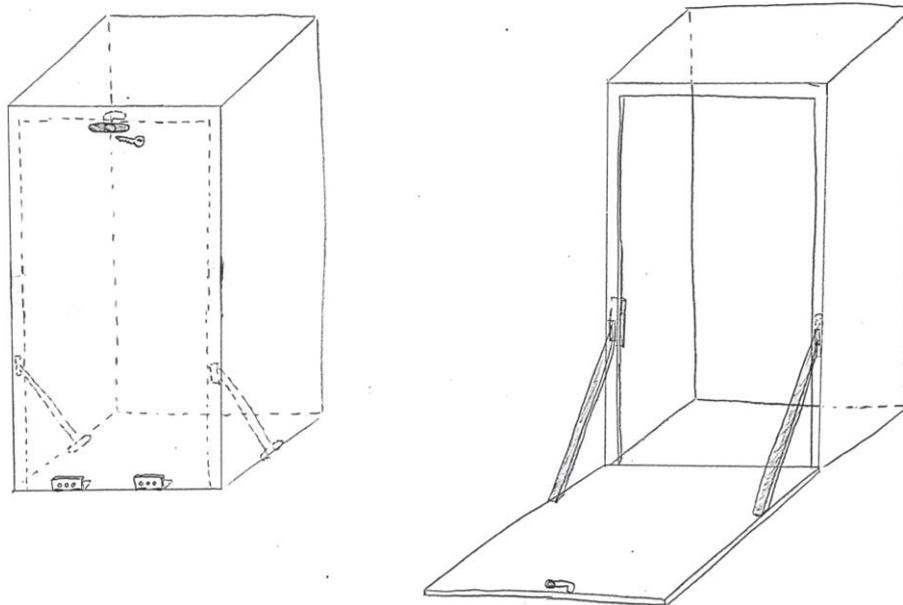
Detta koncept är av samma princip som föregående, koncept A6; en box med jalousidörr. I detta koncept är skillnaden att dörren skjuts uppåt i stället för åt sidan. Boxen har rundade kanter upptill för att göra det möjligt för dörren att skjutas in under boxens tak. Spåren som dörren glider i går till ungefär mitten av boxens baksida. Luckan öppnas med ett handtag som har ett integrerat snäppe, vilket gör att luckan hålls stängd. På höger sida finns ett lås som kan användas då boxen lämnas utan uppsyn.



Figur 5.8. Koncept A7.

5.3.8 Koncept A8

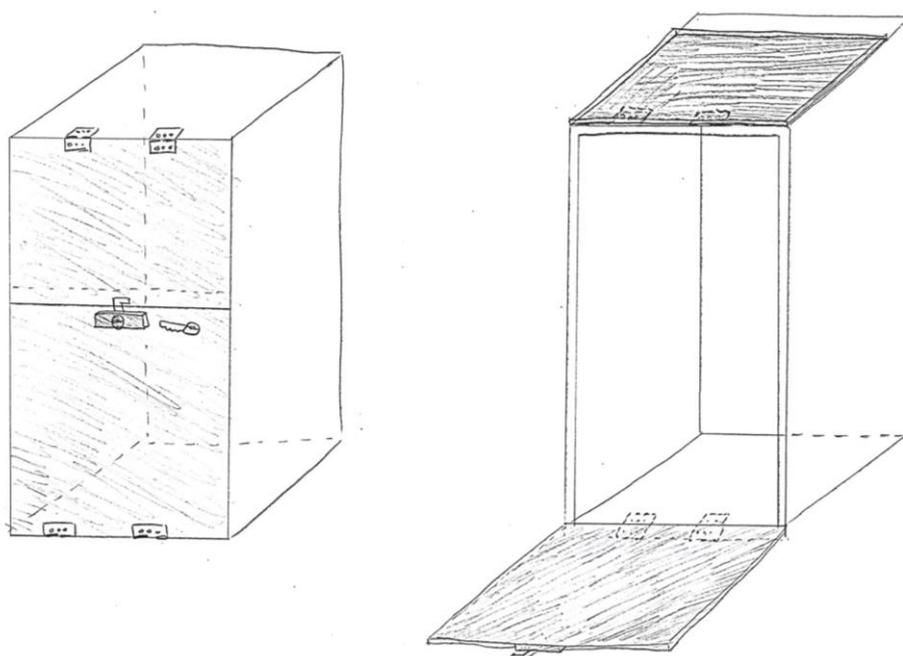
Detta koncept består av en fyrkantig box med en lucka. Luckan öppnas utåt och fälls nedåt. Med hjälp av två gångjärn hålls luckan på plats. Två sidostöd är placerade mellan boxen och luckan för att luckan inte ska kunna öppnas för mycket. Sidostöden löper fritt i spåren på boxens kant. Ett handtag med låsfunktion är placerat upptill på luckan och låser fast luckan vid stängt läge. Två extra snäppen är placerade på boxen för att säkerställa att luckan hålls fastsatt i boxen utan att få en glipa.



Figur 5.9. Koncept A8.

5.3.9 Koncept A9

Konceptet består av en box med en tvådelad lucka. De båda luckorna är fastsatta i boxen med hjälp av gångjärn. På den undre luckan sitter ett handtag som man använder för att stänga luckorna. På handtaget sitter även ett lås som kan användas då boxen lämnas utan uppsyn. När luckan öppnas kan man lägga den övre delen ovanpå boxen. Den undre delen har inget motstånd vilket gör att den öppnas tills exempelvis marken eller cykelramen tar emot.



Figur 5.10. Koncept A9.

5.4 Konceptval, del A

Alla koncept för del A sätts in i konceptsällningsmatrix A för utvärdering. Resultatet kan ses i Tabell 5.1. Poängsättningen görs av examensarbetarna, utifrån deras kunskap och erfarenhet.

Tabell 5.1. Konceptsällningsmatrix A.

		KONCEPT																	
		A1		A2		A3		A4		A5		A6		A7		A8		A9	
Önskemål- utformning och öppning	Betydelse-faktor	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP
1 Snällt yttre	4	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	3	12	3	12	2	8	2	8
2 Enkel att packa och tömma	5	2	10	3	15	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	1	5	3	15
3 Öppningen är lätt att öppna och stänga	5	1	5	1	5	1	5	3	15	1	5	2	10	1	5	1	5	1	5
4 Boxen är vikteffektiv	3	3	9	2	6	3	9	3	9	3	9	2	6	2	6	3	9	3	9
6 Låg tillverkningskostnad	3	3	9	1	3	3	9	3	9	2	6	1	3	1	3	3	9	2	6
7 Boxen är stöttålig	4	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	2	8	2	8	3	12	3	12
8 Tar liten plats då boxen öppnas	3	1	3	2	6	1	3	2	6	2	6	3	9	3	9	1	3	2	6
TOTAL VIKTAD POÄNG		56		55		56		69		56		58		53		51		61	
VIDAREUTVECKLA		Nej		Nej		Nej		Ja		Nej		Nej		Nej		Nej		Nej	

VP=Viktad poäng, P=Poäng

Gällande önskemålet att boxen ska ha ett snällt yttre fick koncept A6 och A7 högst poäng. Detta då båda boxarna har en rundad form vilket ger mjuka former och ett snyggt yttre.

Merparten av konceptförslagen fick högsta betyg på önskemålet att boxen ska vara enkel att packa och tömma. Detta beror på att luckan då kan öppnas helt och är inte i vägen. De koncept som fick lägre betyg var koncept A2 och A8. Anledningen är att deras luckor sticker ut och kan vara i vägen vid packning och tömning. Då luckan på koncept A8 sticker ut mest får denna endast betyg 1.

Det tredje önskemålet är att luckan ska vara lätt att öppna och stänga. På detta önskemål fick alla konceptförslag, förutom koncept A4 och A6, betyget 1. Detta beror på att alla dessa koncept kräver en stor eller flera rörelser för att öppnas och stängas. Det koncept som fick högst betyg är koncept A4. Anledningen är att luckan för detta koncept endast kräver en kort rörelse, och inte så mycket kraft. Koncept A6 fick betyg 2 då den endast kräver en kort rörelse, men mer kraft är vad koncept A4 kräver.

För önskemålet att boxen ska vara vikteffektiv fick merparten av koncepten betyget 3. De koncept som fick lägre, betyg 2, var koncept A2, A6 och A7. Anledningen till att dessa koncept fick lägre betyg är för att de har komponenter som väger mer.

Koncept A6 och A7 har jalusidörrar som är förhållandevis tunga, och koncept A2 har gasfjädrar som också väger mycket.

De koncept som fick lägst betyg gällande vikteffektiviteten fick även lägst betyg för önskemålet att konceptet ska ha låg tillverkningskostnad. Detta beror på att jalusidörrar och hydraulikkolvar är förhållandevis dyra. Koncept A5 och A9 får betyget 2, då luckorna på dessa koncept är tvådelade och har då fler komponenter än resterande konceptförslag.

Det sjunde önskemålet är att boxen ska vara stöttålig. Alla förslag, förutom koncept A6 och A7, får högst betyg här då de anses robusta och tåliga. Anledningen till att A6 och A7 endast får betyg 2 är att jalusidörrarna anses mindre tåliga än vad en massiv dörr är.

Det sista önskemålet är att boxen ska ta så lite plats som möjligt då den öppnas. Konceptförslag A1, A3 och A8 får här lägsta betyg då de alla kräver att hela luckans längd på 80 centimeter fälls ut och ska då få plats. De koncept som får högst betyg är de med jalusidörrar, koncept A6 och A7, då dessa inte kräver någon extra plats alls.

Efter att ha multiplicerat betygen med respektive betydelsefaktor får varje koncept en viktad poäng för varje önskemål. Alla viktade poäng för respektive koncept adderas och en total viktad poäng erhålls. Det konceptförslag som fick högst poäng var koncept A4. Detta koncept fick totalt 69 viktade poäng. Det förslag som kom på andraplats fick poängen 61, vilket ansågs vara tillräckligt långt ifrån det vinnande konceptet för att ta vidare. Beslut tas alltså om att endast ett koncept tas vidare för att kombineras med vinnaren i konceptval B, vilket är koncept A4.

6 Koncept, del B

Detta kapitel beskriver del B av problemet och hur idéer tas fram för att lösa det. Nio koncept genereras för att sedan utvärderas, och slutligen utses två vinnande koncept som tas vidare för utveckling.

6.1 Klargöra problemet

Problemet med del B består bland annat av hur boxen ska fästas i cykelramen. En funktion ska möjliggöra att boxen hålls på plats och inte förflyttar sig eller trillar av cykeln. Var på boxen denna funktion ska vara placerad ska också bestämmas, och var på cykeln den ska fästas. Något slags lås ska också finnas med, för att kunna låsa fast boxen helt för att minska risken för stöld. Om det inte är möjligt att applicera ett lås på lådan så kan det räcka med att funktionen som håller lådan på plats är så pass svår att förstå att stöldrisken är minimal.



Figur 6.1. Transportcykeln Bullit.

Ett annat problem är hur man ska få av och på boxen på cykeln. Vid olastat tillstånd går det antagligen bra att manuellt bära av och på boxen. Boxen kan vara lastad med varor och uppnå en totalvikt på 80 kg är manuell lastning inte ett alternativ. Enligt Arbetsmiljölagen [5] är den maximala last en anställd får bära på sin arbetsplats en vikt på 25 kg, och då ska det endast vara vid enstaka tillfälle. Dessutom packas boxen ibland med flytande varor som kan rinna över, och får alltså inte luta för mycket vid på- och avlastning.

Då boxen lossats från cykeln och plockats av, ska den på något vis kunna tas till tåget. Detta ska ske på ett så smidigt och enkelt sätt som möjligt. Väl vid tåget ska boxen enkelt kunna tas ombord, trots eventuella mellanrum mellan perrong och tåg.

6.2 Benchmarking

Gällande del B behövs inspiration på hur boxen ska kunna plockas av och på cykeln. Olika sorters hjälpmedel som idag används i olika situationer hittas. Sökningar görs även på idéer om hur boxen kan transporteras från cykel till tåg. För mer inspiration gällande detta delproblem, se Bilaga C: Inspiration, del B.

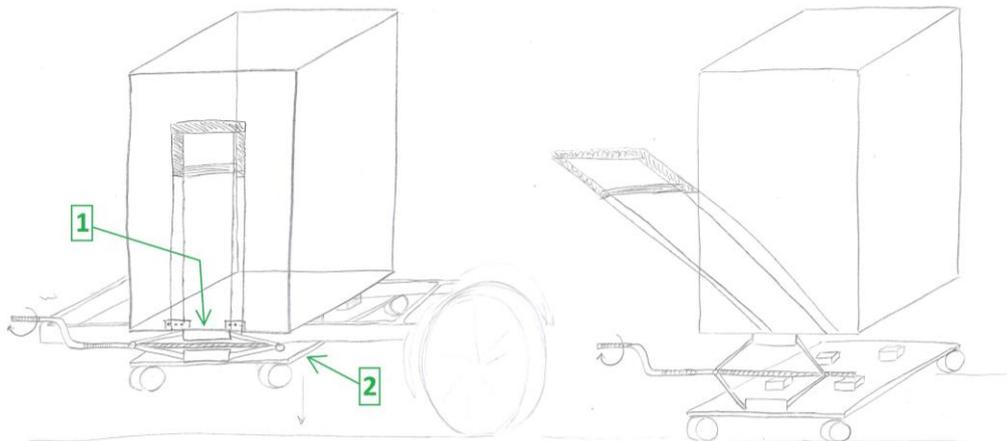
Ett besök på varuhuset Biltema görs också för att få inspiration och djupare förståelse för vissa tekniska lösningar. Olika storlekar och varianter på hjul studeras för att exempelvis se hur mycket last de klarar. För bilder på den inspiration som hittas se Bilaga D: Inspiration, del B, Biltema.

6.3 Brainstorming

De lösningsförslag som examensarbetarna genererat under brainstormingen kan ses i bilderna som följer. Alla idéer som workshoppen ger har redan tidigare diskuterats inom projektgruppen, men nya små varianter framkommer. Vissa av lösningsförslagen modifieras efter detta.

6.3.1 Koncept B1

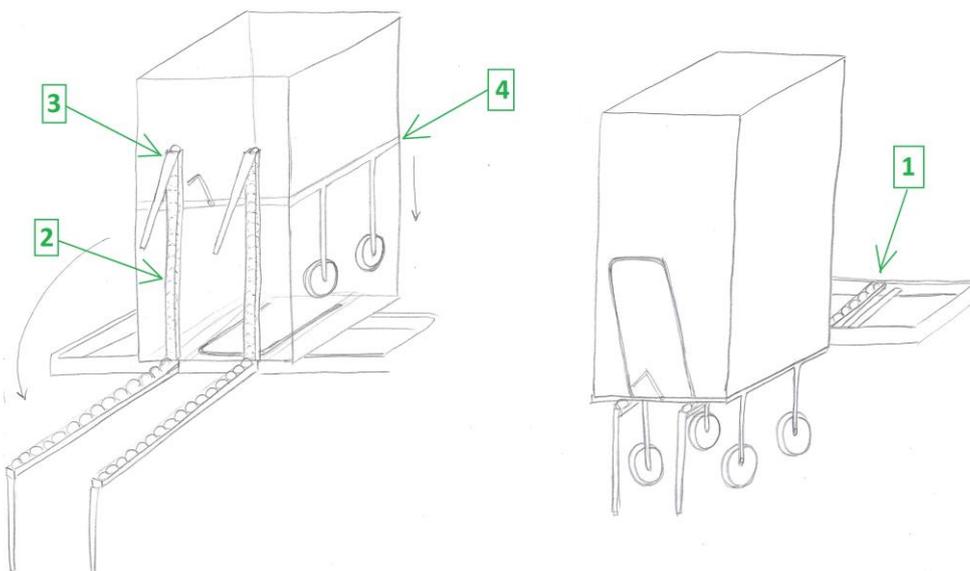
Boxen vilar på cykelramen. Ena sidan av boxen sticker utanför ramen, där sitter en saxdomkraft förankrad (1). Denna saxdomkraft sitter i sin tur ihop med en platta som har fyra stycken hjul undertill och som hamnar under cykelns ram (2). Under själva transporten med cykeln är saxdomkraften i sitt mest hopskruvade läge, för att plattan ska sitta så högt upp mot cykelramens botten som möjligt, detta då den inte ska gå i marken och störa cykelfärden. Då man parkerat cykeln och ska få av boxen från cykeln så vevas plattan ner till marken med hjälp av saxdomkraften. Då hjulen är i marken kan man veva ett par extra varv för att boxen ska lyftas en bit ovanför cykelns ram. När detta är gjort kan man enkelt avlägsna boxen från cykeln, och sedan veva ner boxen till plattan för att skapa stabilitet. På plattans ovansida sitter fyra klossar som boxen kan vila på vid nedvevat tillstånd. Sedan kan boxen rullas till tåget för vidare transport. Ett handtag är placerat på boxens kortsida och är fastsatt med gångjärn. Handtaget snäpps fast i boxen då det ej används.



Figur 6.2. Koncept B1.

6.3.2 Koncept B2

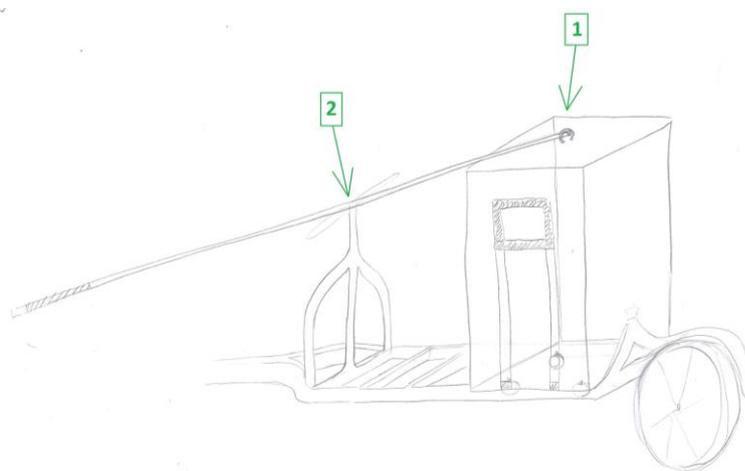
På cykelns ram sitter två skenor med rullager placerade (1), och uppe på dessa vilar boxen. På undersidan av boxen är det två spår, där rullskenor går. Båda rullskenor är förlängda med gångjärn och ytterligare rullskenor (2). Denna rullskena är sammankopplad med ett slags stöd, också med hjälp av ett gångjärn (3). När boxen är placerad på cykeln är de extra rullskenor med stöd uppfällda. Runt själva boxen sitter det en rörlig ram med fyra hjul (4). När boxen ska lastas av från cykeln så börjar man med att fälla ut rullskenan och stödbenen, så att stödbenen sätts i marken. Sedan skjuter man ut boxen på de utfällda rullagren, som går i spåren på boxens undersida. Genom en mekanisk vev så vevar man sedan ner ramen tills de fyra hjulen går i marken. Man kan sedan veva något extra varv för att få boxen att lyftas ytterligare från rullskenor, för att sedan enkelt kunna rulla iväg boxen mot tåget. Under boxen sitter ett handtag som går i två spår. Handtaget dras enkelt ut till spårens yttersta läge, för att kunna dra iväg boxen när den är på hjul. Sedan får man fälla tillbaka rullskenan och stödbenen innan man lämnar cykeln.



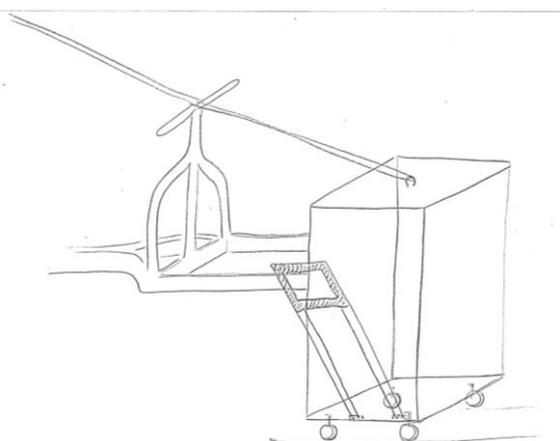
Figur 6.3. Koncept B2.

6.3.3 Koncept B3

Boxen är placerad direkt på cykelramen. På boxens undersida sitter fyra hjul som är placerade på ett sätt så att de antingen håller sig innanför eller utanför cykelns ram. Någonstans på cykeln finns en teleskopsarm placerad, som man kan plocka fram och dra ut. Teleskopsarmens ände fästes i boxens topp (1), mitt på armen fäster man den i cykelns styre (2) och sedan drar man ut armen till önskad längd. Sedan kan man lyfta av lådan med hjälp av teleskopsarmen och placera den direkt på marken. Sedan lossar man armen, skjuter ihop den och sätter tillbaka den. Ett handtag är placerat på boxens kortsida och är fastsatt med gångjärn. Handtaget snäpps fast i boxen då det ej används.



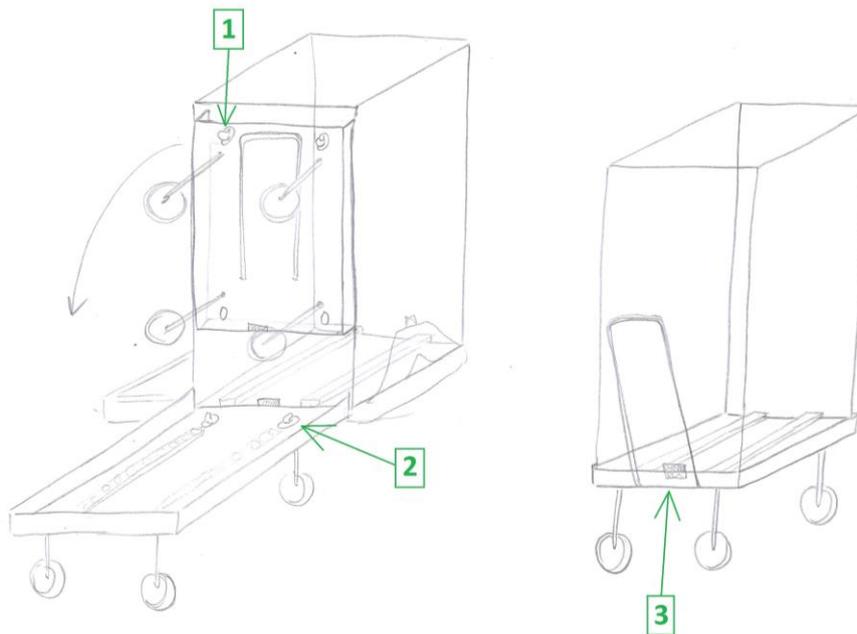
Figur 6.4 Koncept B3, box på cykel.



Figur 6.5. Koncept B3, box avlastad från cykel.

6.3.4 Koncept B4

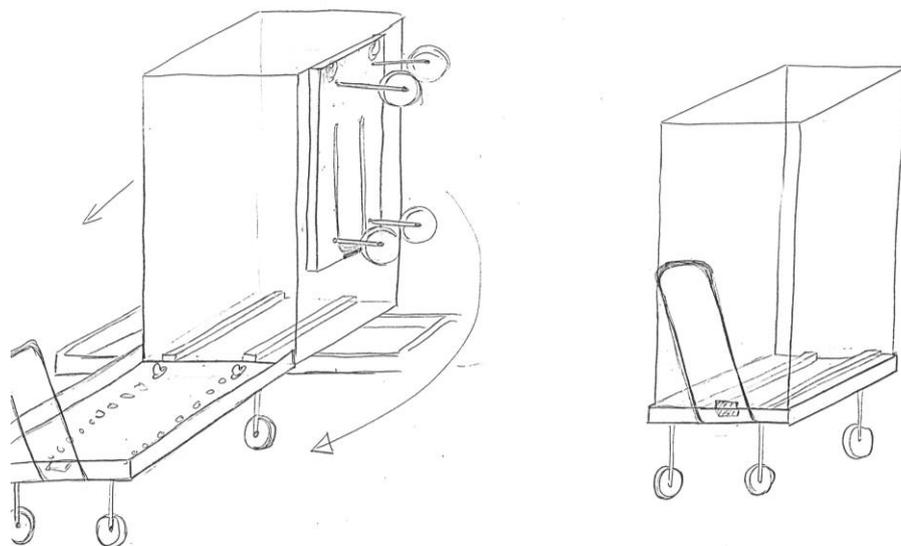
På cykelramen sitter två tunna stänger fastmonterade. I undersidan av cykeln är det två spår, som är gjorda för att passa in på stängerna och på så vis hålla boxen på plats på cykeln. På boxens sida sitter två krokar (1). På krokarna hänger en platta med fyra hjul. Plattan har upphöjda kanter på tre av sina sidor. När man vill förflytta boxen från cykeln så hakar man av plattan, och hakar fast den på två andra krokar som sitter nere vid cykelramen (2), och samtidigt låter hjulen gå i marken. För att slippa vända på plattan finns det ytterligare två hål som kan användas. Sedan skjuter man ut boxen till plattan, och de tre upphöjda kanterna omsluter boxen. Bottenplattan har rulllager utplacerade för att underlätta förflyttningen. Sedan knäpper man fast lådan i främre kanten med hjälp av ett spänne (3). Under plattan sitter ett handtag som man drar ut för att kunna förflytta boxen till tåget.



Figur 6.6. Koncept B4.

6.3.5 Koncept B5

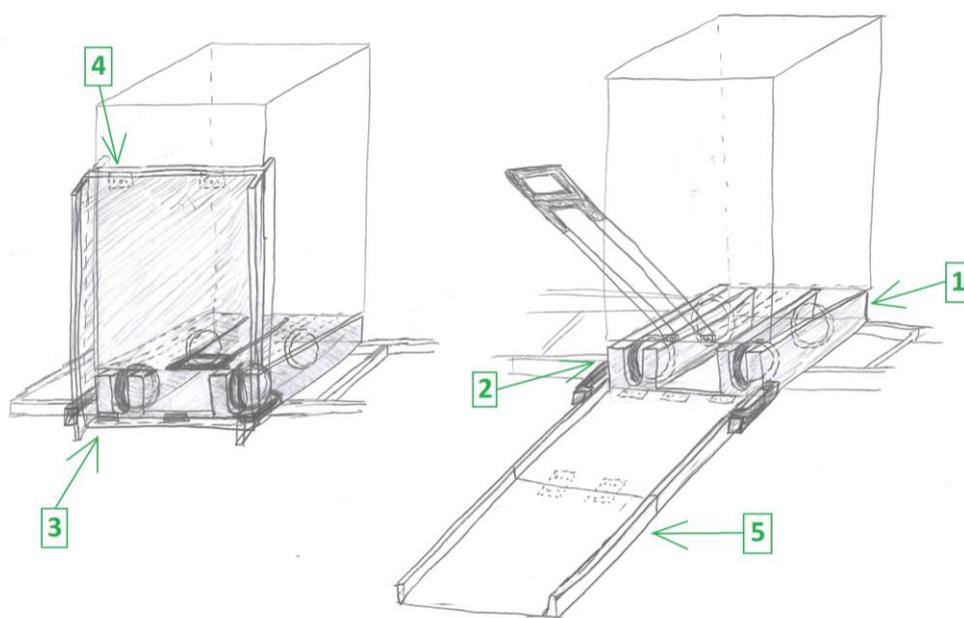
Denna lösning fungerar som koncept B4, men plattan hänger nu på framsidan av boxen i stället.



Figur 6.7. Koncept B5.

6.3.6 Koncept B6

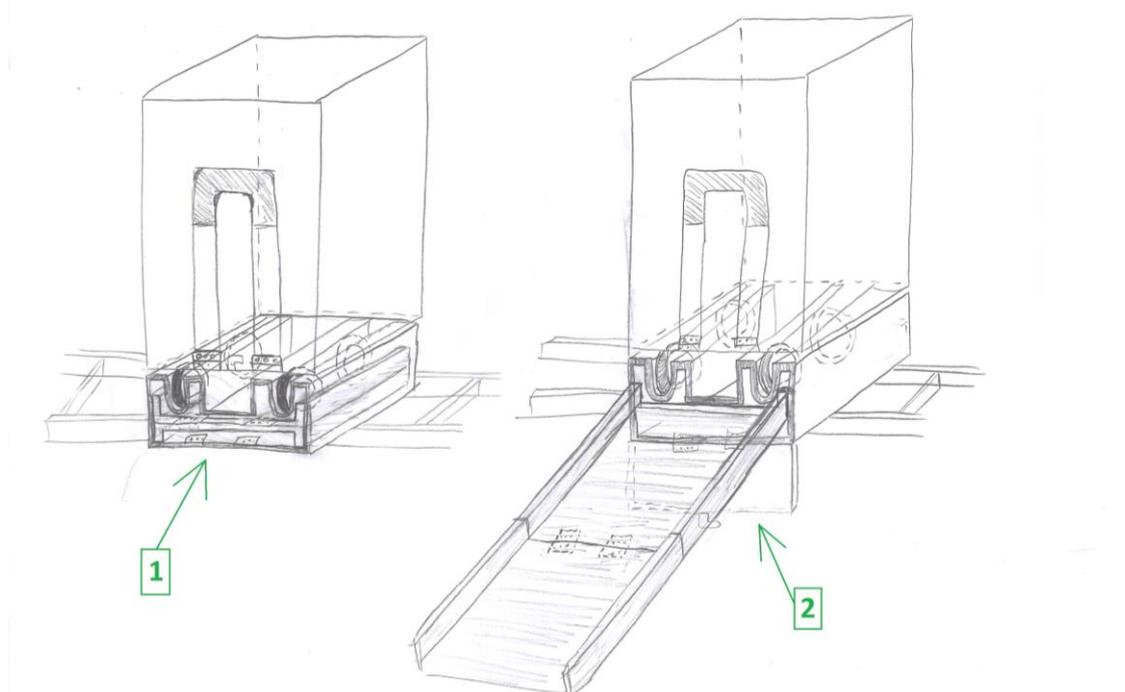
På cykelramen sitter en typ av låda fastsatt (1). I denna är boxens hjul placerade för att agera stöd och fixering. Anordningen består av två likadana U-formade delar (2). I dessa delar får hjulen plats att rulla, och hålls samtidigt på plats. På baksidan av anordningen är det stängt för att boxen inte ska kunna rulla ut. Boxen vilar inte på anordningen utan är en bit upp i luften, för att minska friktionen vid utrullningen. Vid underkanten av anordningen sitter en tvådelad ramp fast med gångjärn (3). De båda rampdelarna hålls ihop med ytterligare två gångjärn (4). Rampen har upphöjda kanter längs sidorna för att boxen inte ska kunna rulla av (5). Rampen fälls ihop och fästes på kortsidan av boxen med hjälp av två fästen som håller rampen på plats under färd. Rampen har lätt lutning och avrundad kant vid dess slut för att göra avlastningen så mjuk som möjligt. Det finns ett handtag under boxen som dras ut vid användning. När boxen rullats av från cykeln får man fälla tillbaka rampen innan man lämnar cykeln.



Figur 6.8. Koncept B6.

6.3.7 Koncept B7

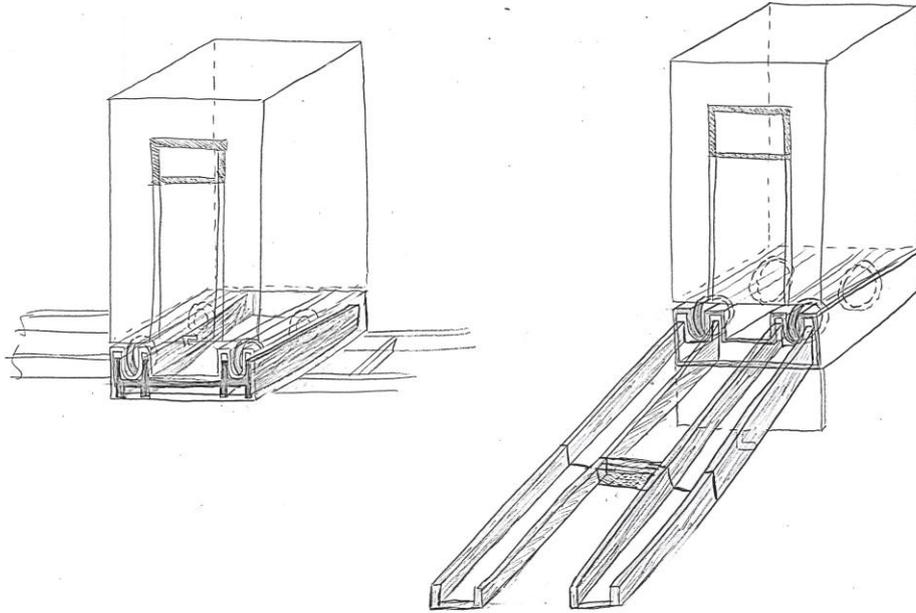
Detta koncept bygger på samma princip som koncept B6. Det som skiljer de två koncepten åt är handtagets och rampens placering. I detta koncept är handtaget placerat på kortsidan av boxen och fastsatt med gångjärn längst ner. Rampen i sin tur består av två delar som fälls ihop och skjuts in i anordningen, under boxen (1). Rampen skjuts in och en lucka (2) stängs för att rampen inte ska kunna åka ut under cykelfärd. Luckan stängs med hjälp av ett enkelt lås.



Figur 6.9. Koncept B7.

6.3.8 Koncept B8

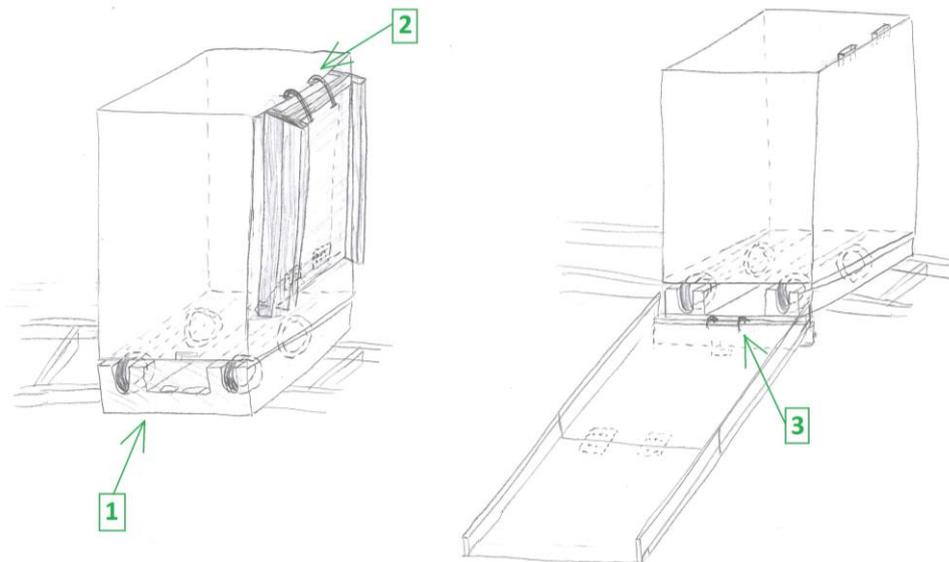
Detta koncept bygger på samma princip som koncept B7. Det som skiljer är utformningen av rampen. Rampen enligt detta koncept är tvådelad och består av två skenor som är sammankopplade i mitten.



Figur 6.10. Koncept B8.

6.3.9 Koncept B9

Precis som koncept B7 och B8 består denna lösning av en ramp och en anordning som fixerar boxen och hjulen (1). En lucka framtill öppnas då man vill rulla av boxen. När rampen ej används hängs den på boxens framsida, i cykelns färdriktning, med hjälp av två fästen som sitter fast i rampen (2). Dessa fästen hakas sedan fast i anordningen nedtill när boxen ska rullas av (3).



Figur 6.11. Koncept B9.

6.4 Konceptval, del B

Alla konceptförslag för del B sätts in i konceptsällningsmatris B och utvärderas. Resultatet kan ses i Tabell 6.1. Det första önskemålet är att så få steg som möjligt ska behöva utföras för att lasta på och av boxen från cykeln. De flesta av konceptförslagen får högsta betyg här. Dock kräver koncept B1, B2 och B3 fler steg och tilldelas därför lägre betyg.

Önskemål nummer 2 är att få av boxen med så liten kraft som möjligt. De koncept som tilldelas högsta betyg här är koncept B2, B6, B7 och B8. Detta beror på att alla dessa lösningar antingen rullar ner för en ramp, eller rullas ut på rullager, och kräver en ytterst liten kraft för att få av från cykeln. Dock består koncept B9 också av en ramp, men skillnaden är att denna ramp kräver mer kraft för att få på plats än övriga förslag på ramper, och tilldelas därför endast betyget 2. Det förslag som får sämst betyg gällande detta önskemål är koncept B3, vilket beror på att hävarmen kräver stor kraft för att använda och få av boxen.

Av samma anledning får koncept B3 betyget 1 på önskemålet att anordningen kräver så liten kraft som möjligt för att få på boxen på cykeln. Alla förslag med ramper, vilka är koncept B6, B7, B8 och B9, får betyget 1. Anledningen är att boxen då ska puttas upp för rampen så att den hamnar på cykelramen, vilket kräver en ganska stor kraft. De konceptförslag som får högsta betyg på detta önskemål är koncept B1 och B2. Detta beror på att den enda kraft som behövs för att få på boxen på cykeln är den som vevar upp boxen i luften, respektive vevar upp hjulen i luften.

Nästa önskemål är att boxen enkelt ska kunna flyttas från cykel till tåg. För detta önskemål får alla koncept högsta betyg, förutom koncept B1, B4 och B5. Detta beror på att dessa koncept skulle kunna bli ostabila då boxen sitter högt upp i luften respektive hålls uppe i luften med endast en saxdomkraft i ena sidan. Av motsatt anledning får övriga koncept högsta betyg då boxen hålls nära marken vilket skapar stabilitet.

Följande önskemål handlar om att få på och av boxen från tåget. Det koncept som fått lägsta betyg här är koncept B1. Anledningen är att hjulen är små vilket skulle kunna medföra att de åker ner i glipan mellan tåget och perrongen alternativt att man måste luta boxen för att få på den. De koncept som får högsta betyg är koncept B2, B3, B4 och B5. Detta beror på att koncepten ger möjlighet till större hjul som är enklare att rulla över från perrongen till tåget.

Önskemål nummer 6 handlar om att få av och på boxen från cykeln på ett stabilt sätt. Ett koncept får lägsta betyg gällande detta önskemål, vilket är koncept B3. Detta koncept innebär att boxen ska lyftas av med en hävarm vilket anses ostabilt och svårt att ha full kontroll på. De koncept som får högsta betyg är koncept B1, B2, B4 och B5 då de anses stabila och säkra. De koncept som fått medelbetyg 2 är de med ramper, som skulle kunna bli ostabila då boxen rullas av.

De koncept som anses vara snyggast och ha snällast yttre är B3, B6, B7, och B8. Dessa koncept har inga komponenter som sticker ut eller hänger på utsidan av boxen. Resterande koncept får betyget 2.

Det koncept som anses ha lägst tillverkningskostnad är koncept B3, som består av ytterst få komponenter. De koncept som består av flest komponenter och dessutom lite dyrare sådana får lägsta betyg, detta är koncept B2, B4 och B5.

Följande önskemål är att anordningen inte stör under själva cykeltransporten. De koncept som får lägst betyg här är B1, B2, B4 och B6. Anledningen till detta är att de alla har komponenter som sticker ut på sidorna på boxen och skulle kunna störa. De koncept som får högst betyg är B3, B7 och B8, då de av motsatt anledningen inte har några komponenter som sticker ut.

Det sista önskemålet är att anordningen ska vara vikeffektiv. Då de flesta av koncepten anses likvärdiga gällande detta önskemål får de alla ett betyg 2. Ett koncept anses dock extra vikeffektivt då det har ytterst få komponenter, detta är koncept B3.

Precis som för delkoncept A så multipliceras nu alla betyg med respektive betydelsefaktor för att varje koncept ska få en viktad poäng för varje önskemål. Alla viktade poäng för respektive koncept adderas och en total viktad poäng erhålls.

De koncept som får högst total viktad poäng och därmed blir vinnarna koncept B7 och B8. Dessa koncept tas därför vidare för ytterligare utveckling.

Tabell 6.1. Konceptsällningsmatris B.

		KONCEPT																		
		B1		B2		B3		B4		B5		B6		B7		B8		B9		
Önskemål del B	Betydelsefaktor	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	P	VP	
1	Få steg för att genomföra av- och pålastning av boxen från cykeln	5	2	10	2	10	1	5	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15
2	Liten kraft krävs för att få av boxen från cykeln	5	2	10	3	15	1	5	2	10	2	10	3	15	3	15	3	15	2	10
3	Liten kraft krävs för att få på boxen från cykeln	5	3	15	3	15	1	5	2	10	2	10	1	5	1	5	1	5	1	5
4	Enkelt att flytta boxen från cykeln till tåg	4	2	8	3	12	3	12	2	8	2	8	3	12	3	12	3	12	3	12
5	Enkel att få på och av boxen på tåget	4	1	4	3	12	3	12	3	12	3	12	2	8	2	8	2	8	2	8
6	Stabil vid av och pålastning	3	3	9	3	9	1	3	3	9	3	9	2	6	2	6	2	6	2	6
7	Anordningen har ett snällt yttre under tågtransport	4	2	8	2	8	3	12	2	8	2	8	3	12	3	12	3	12	3	12
8	Anordningen har ett snällt yttre vid cykeltransport	4	3	12	2	8	3	12	2	8	2	8	2	8	3	12	3	12	2	8
9	Låg tillverkningskostnad	3	2	6	1	3	3	9	1	3	1	3	2	6	2	6	2	6	2	6
10	Anordningen stör ej själva cykeltransporten	4	1	4	1	4	3	12	1	4	2	8	1	4	3	12	3	12	2	8
11	Vikeffektiv	3	2	6	2	6	3	9	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6
TOTAL VIKTAD POÄNG			92		102		96		93		97		97		109		109		96	
VIDAREUTVECKLA			Nej		Nej		Nej		Nej		Nej		Nej		Ja		Ja		Nej	
VP=Viktad poäng, P=Poäng																				

7 Kombinerat koncept

De vinnande koncepten sätts samman för att skapa två stycken kombinerade koncept, vilket beskrivs i följande kapitel.

Från konceptvalet för del A går en lösning vidare, och för del B går två lösningar vidare. Lösningen från del A att kombineras med de två lösningarna från del B. Totalt kommer alltså två helhetslösningar att tas vidare för utvärdering.

För att kunna testa de båda kombinerade konceptförslagen och få en överblick av hur det kan fungera kommer de att 3D-ritas i Solid Works. Då behövs även en 3D-ritad version av cykeln Bullit. Olika delar hittas på portalen Grabcad, där 3D-ritade filer publiceras [6]. De olika delarna sätts samman och justeras för att få de rätta måtten, vilket skapar cykeln Bullit, se Figur 7.1.



Figur 7.1. Cykeln Bullit.

Därefter ritas de båda kombinerade helhetslösningarna upp i Solid Works och testas på cykeln. Den första figuren, Figur 7.2, visar den vinnande boxen kombinerad med rampen som består av två skenor. Figur 7.3 visar boxen kombinerad med den hela rampen.



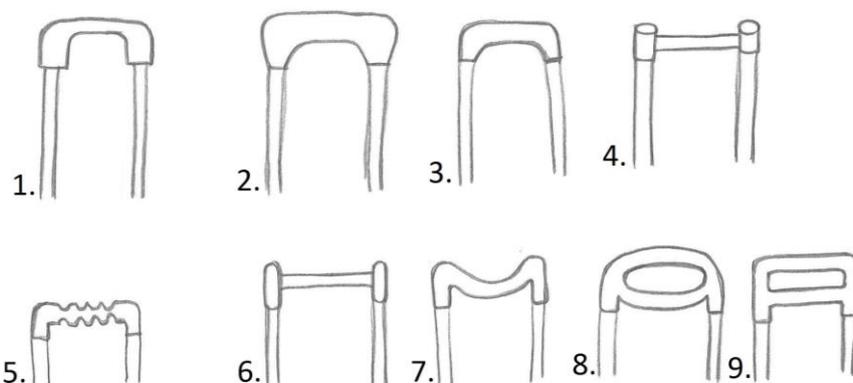
Figur 7.2. Koncept B7.



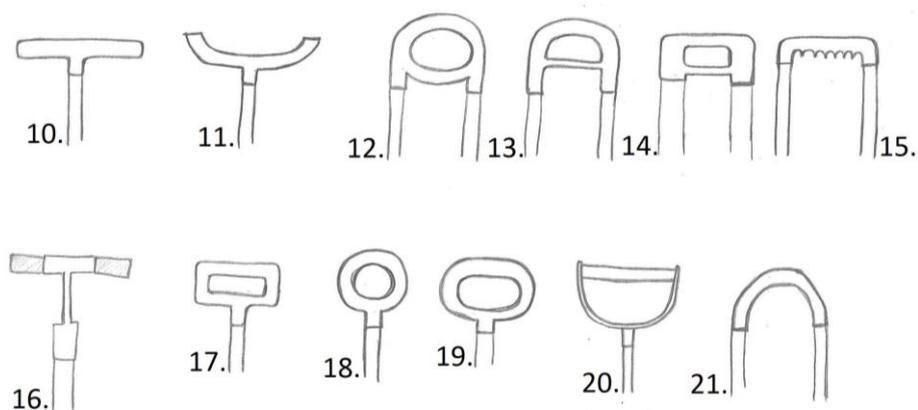
Figur 7.3. Koncept B8.

7.1 Handtag

En benchmarking genomförs för att få inspiration gällande det handtag som ska placeras på boxen. De bilder som samlas ihop sammanställs i Bilaga E: Inspiration handtag. Med hjälp av den inspiration som uppkommit kan många idéer genereras och skissas. Se resultaten i Figur 7.4 och Figur 7.5 nedan.



Figur 7.4. Förslag på handtag, 1-9.



Figur 7.5. Förslag på handtag, 10-21.

Det handtag som valet faller på för vidareutveckling är nummer 13. Valet görs utifrån gruppmedlemmarnas erfarenhet och kunskap. Tanken är att de båda stängerna som handtaget sitter fast i, ska gå ändå ner till boxens nedre kant. Där ska stängerna sättas fast med hjälp av gångjärn. Själva handtaget ska sedan kunna fästas upptill på boxen för att hållas på plats under cykeltransporten. När man sedan ska förflytta boxen på marken så faller man ut handtaget och sen dra för transport. Vad som bland annat gör att detta handtag vinner är att det sitter fast på två stänger, och inte på en stång som flera av de andra förslagen gör. Detta handtag anses också ergonomiskt att hålla i och enkelt att tillverka.

8 Konceptval

Följande kapitel beskriver hur beslut tas om vilket koncept som ska tas vidare för utveckling.

De vinnande koncepten presenteras för uppdragsgivaren, Johan Wedin, för att diskutera resultaten. Då Johan ser nackdelar med de vinnande koncepten för del B, och tror mer på koncept nummer B3, önskar han att projektet byter riktning. Han önskar fortsättningsvis att gruppen ska undersöka hur koncept nummer B3 skulle kunna fungera, vilka dimensioner som krävs och vilket material som skulle vara passande. Beslut tas därför om att för tillfället slopa de vinnande koncepten B7 och B8 för att gå vidare med koncept B3. Gällande konceptförslag för del A, tycker Johan att det vinnande konceptet är bra. Gällande det handtag som tagits fram följer också en diskussion. Nya önskemål framkommer som tidigare inte tagits i beaktning. Johan önskar ett handtag som sitter ovanpå boxen, som har formen av ett räcke som sträcker sig runt boxens ovansida.

8.1 Förklaring av valt koncept

Det koncept som tas vidare för utveckling gällande del B är koncept B3. Detta koncept består av en hävarm som ska lyfta av boxen från cykelramen. Diskussion med Johan Wedin görs för att få fram mer information om vad han tror och tycker gällande konceptets utformning. Det man kommer fram till ligger nu som grund till den fortsatta utvecklingen av konceptet och är följande.

Boxen ska placeras direkt på ramen för att få en tyngdpunkt så nära marken som möjligt. Boxen ska kunna fästas ordentligt i ramen för att inte kunna åka av under transport. En fördel är om den även går att låsa fast för att minska risken för stöld. Den del på cykeln som anses mest stabil är styrstången, därför ska hävarmen ta stöd härifrån vid själva lyftet. Styrstången är den vertikala stång som styret sitter fast i. Hävarmen ska i sin ena ände fästas fast i boxen för att följa med vid lyftet och någonstans i mitten fästas i styrstången.

Gällande del A så går det koncept vidare som vann konceptställningen, koncept A4. Denna lösning består av en enkel lucka som öppnas åt sidan.

Önskemålen för handtaget på boxen ändras också och ska nu bestå av ett räcke. Tidigare har måttet 80 cm satts som maximal höjd för boxen. Detta mått fortsätter att gälla för boxen, men räcket får gärna sticka högre upp så länge det inte stör sikten allt för mycket för transportören.

9 Konceptgenerering hävarm

Detta kapitel beskriver hur olika idéer på hävarmar tas fram för att slutligen välja en.

9.1 Benchmarking

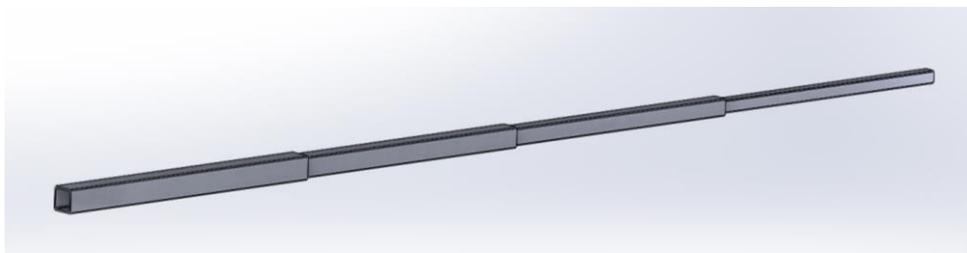
För att kunna gå vidare med det valda konceptet för del B görs ytterligare en benchmarking. Idéer på olika slags hävarmar och fästen behövs.

Då armen behöver vara relativt lång, och även kunna transporteras på cykeln, måste den på något vis kunna göras mindre. Alla idéer på armar går att tillverka med olika typer av profiler. De profiler som fokus legat på är dels en kvadratisk profil och dels en cirkulär. Profil kommer att bestämmas efter att typ av arm bestämts.

Mått och antal delar som hävarmen ska vara uppdelad i kommer efter att koncept valts att bestämmas. Detta kommer göras utifrån beräkningar och design. Bilderna på de genererade koncepten som följer är därför ungefärliga gällande storlek och antal delar.

9.2 Teleskoparm

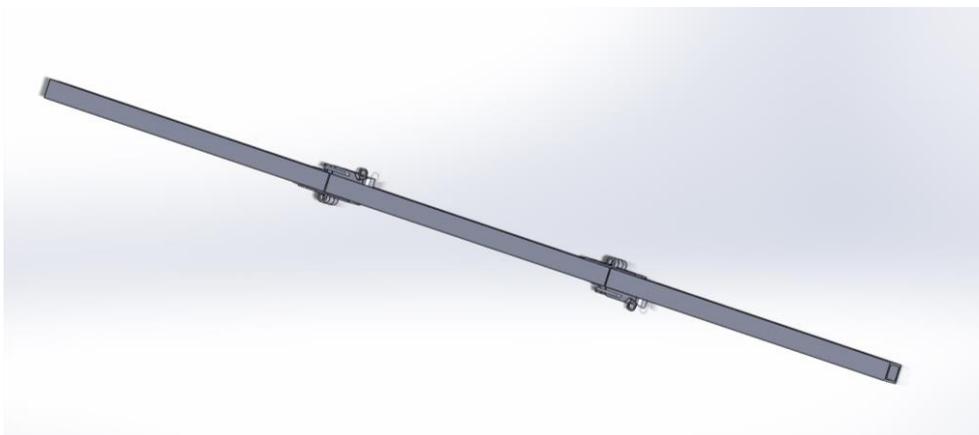
Tanken med denna arm är att den ska gå att skjuta ihop och på så vis göras mindre. Alla delar är ihåliga med olika profilstorlek för att på så vis kunna skjutas in i varandra.



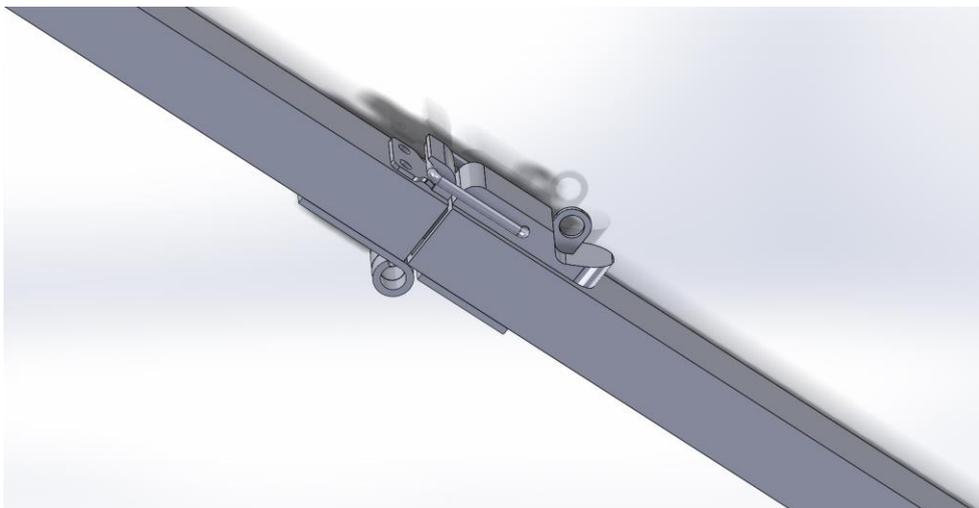
Figur 9.1. Teleskoparm.

9.3 Vikbar arm.

En variant på arm är en som går att vika samman. Tanken är att alla delarna är sammansatta med hjälp av gångjärn för att möjliggöra hopfällning. När armen sedan fälls ut så finns det spännen som man stänger för att armen ska hållas utfälld.



Figur 9.2. Vikbar hävarm.



Figur 9.3. Vikbar hävarm.

9.4 Tältpinne

Denna arm fungerar ungefär som en tältpinne. Alla delar hålls samman med hjälp av ett starkt gummiband. För att vika ihop pinnen drar man isär delarna, i det läge som bilden nedan visar, för att sedan vika ihop dem.



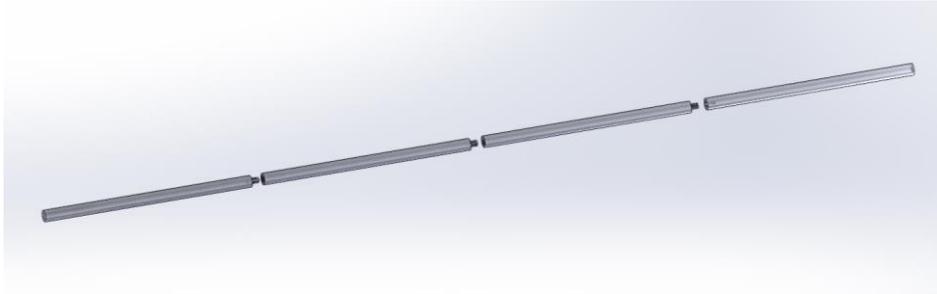
Figur 9.4. Tältpinne i utdraget tillstånd.



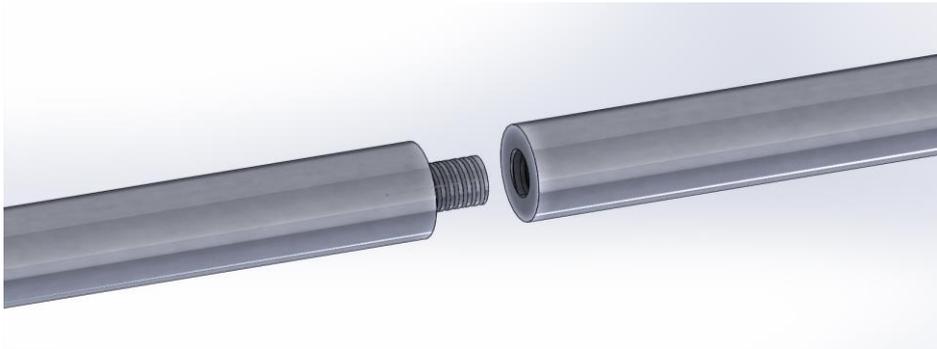
Figur 9.5. Tältpinne i hopsatt tillstånd.

9.5 Hopskruvad arm

Denna variant av arm består av delar som man skruvar ihop för att skapa den längd som behövs. Kantbitarna har endast gängor på sin ena sida.



Figur 9.6. Hopskruvad arm i isärskruvat tillstånd.



Figur 9.7. Hopskruvad arm i isärskruvat tillstånd.

9.6 Val av hävarm

Alla idéer på hävarmar som tagits fram presenteras för Johan Wedin på MoveByBike. Han får rangordna förslagen utifrån sitt eget tycke och vad han anser fungerar bäst. Resultatet blev att teleskoparmen är bäst, följt av den hopskruvade armen på andra plats. Det koncept som tas vidare för dimensionering, måttsättning och design är teleskoparmen.

10 Vidareutveckling av koncept

Följande kapitel beskriver utvecklingen av den valda hävarmen. Hävarmen dimensioneras och materialval görs.

10.1 Hävarm

10.1.1 Längd

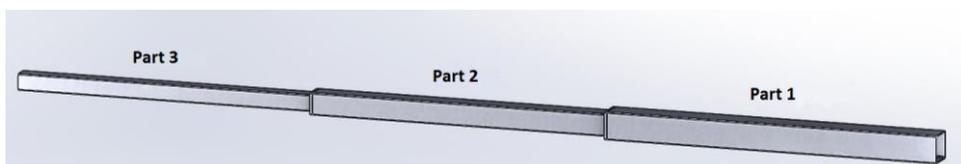
Beräkningar görs för att ta fram den längd som hävarmen bör ha. Armen ska vara så pass lång att lyftet av lådan blir tillräckligt lätt. Den vikt som man vill reducera lyftet till är 40 kg. Denna vikt har tagits fram dels genom information från Arbetsmiljöverkets hemsida [5] kombinerat med diskussion med uppdragsgivaren Johan Wedin.

Beräkningar visar att längden på den biten av armen som går från styrstången och ut till användaren, bör vara 1,111 meter, se Bilaga G: Beräkningar, hävarmens längd. Avståndet från styrstången till boxens centrum är 0,5553 meter. Beslut tas om att denna del som går mellan styrstången och boxen ska vara i endast en del. Då resterande del av hävarmen ska vara ungefär dubbelt så lång så delas denna upp i två delar. Detta resulterar i att hävarmen kommer att bestå av tre delar som kan skjutas samman.

Parterna behöver överlappa varandra för att få stöd vid belastning vilket medför lite extra längd hos respektive del. Delarna döps till part 1, part 2 och part 3. Part 1 kommer sitta mellan boxen och styrstången och har den största profilen. Beräkningar visar att parternas respektive längd blir följande:

- Part 1=605 mm
- Part 2=643 mm
- Part 3=643 mm

Detta medför att när armen är helt utdragen blir dess längd 1,694 m, och som helt hopskjuten ungefär 0,651 m. För fler bilder se Bilaga L: Ritningar.



Figur 10.1. Teleskoparm.

10.1.2 Deformation

För att hävarmen ska klara den kraftpåverkan som den kommer utsättas för, räknar man att hävarmen ska ha en säkerhetsfaktor som är minst två mot sträckgränsen [7].

Fyra olika potentiella balkprofiler till hävarmen undersöks. En av de profiler som testas är en cirkulär ihålig profil. En annan balkprofil som studeras är en kvadratisk och ihålig profil.

Genom att jämföra profilernas böjmotstånd i förhållande till den totala vikt och yttermått, kunde man utifrån resultatet komma fram till vilken profil som var mest lämpad för ändamålet. Beräkningarna gjordes i beräkningsprogrammet Matlab och kan hittas i Bilaga H: Beräkningar, böjmotstånd.

Den variant av profil som visade sig bäst lämpad för hävarmen var en kvadratisk ihålig profil då den har högst böjmotstånd. Profil tas vidare för dimensionering.

10.1.3 Material

Det material som väljs för att tillverka hävarmen i är stål. Stål är ett av världens vanligaste konstruktionsmaterial som är ett starkt och kostnadseffektivt material med hög sträckgräns. Stål hanterar både tryck och dragbelastningar bra, och har en lång livslängd. Detta gör att trots en liten tjocklek kan man uppnå hög hållfasthet med stål [8].

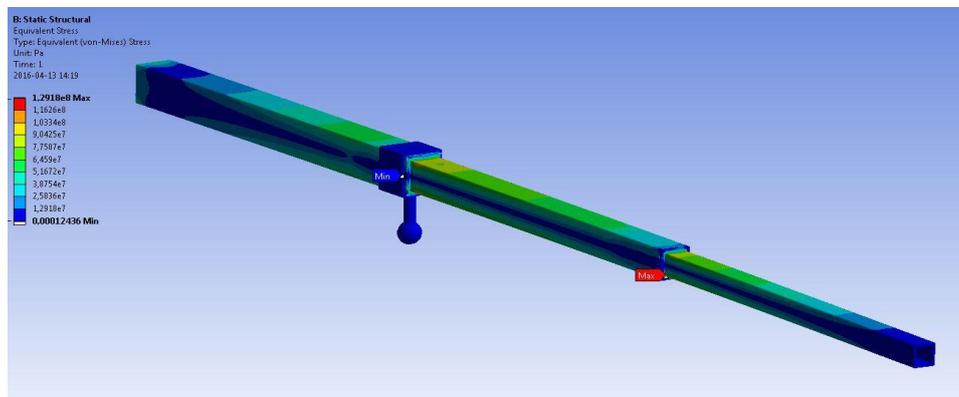
Utifrån beslut om vilken balkprofil och vilket material som ska användas för tillverkning av hävarmen, söktes leverantör. Den leverantör som väljs är företaget Tibnor. Tibnor har en rad balkprofiler gjorda i olika sorters stål. De balkprofiler och stålsorter som känns mest relevanta för ändamålet tas vidare för en undersökning. Den första varianten som undersöks är svetsade precisionsstålrör. På Tibnors hemsida står det att precisionsstålrör är en slags ”stålrör som kännetecknas av tunn väggjocklek, stor måttnoggrannhet och god ytkvalitet. Avsedda för mindre konstruktioner.” [9]. Den andra varianten är så kallade KKR-rör. På hemsidan kan

man läsa följande om denna typ av rör; ”Konstruktionsrör med kvadratisk eller rektangulärt tvärsnitt format i kallt tillstånd. Hörnradierna blir större för att undvika sprickbildningar, men produktionskostnaden blir lägre.” [10].

10.1.4 Dimensionering

Den profil som valts för vidare utveckling undersöks närmare. Genom att undersöka spänningsfördelningen på profilen kan ett enklare resonemang göras kring hur hävarmen ska vara utformad och konstruerad. Utifrån företaget Tibnors sortiment av kallformade KKR-profiler och kvadratiske svetsade precisionsrör väljs olika dimensioner på tjocklek samt bredd och höjd ut på profilerna [11]. Det görs undersökningar av olika kombinationer av tjockleken 2 och 3 mm. Profilernas skillnad i bredd och höjd sätts till 10 millimeter. Detta beror dels på att det är de intervaller som profilerna säljs i. Det beror också på att man bör ha en viss tolerans i åtanke, och att någon slags packning behöver få plats mellan de olika balkbitarna för att skapa hög friktion så att hävarmen inte skjuts samman under användning.

I och med att hävarmen ska bestå av tre stycken hålprofiler i olika storlekar, väljs kombinationer ut innehållande tre olika profiler. Kombinationerna kan bestå av profiler tillverkade i olika material och tjocklek. Utifrån gruppledammarnas erfarenhet väljs elva stycken kombinationer ut för testning. De olika kombinationerna testas i beräkningsprogrammet ANSYS Workbench, där man undersöker hur materialen och profilerna beter sig med kraftpålägg. Utifrån detta skapas en tabell med olika faktorer som gör det möjligt att jämföra de olika förslagen, se Bilaga I: Beräkningar, materialval. Säkerhetsfaktorn är beräknad genom att ta materialets sträckgräns dividerat med hålprofilens maximala spänning som uppstår vid belastning. Då 2 millimeters precisionsrör testats har sträckgränsen 235MPa använts, och då KKR-profilen på 3 millimeter testats har sträckgränsen 355MPa använts. Resultatet ger att två stycken kombinationer klarar kravet på säkerhetsfaktorn två. För att välja en av de två kombinationerna jämförs respektives vikt, deformation och dimension. Det slutgiltiga valet faller då på kombination nummer fyra som består av ett större två millimeters svetsat precisionsrör samt två stycken tre millimeters KKR-profiler i två mindre profilstorlekar. Spänningsfördelningen för den vinnande kombinationen kan ses i Figur 10.2.



Figur 10.2.

En undersökning görs av de valda rören och dess toleranser, för att säkerställa att det alltid finns ett spel mellan de olika parterna. Man kollar då på KKR-profilens toleransvärde för part 2 och 3, samt det svetsade precisionsrörets toleransvärde för part 1. Beräkningarna görs i Matlab och finns att tillgå i Bilaga J: Beräkningar, toleranser.

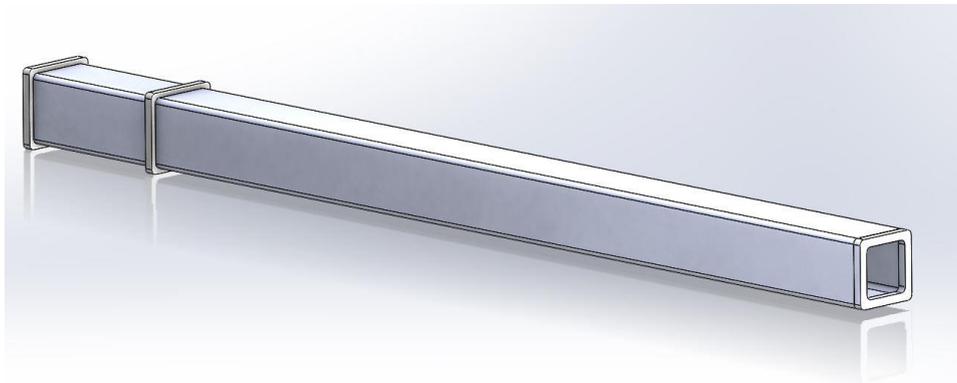
Resultatet som ges visar det maximala och det minimala spelet mellan balkprofilerna som används. Dels skillnaden mellan part 1 och 2, och dels mellan part 2 och 3. Spelen som ges är den totala skillnaden mellan balkprofilerna, vilket ger halva spelet på varje sida.

Tabell 10.1. Toleranser.

Totalt maximalt spel, mellan part 1 & 2	7,00 mm
Totalt minimalt spel, mellan part 1 & 2	5,00 mm
Totalt maximalt spel, mellan part 2 & 3	4,60 mm
Totalt minimalt spel, mellan part 2 & 3	3,40 mm

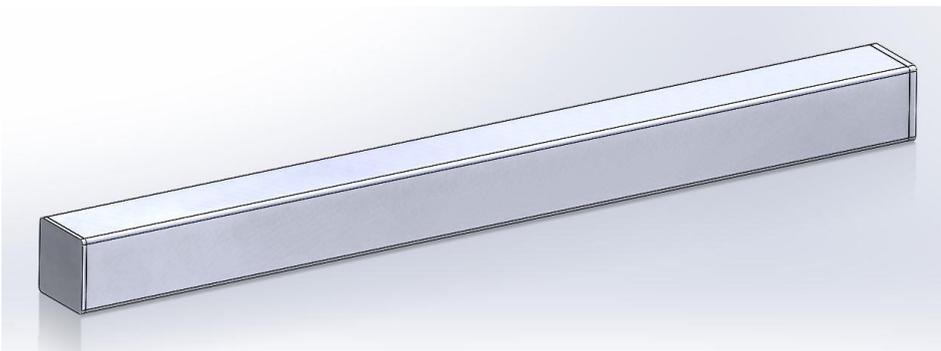
10.1.5 Utformning

För att de olika parterna ska hålla samman då man drar ut teleskoparmen, placeras små kanter på profilerna som hakar i varandra. Den part som är placerad i mitten, part 2, har kanter på båda sina sidor, både på insidan och på utsidan. På den sidan med utvändig kant finns det en till kant cirka 10 centimeter in på parten. Mellan dessa två kanter ska det sitta någon slags packning för att själva utdragningen ska gå lite trögt. Detta medför i sin tur att delarna hålls utdragna, och inte vill åka samman så enkelt. Se Figur 10.3.



Figur 10.3. Part 2 med stoppande kanter utanpå till vänster, och en kant inuti till höger.

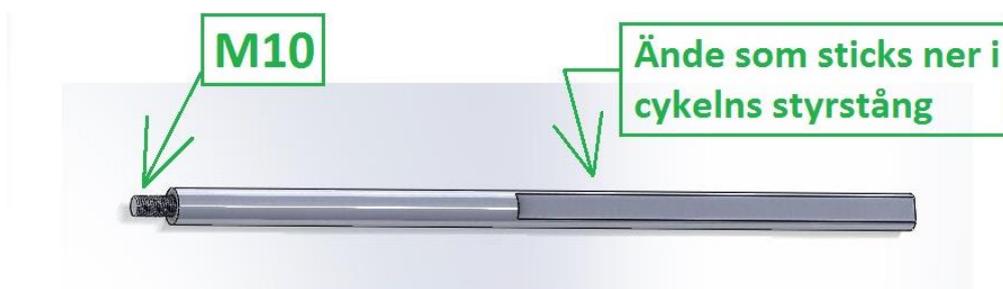
Ytterst på part 1 sitter det en platta som stänger fyrkantsprofilen, vilket gör att part 2 och 3 inte kan åka ut på fel håll samt ökar profilens vridstyvhet, se Figur 10.4. Part 1 har på andra sidan en stoppande innerkant. Part 3 tillförs en knopp på sin ytterkant, för att användaren enkelt ska kunna dra ut teleskoparmen. På andra sidan har part 3 två stoppande ytterkanter, se Figur 10.5.



Figur 10.4. Part 1 med stängande platta.

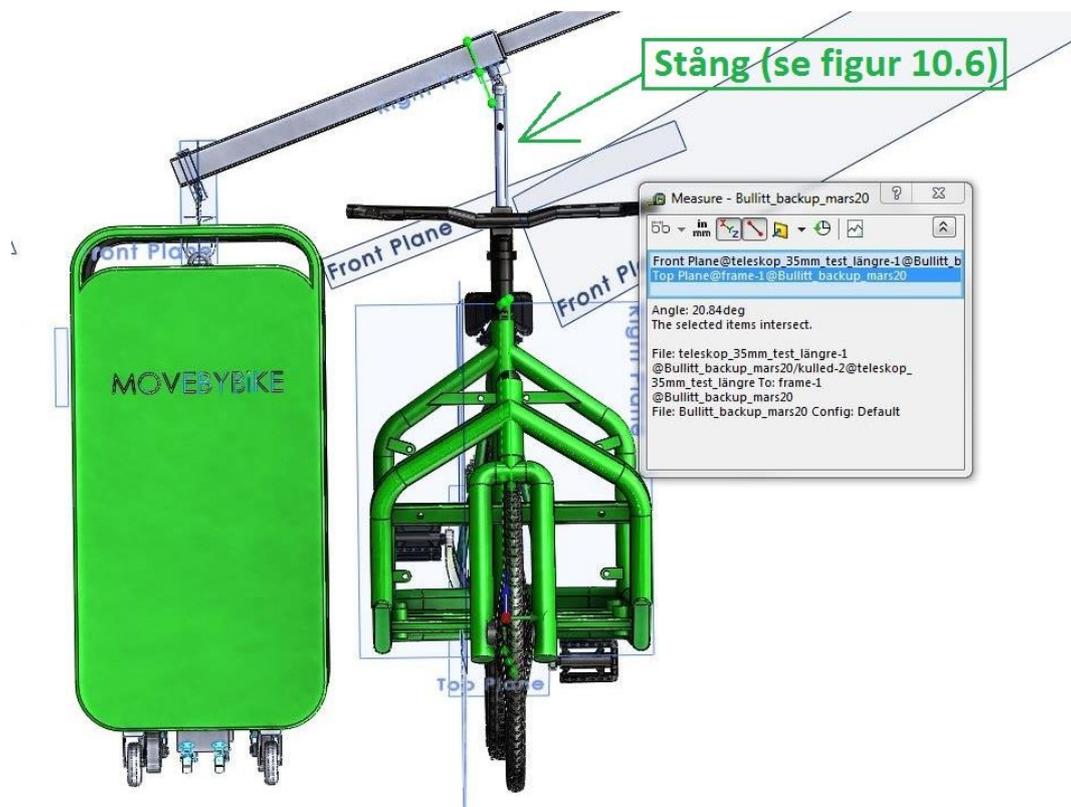
10.2 Fästanordning hävarm cykel

Denna anordning består i grunden av en stång. Den ena änden av stången ska stickas ner i cykelns styrstång som är ihålig. Styrstångens inre form är inte helt cirkulär, utan har en komplex form. För att stången ska stå stabilt behöver den vara helt formad efter styrstångens form, vilket svarvas och fräses fram. I andra änden av stången är det en gänga med gängdimensionen M10, se Figur 10.7.

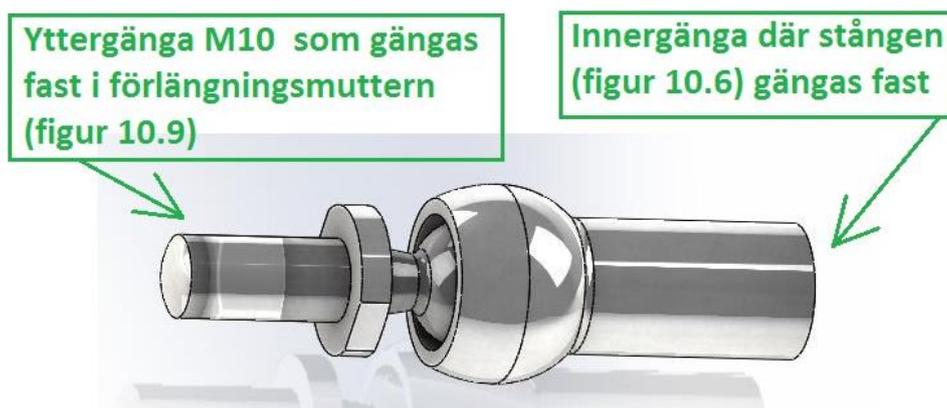


Figur 10.7. Stång för att fästa hävarm i cykel.

På den gängade delen skruvas en axiallänken fast, se Figur 10.8. Enligt tolkning utifrån de 3D-ritade parterna så måste axiallänken kunna luta 20,8 grader för att göra det möjligt att vrida hävarmen och lyfta av boxen från cykeln, se Figur 10.9. Kullens övre del har en yttergänga, även den med gängdimensionen M10.

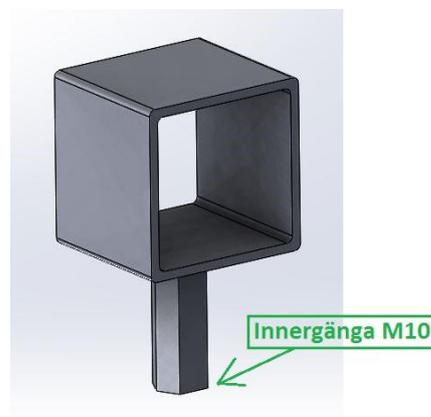


Figur 10.9. Vinkelberäkning hos cykeln, 20,8 grader mellan planen.



Figur 10.8. Axiallänk.

Runt hävarmen, på part 1, skjuts en fyrkantig ring på. På denna ring är en förlängningsmutter, med gängdimensionen M10, fastsvetsad. Förlängningsmuttern skruvas på kullleden. På detta sätt är nu hävarmen fastsatt i cykeln, men kan rotera i alla led och riktningar.



Figur 10.10. Ring med förlängningsmutter.

10.2.1 Beräkning och materialval

Utifrån gruppmedlemmarnas erfarenhet väljs ett material att tillverka stången i. Valet faller på stålsorten SS355J2. Beräkningar görs för att se så att materialet klarar de krafter som kan uppstå och verka på stången. Undersökning vid olika scenarier har gjorts i ANSYS Workbench. Vid belastning i endast axiellt led med en kraft på 1228 N (cirka 125kg) uppkommer en spänning på 6 MPa. Detta innebär att stången har en säkerhetsfaktor som är mycket högre än två vid denna spänning. Med ett kraftpålägg i endast horisontellt led, på 350 N, erhålls en säkerhetsfaktor på två. Vid belastning i både x-led och y-led, på 700N vardera, uppkommer en spänning på cirka 355 MPa, detta ger en säkerhetsfaktor på ett. Alla värden är samlade i Tabell 10.2 nedan. För att se bilder över hur stången beter sig med respektive kraftpålägg, se Bilaga K: Beräkning och materialval.

Tabell 10.2. Kraftpålägg i olika led.

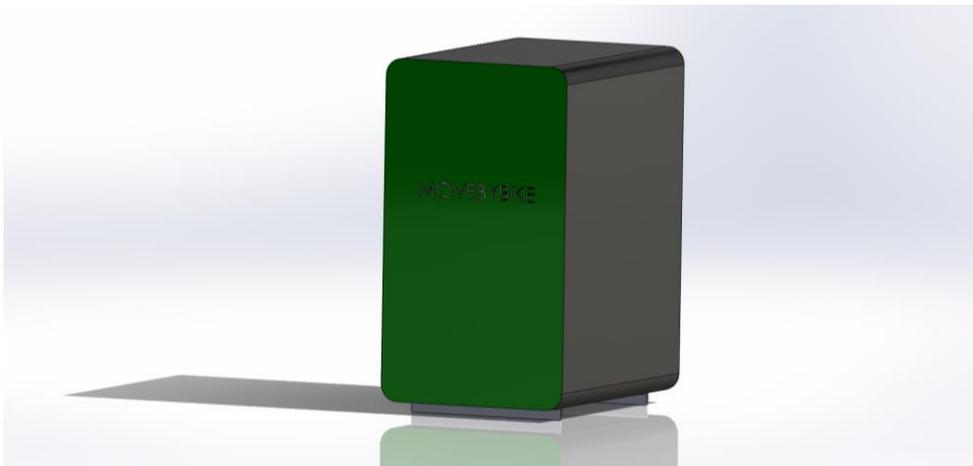
Scenario nr.	Kraft y-led (axiellt) (N)	Kraft x-led (horisontellt) (N)	Spänning (MPa)	Säkerhetsfaktor
1	1228	0	6	>2
2	0	350	175	2
3	700	700	355	1

10.3 Boxen

Hur boxen ska öppnas är sedan tidigare bestämt och ska bestå av en enkel lucka som man öppnar åt sidan. Hur själva formen på boxen och dess lucka ska se ut ska nu bestämmas.

10.3.1 Boxens utformning

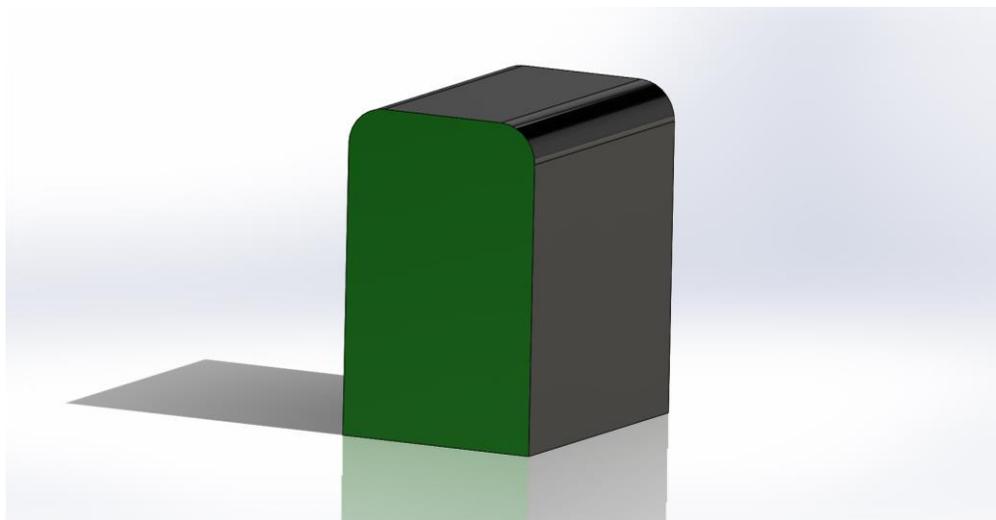
Olika utformningar av boxen har tagits fram. Då man vill att boxen ska ha ett snällt yttre som enkelt smälter in och inte sticker ut för mycket koncentreras utformningen på mjuka och rundade former. Följande förslag har tagits fram. Förslag 4 är inte färdigställt, utan visar bara en idé av en utformning.



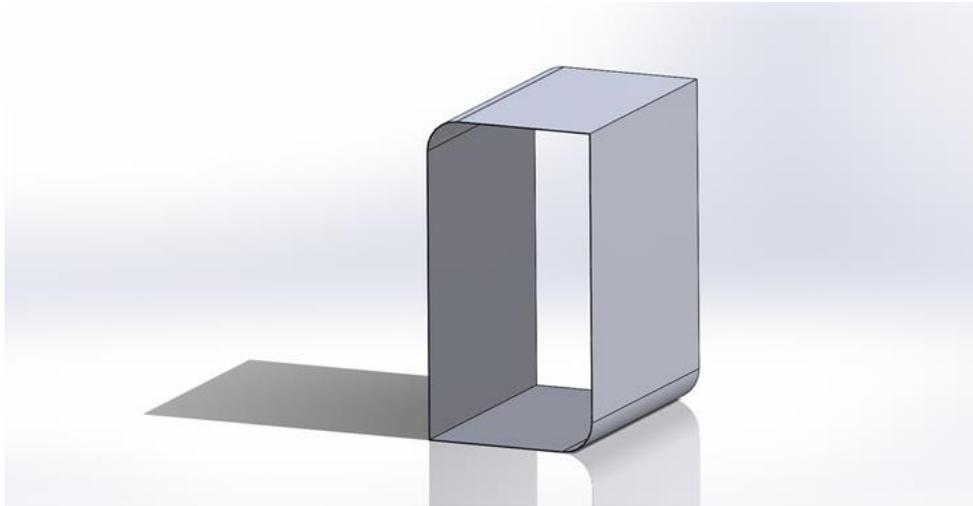
Figur 10.11. Boxens utformning, förslag 1.



Figur 10.12. Boxens utformning, förslag 2.



Figur 10.13. Boxens utformning, förslag 3.



Figur 10.14. Boxens utformning, förslag 4.

Beslut tas om att förslag 2, som Figur 10.12. visar, är den utformning som har snällast yttre och passar bäst till ändamålet. Den har mjuka kanter runt hela kortsidorna som ger en mjuk känsla. Anledningen till att boxen inte är rundad på andra hållet är för att den är anpassad för de backar som boxen ska kunna packas med. Rundningen på kanterna är också anpassad för att passa in på cykelramen framtill.

10.3.2 Dimensionering

I stora drag får boxen dimensionerna 430X635 millimeter sett uppifrån. Höjden på boxen är 800 millimeter. De fyra kanterna rundas av för att ge ett mjukare intryck, detta görs med radien 80 millimeter. För mer detaljerade mått se Bilaga L: Ritningar, Figur L2.

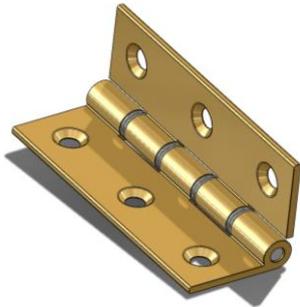
10.3.3 Material

Den box som idag används på den aktuella cykeln Bullit, är tillverkad i aluminium med en tjocklek på 3 mm. Efter diskussion med Johan Wedin framkom önskemål om att tillverka boxen i just aluminium, men något tunnare än 3 mm. Anledningen är att aluminium väger lite men är fortfarande så pass hårt att vid till exempel en krock så fungerar det som skydd för transportören och frakten. Dagens box är lite väl grov enligt uppdragsgivaren, och den nya kan med fördel göras i tunnare material.

Aluminium är ett starkt material med hög styrka och med en sträckgräns normalt kring 200-300MPa [12]. Materialet har hög energiupptagning, används inom bilindustrin och klarar där kraftiga smällar med hög energi. Materialet har även låg vikt, lätt att forma samt lätt att sammanfoga. Materialet är korrosionsbeständigt vilket är bra då boxen skall visas i utomhusmiljö. Alla dessa egenskaper bidrar till att aluminium lämpar sig för ändamålet.

10.4 Luckan

På ena sidan har boxen en lucka. Denna är fäst i boxen med hjälp av två enkla gångjärn, se Figur 10.15. Gångjärnen hittas på Grabcads hemsida, och justeras för att få passande mått [6].



Figur 10.15. Gångjärn.

För att kunna stänga luckan används ett så kallat postlås. Det är en anordning som håller luckan stängd kombinerat med att den går att låsa vid behov. Ett lämpligt postlås hittas färdigt på Grabcads hemsida [6] och används. Detta placeras på luckan genom att först göra ett cirkulärt hål i sidan av luckan. För att kunna stänga luckan görs ett kvadratisk hål i boxens sida där låsets hake kan hakas fast.



Figur 10.17. Postlås.



Figur 10.16. Postlås.

10.5 Handtag

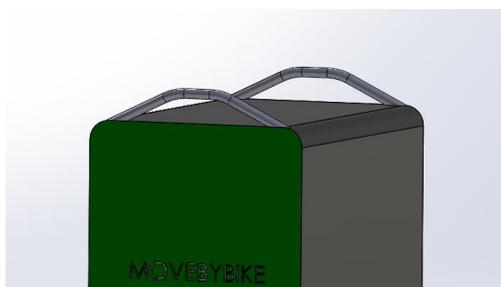
Utifrån de nya önskemål som framgick under den första presentationen med Johan Wedin, togs nya förslag fram till handtag. Önskan är att handtaget ska sitta fast på boxens ovansida, som ett räckes att hålla i. Olika idéer på hur detta räckes skulle kunna vara utformat tas fram, se bilder nedan.



Figur 10.18. Förslag 1.



Figur 10.19. Förslag 2.

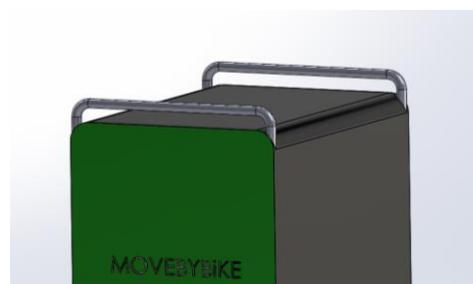


Figur 10.20. Förslag 3.



Figur 10.21. Förslag 4.

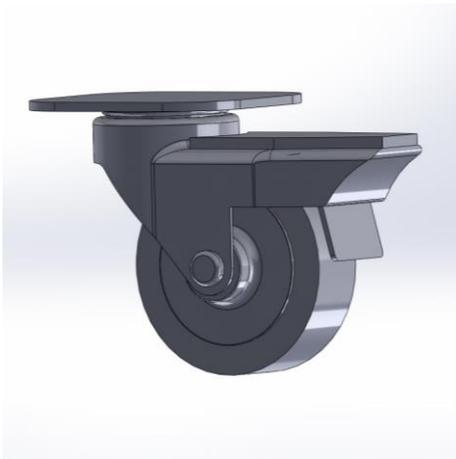
Utifrån gruppens tycke och smak togs beslut om att förslag nummer 2 av handtaget är den som ska användas, se Figur 10.19. Dock ska den designas vidare och få bland annat rundade kanter.



Figur 10.22. Förslag 5.

10.6 Hjul

Boxen kommer att vila direkt på cykelramen då den lyfts både på och av. Detta gör att hjulen på boxen kommer kunna hänga ner innanför eller utanför cykelramen. Beslut tas som att hjulen placeras utanför cykelramen. Detta beror på att hjulen då sitter ute i hörnen på boxens undersida, vilket gör det stabilt då boxen transporteras på marken. Då hjulen hänger ned utanför ramen vill man inte att de ska gå i marken, eller vara för nära marken då detta skulle störa själva transporten. Detta medför att storleken på hjulen inte kan vara för stor. Efter diskussion med Johan Wedin tas därför beslut om att en lämplig diameter på hjulen är 75 millimeter. Beslut tas också om att de två hjulen framtill vid luckan ska vara svängbara med broms, och att hjulen baktill inte behöver ha dessa funktioner. Det svängbara hjulet hittas på Grabcads hemsida och justeras för att få rätt mått, se Figur 10.23 [6]. Det fasta hjulet ritas upp i Solid Works, se Figur 10.24.



Figur 10.23. Ledat hjul.

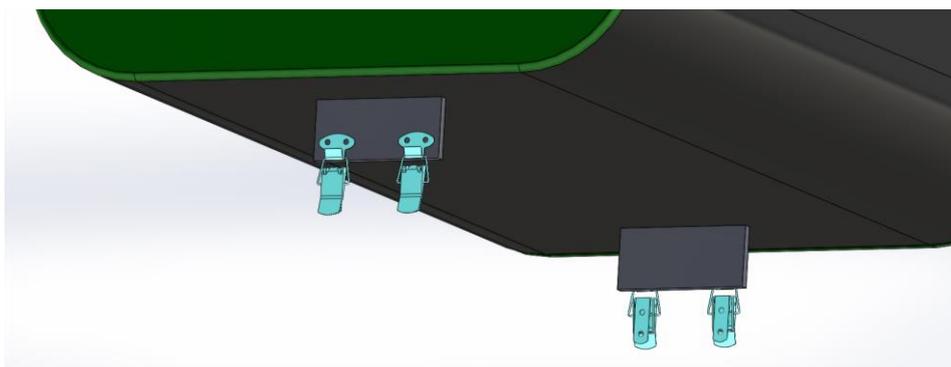


Figur 10.24. Fast hjul.

10.7 Fästanordning box cykel

Boxen måste på något vis kunna fästas i cykelramen för att det ska vara säkert att frakta den. Det kan med fördel vara möjligt att låsa fast den också, för att minska risk för stöld, alternativt att det är svårt att lossa den för att försvåra eventuell tjuv.

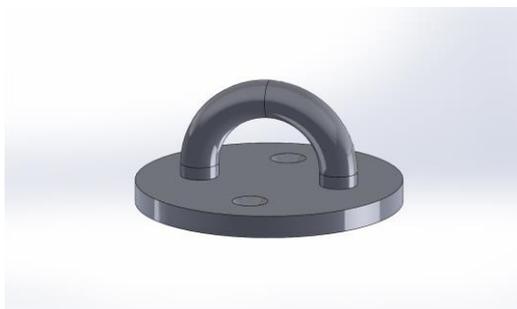
För att hålla boxen på plats i sidled placeras två kanter undertill på boxen, längs dess kortsidor. När boxen är placerad på cykeln kommer de två kanterna att hålla sig utanför cykelramen och på så vis hålla fast boxen i sidled. På de båda kanterna placeras ett excenterlås på respektive sida. Själva kroken som låset hakar fast i placeras på cykelramen. Låset går att stänga för att hålla lådan på plats. Det finns också möjlighet att låsa excenterlåset med hjälp av ett hänslås för extra säkerhet.



Figur 10.25. Excenterlås.

10.8 Fästanordning box hävarm

Änden på den delen av hävarmen med störst profil ska fästas fast i boxen då den ska lyftas av. Beslut tas om att använda ett surrningsfäste vilket fungerar bra som fästanordning. Surrningsfästet ritas upp i Solid Works, se Figur 10.26. Detta fäste skruvas kombinerat med eventuell svetsning på boxen. På hävarmen fästs en enklare typ av hake, denna är ledad för att boxen ska kunna rotera fritt då den lyfts av från cykeln. Då boxen ska av från cykelramen fästes haken fast i surrningsfästets ögla.



Figur 10.26. Fästanordning på boxen för hävarm.

10.9 Slutgiltig box

Alla delkomponenter till boxen sätts samman. De komponenter som används är själva boxen, en lucka som sätts fast med hjälp av två gångjärn, ett lås som luckan stängs med, två svängbara hjul med broms och två fasta hjul, fyra stycken excenterlås och en fästordning i form av en ögla. Den slutgiltiga boxen ser ut som bilden visar nedan.



Figur 10.27. Boxen i stängt läge.



Figur 10.28. Boxen i öppet läge med illustration av kvartspalls lådor som frakt.

11 Prototyp

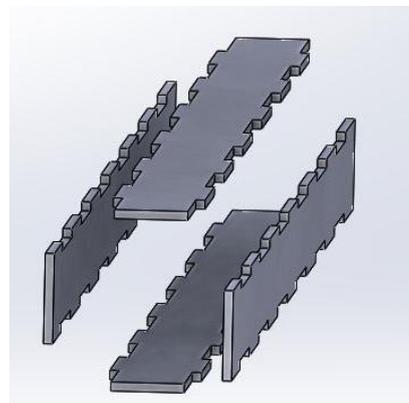
Det slutgiltiga konceptet tas vidare för prototypbygge, vilket följande kapitel beskriver.

11.1 Hävarmen

Beslut tas om att börja bygga en prototyp av hävarmen och dess fästningsanordningar.

Prototypen av armen kommer att byggas i materialet MDF, som är ett slags trämaterial, istället för det stålrör som slutprodukten sedan kommer att tillverkas i. Detta gör att armen kan byggas på en kortare tid, och att prototypen blir billigare att tillverka. Armen byggs med samma proportioner som den verkliga slutprodukten ska ha. Det man kan få ut genom prototypen är hur själva funktionen fungerar, men inte vilken vikt eller kraft den klarar.

Materialet MDF, som prototypen för hävarmen ska byggas i, har formen av skivor. De behöver alltså bearbetas för att skapa formen av ett kvadratisk rör. Varje rör byggs av fyra väggar som tillverkas i separata delar. Varje del ritas upp i Solid Works och laserskärs sedan ut. För att skapa stabilitet görs ett pussel-mönster i kanterna på alla bitar för att sedan sättas samman, se Figur 11.1. Sedan limmas delarna ihop med trälim för att skapa den slutgiltiga fyrkantsprofilen. Samma metod används för alla de tre parterna till hävarmen.



Figur 11.1. Pusselmönster för hävarmen.

Den fästningsanordning som sitter i cykelstyret och håller fast hävarmen består av fyra komponenter. En axiallänk som beställs från företaget Wiberger [13]. Denna del är densamma som planerats att använda till slutprodukten. Den andra delen är en gängad stång som har gängdimensionen M10, och som inhandlas på byggvaruhuset Julia [14][13]. Denna kan enkelt skruvas fast i axiallänken. För att stången ska sitta stabilt i cykelstyret så ritas två olika parter upp i Solid Works, som

kan träs på den gängade stängen. Den ena parten har en komplex form som passar styrstångens inre form, medans den andre har en cirkulär form för skön känsla vid hantering av stängen.

Runt själva hävarmen sitter en fyrkantig ring. Denna ring är gjord av ett 4 centimeter brett stålband som bockas och sedan svetsas ihop. På denna ring svetsas en förlängningsmutter fast, som inhandlas i varuhuset Biltema [17]. Förlängningsmuttern kan i sin tur skruvas fast på axiallänken uppifrån. På detta vis sitter nu hävarmen fast i cykelstyret, men med axiallänken som gör att den kan rotera och böjas upp och ner.

Ytterst på hävarmen sitter en fästianordning som ska kunna hålla fast boxen då den ska lyftas av och på cykeln. Denna anordning inhandlas i butiken Hööks [18], och består av en helt ledad kabinhake. Där kabinhaken ska sitta förstärks hävarmen genom att limma fast två stycken kvadratiska plattor gjorda i 3 millimeters MDF-material. Sedan skruvas den ledade kabinhaken fast i förstärkningen.

11.2 Boxen

För att kunna testa hävarmen på cykeln ordentligt, tas beslut om att bygga en prototyp av boxen. Boxen görs i samma mått och design som den slutgiltiga produkten är tänkt att ha. På detta vis ser man ifall den är anpassad på rätt sätt efter cykeln. Boxen kommer dock inte att byggas i det material som slutprodukten ska ha, detta beror dels på att prototypen av hävarmen inte skulle klara den tyngden. Men precis som med hävarmen kommer boxen att byggas i ett material som är billigare och som går fortare att bygga i.

För att bygga boxen skapas en ram av skumplast. Denna skumplast påminner om frigolit, men har en högre densitet och högre hållfasthet. Skumplasten kommer i block, som delarna ritas upp på. Sedan sågas delarna ut och slipas för att få en fin yta. Grillpinnar och lim används för att sammanfoga delarna och skapa ramverket till boxen. Sedan används grova pappersark i storleken 70x100 centimeter för att skapa skalet av boxen. Ramverket sprayas med svart färg för att få en snygg yta. Svarta pappersark av tjockare typ används runt boxen där den är rundad. Gröna ark används på kortsidorna. Någon lucka på boxen kommer inte att tillverkas på prototypen, den kommer alltså inte kunna packas med något.

Även hjulen som håller boxen på plats på cykelramen, tillverkas i skumplasten. Hjulen kommer inte kunna rulla, men är ledade i sidled för att kunna rotera runt. Även dessa delar sprayas med svart färg för att smälta in snyggt.

Överst på boxen ska det sitta en ögla där man kan fästa fast hävarmen. Denna ögla ritas upp i Solid Works och 3D-printas sedan i plast. Ögla fästs fast i boxen genom att skruva dit den i skumplasten.

11.3 Resultat av prototyp

Resultatet av den prototyp som byggs kan ses i Figur 11.2, prototypen är placerad på cykeln Bullit.



Figur 11.2. Prototypen placerad på cykeln Bullit.

12 Resultat

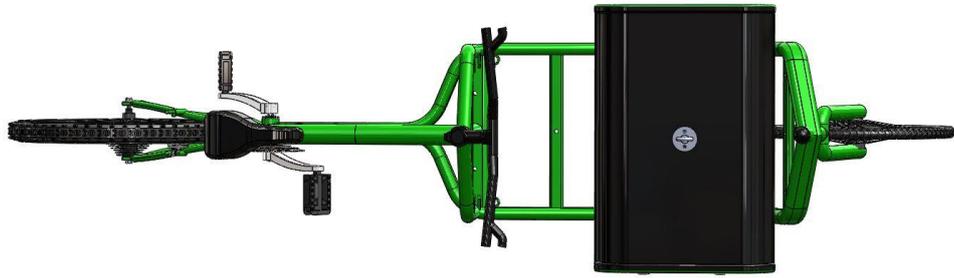
Det resultat som projektet resulterar i består av bilder och ritningar på slutkonceptet. Listor erhålls innehållande de komponenter som ska inhandlas och de komponenter som ska byggas på egen hand för att kunna bygga det slutgiltiga konceptet.

12.1 Bilder och ritningar

Nedan bifogas bilder av det slutgiltiga konceptet, för att få en tydlig bild av hur det ska byggas. För ritningar och dimensionering se Bilaga L: Ritningar.



Figur 12.1. Slutgiltigt koncept, från sidan.



Figur 12.2. Slutgiltigt koncept, uppifrån.



Figur 12.3. Slutgiltigt koncept, boxen avlastad.

12.2 Komponentförslag

För att konceptet enkelt ska kunna tillverkas har listor sammanställts med det material som kommer behövas. En lista har upprättats med de komponenter som kan inhandlas och användas som de är direkt från leverantör. En lista har upprättats med de komponenter som på ett eller annat sätt behöver tillverkas på egen hand. Dock har inte information om var materialet till de komponenter som ska tillverkas på egen hand skall kan inhandlas. Observera också att de skruvar som behövs för att bygga konceptet inte har tagits med i listan.

Tabell 12.1. Komponenter att inhandla.

Komponent	Mått [mm]	Inköpsställe	Artikelnr.	Antal	Ritningsnr.
Hävarm part 1	50x50x2	Arecodirect [15]	103591	6 m	2
Hävarm part 2	40x40x3	Arecodirect [15]	100658	6 m	10
Hävarm part 3	30x30x3	Arecodirect [15]	100655	6 m	1
Tätninglist	-	Jula [16]	540088	-	-
Axiallänk	M10	Wiberger [13]	WN71800	1 st	-
Förlängningsmutter	M10x45	Biltema [17]	19507	2-pk	3
Hake med platta	-	Hööks [18]	530106	1 st	-
Excenterlås	L68-78xB26	Jula [19]	343411	4 st	-
Gångjärn	L76xB50xT2	Jula [20]	650228	2 st	-
Transporthjul ledat	B22xH97xD75	Jula [21]	322042	2 st	-
Transporthjul fast	B22xH97xD75	Jula [22]	322034	2 st	-
Surrningsfäste	-	Biltema [23]	25309	1 st	-
Postlås	-	Låssmed	-	1 st	-

Tabell 12.2. Komponenter att tillverka på egen hand.

Komponent	Antal	Ritningsnr.
Stoppande kant part 1	1	13
Plattjärn inre, part 1	4	Plattjärn 2
Plattjärn yttre, part 2	8	Plattjärn
Plattjärn inre, part 2	4	Plattjärn 2
Plattjärn yttre, part 3	8	Plattjärn
Handtag part 3	1	-
Ring med förlängningsmutter	1	3
Pinnen i styrstången	1	B.4
Stålring till hake med platta	1	-
Box	1	B.4, B.1
Dörr	1	B.2

13 Miljöaspekter

En jämförelse gör av huruvida tågtransport påverkar miljön i förhållande till bil- och lastbilstransport, vilket följande kapitel beskriver.

MoveByBike's grundpelare är att ta hänsyn till miljön. Tanken med Öresundsboxen är att den ska fraktas med Öresundståg mellan Malmö och Köpenhamn, via Öresundsbron. MoveByBike anser att just tåg är det mest miljövänliga alternativet av de transportmedel som erbjuds mellan de två städerna. Men vad är egentligen mest lönsamt ur miljösynpunkt? Är tåg verkligen ett miljömässigt bättre transportmedel än exempelvis lastbil eller personbil?

Enligt en studie som Trafikverket gjort framgår det att tåg är ett bättre alternativ med hänsyn till koldioxidutsläpp. Tågtrafiken står för mindre än 1% av alla koldioxidutsläpp för alla transportmedel [24].

13.1 Undersökning lastbil

Idag finns det många olika transportföretag, där DB Schenker är ett av de mest välkända [25]. DB Schenker erbjuder sina kunder en tjänst som heter Eco Trans IT [26], där man kan utföra emissionsberäkningar som baseras på den europeiska standarden EN 16258 [27]. Emissioner är ett samlingsnamn för flertalet utsläpp, som exempelvis svavel och koldioxid. Denna metod är framtagen tillsammans med många stora företag samt internationella järnvägsunionen (UIC). Metoden gör det möjligt att räkna ut hur mycket det valda transportsättet påverkar energikonsumtionen och hur pass mycket miljön belastas i emissioner. Beräkningarna ger endast en överslagsräkning men kan ses som ett bra riktmärke på hur de olika transportmedlen förhåller sig till varandra.

För att ta fram ett exempel på hur mycket en tågtransport respektive en lastbilstransport påverkar miljön används DB Schenkers emissionsberäkningstjänst. Öresundstågen, som kommer köra transporten, drivs helt av elektricitet [28]. Öresundstågen använder elektricitet märkt av Bra Miljöval [29]. Denna el kommer från de förnyelsebara källorna vindkraft, vattenkraft, solkraft och biomassa [30].

Då denna metod är något förenklad görs en del antaganden. Beräkningar utförs med följande antaganden.

- Boxen med innehåll väger 80 kg
- Lastbilen samt tåget kör till 50% fullt lastade åt båda håll
- Lastbilen är av typen 3,5 ton (tung lastbil)
- Lastbil med emissionsklass Euro-VI [31].
- Tåg av typen stort tåg på 1500 ton.
- Resan från Malmö tågstation till Köpenhamn tågstation sker med koordinater från Google maps.

Alla parametrar förs in i beräkningsprogrammet enligt bilden nedan, Figur 13.1.

BERÄKNING PARAMETRAR

Vikt:	0.08 Styckegods (Ton)
t/TEU:	6
Definiera omlastning:	-

Ingång förändring

Transportkedja Lastbil

Från:	55.60918047136354 / 13.003314969828352
Klass:	<=3.5 t, EURO-VI
Fyllnadgrad:	50.0%
ETF:	50.0%
Till:	55.672405742901255 / 12.565938945917878

Transportkedja Tåg

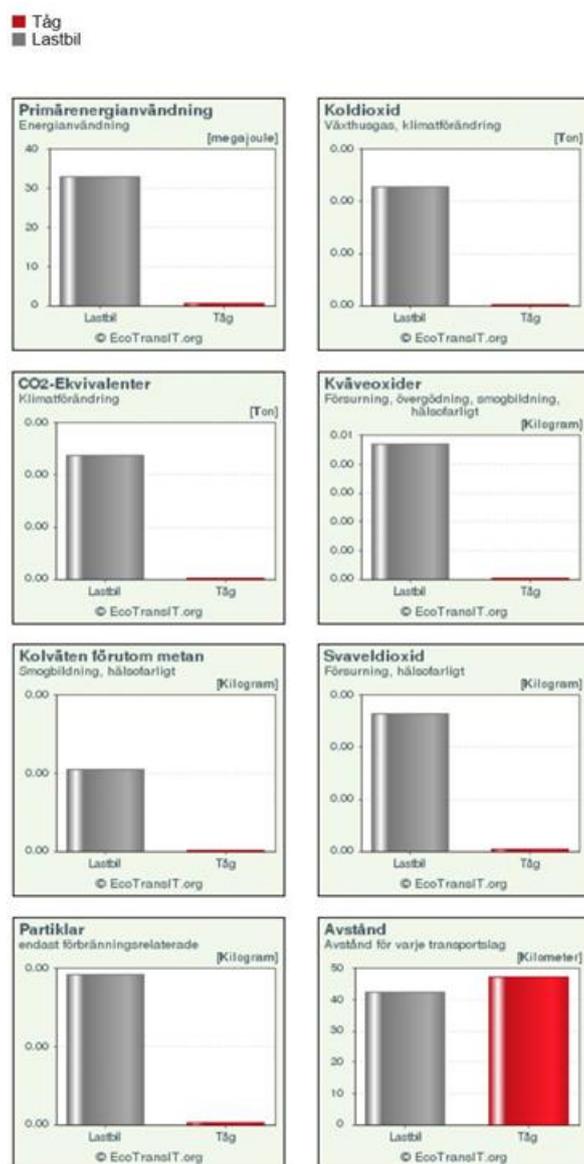
Från:	55.60918047136354 / 13.003314969828352
Tågtyp:	Stort tåg
Vikt:	1500t
Klass:	elektrifierad
Fyllnadgrad:	50.0%
ETF:	50.0%
Till:	55.672405742901255 / 12.565938945917878

Ingång förändring

Figur 13.1. Beräkningsparametrar.

13.2 Resultat lastbil

Det resultat som erhålls visas nedan i ett stapeldiagram.



Figur 13.2.

Primärenergianvändning (WTW) Energianvändning		
	[Megajoule]	
	Lastbil	Tåg
Lastbil	32.99	0
Tåg	0	0.49
Summa:	32.99	0.49
© EcoTransIT.org		

Koldioxid (WTW) Växthusgas, klimatförändring		
	[Ton]	
	Lastbil	Tåg
Lastbil	0.002283	0
Tåg	0	0.000018
Summa:	0.002283	0.000018
© EcoTransIT.org		

CO2-Ekvivalenter (WTW) Klimatförändring		
	[Ton]	
	Lastbil	Tåg
Lastbil	0.002372	0
Tåg	0	0.000021
Summa:	0.002372	0.000021
© EcoTransIT.org		

Kväveoxider (WTW) Förurning, övergödning, smogbildning, hälsofarligt		
	[kilogram]	
	Lastbil	Tåg
Lastbil	0.004708	0
Tåg	0	0.000021
Summa:	0.004708	0.000021
© EcoTransIT.org		

Kolväten förutom metan (WTW) Smogbildning, hälsofarligt		
	[kilogram]	
	Lastbil	Tåg
Lastbil	0.0010533	0
Tåg	0	0.0000027
Summa:	0.0010533	0.0000027
© EcoTransIT.org		

Svaveldioxid (WTW) Förurning, hälsofarligt		
	[kilogram]	
	Lastbil	Tåg
Lastbil	0.002656	0
Tåg	0	0.000038
Summa:	0.002656	0.000038
© EcoTransIT.org		

Partiklar (WTW) endast förbränningsrelaterade		
	[kilogram]	
	Lastbil	Tåg
Lastbil	0.0001926	0
Tåg	0	0.0000027
Summa:	0.0001926	0.0000027
© EcoTransIT.org		

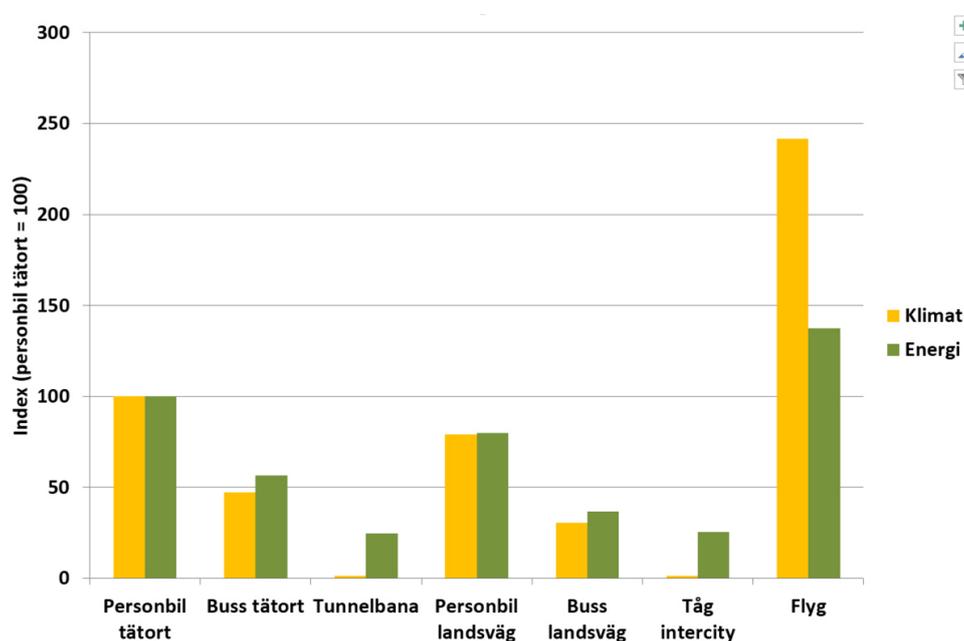
Avstånd (WTW) Avstånd för varje transportslag		
	[km]	
	Lastbil	Tåg
Lastbil	42	0
Tåg	0	47
Summa:	42	47
© EcoTransIT.org		

Figur 13.3. Resultat, emissioner, lastbil.

Baserat på beräkningarna utförda av Eco Trans IT blir resultatet att tåg är ett vinnande koncept ur miljösynpunkt.

13.3 Undersökning personbil

Anta istället att MoveByBike transporterar Öresundsboxen med personbil istället för en av DB Schenkers' lastbilar. För att jämföra transportmedlet tåg med personbil kan man enkelt göra en jämförelse av dess personkilometer. På Statistikcentralens hemsida står det att "Personkilometer är en måttenhet som beskriver personers transportarbete med något kommunikationsmedel" [33]. Som Figur 13.4 nedan visar så påverkar personbil miljön mer än tåg, och är även mer energikrävande.



Figur 13.4. Jämför trafikslag.

Ett annat sätt att beräkna skillnaden i miljöpåverkan mellan personbil och tåg är med hjälp av SJs miljökalkyl [34]. Kalkylen beräknar hur mycket utsläppen är för en person vid en resa, för olika trafikslag. Resultatet som fås är ett ungefärligt värde, där många antaganden är gjorda. De siffror som används vid uträkning är tagna från Nätverket för Transporter och Miljön (NTM).

För att använda miljökalkylen börjar med att fylla i mellan vilka städer resan ska ske. Då Köpenhamn inte finns med bland SJs alternativ väljs två jämförbara städer där avståndet är lika stort, exempelvis en resa mellan Falkenberg och Halmstad.

13.4 Resultat personbil

Resultatet som erhålls visar i stapeldiagram hur mycket koldioxid (CO₂), kolväte (HC), kväveoxid (NO_x) och andra partiklar som avges vid användning av tåg respektive personbil, och kan ses i Figur 13.5.



Figur 13.5. Miljökalkyl.

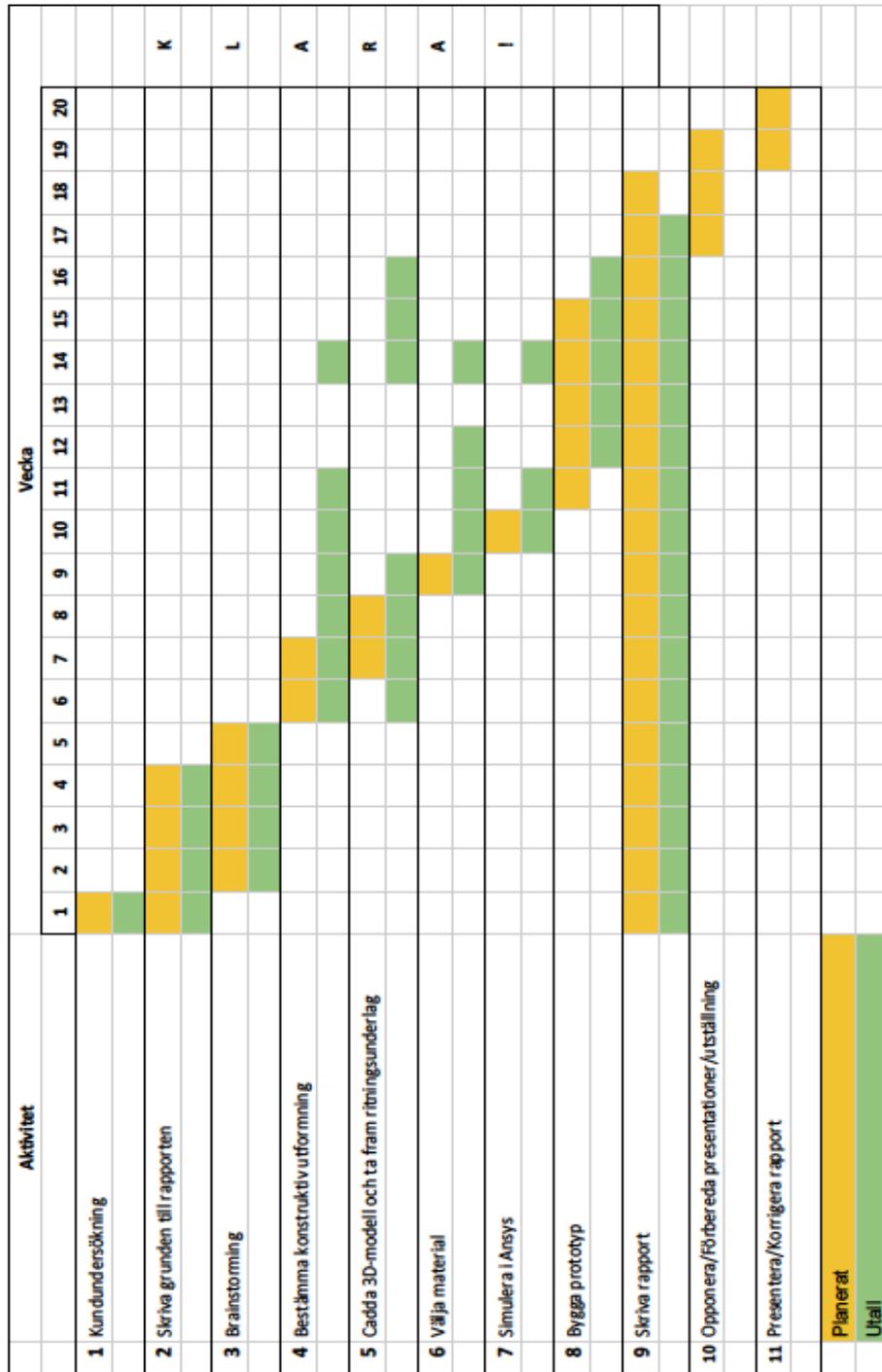
Som stapeldiagrammen visar så påverkar personbilen miljön avsevärt mycket mer än vad tåget gör.

14 Tidsschema

Nedan följer ett Gant-schema över hur projektet fortskridit tidsmässigt. De gula kolumnerna visar den planerade tidsplanen, och de gröna visar det faktiska utfallet. En förklaring av vilka aktiviteter som genomförts av vem följer också nedan.

De olika aktiviteterna under examensarbetets gång har till största del utförts gemensamt av de båda examensarbetarna. För att göra arbetet tidseffektivt har vissa aktiviteter delats upp mellan examensarbetarna. Detta har inneburit ansvar över en viss aktivitet, men inte att man skött genomförandet själv. Malin har varit ansvarig över de beräkningar som genomförts, men hon har kontinuerligt haft en dialog med Elin för att se att de båda tänker lika, och att resultaten låter rimliga. Elin har ansvarat över rapporten och de texter som skrivits. Hon har hela tiden haft en dialog med Malin för att se till att innehållet blivit rätt och samtidigt sett till att det blivit samma språk genom hela rapporten. Både Malin och Elin har gjort 3D-ritningar av konceptets komponenter och har här samarbetat. Malin har ansvarat över de ritningar som bifogas i resultatdelen. Resterande aktiviteter har genomförts gemensamt, vilket har bidragit till ett kreativt tänkande och många idéer genom examensarbetets gång.

Tabell 14.1. Gant-schema.



15 Diskussion

Gruppen är mycket nöjd med det resultat som projektet landat i. Man har kommit fram med lösningar på alla de delproblem som uppkommit, och fått prototypen att fungera som tänkt.

Det projekt som gruppen åtagit sig har varit stort och bestått av många olika delproblem. Detta har gjort projektet intressant och man har fått en bra helhetsbild. Dock har det i vissa stunder gjort det svårt att veta vilket delproblem man ska fokusera på, då alla delar känns viktiga för att få ihop ett bra resultat. Gruppen hade önskat sig mer tid för att kunna fördjupa sig mer på alla de olika delarna.

Vissa steg i processen hade kunnat förenklas och ändrats för att göra det smidigare för gruppen. Exempelvis så hade gruppen räknat med att ha en cykel, av modellen Bullit, på plats vid utvecklingsarbetet. På så vis hade man enkelt kunnat tas vid behov, och delar till prototypen hade kunnat testas på cykeln direkt. I stället fick gruppen lita på de 3D-ritningar man gjort i Sold Works och ta mått därifrån, och vid ett enstaka tillfälle ta prototypen till MoveByBike's verkstad i Malmö för testning.

En annan aspekt som hade kunnat förenkla arbetet, och framför allt prototypframtagningen, är den budget som gruppen fick tillgång till. Gruppen fick en tajt budget som inte gav utrymme till att inhandla allt material och alla de komponenter som man tänkt sig till slutprodukten. Hade möjlighet getts till att testa alla slutgiltiga delar hade slutresultatet kunnat bli bättre och mer användbart. Trots detta anser gruppen att det var en bra idé att bygga prototypen i enklare material för att till en början få en känsla för konceptet. Tidsmässigt gick det dessutom snabbare att först bygga en prototyp med enklare material.

Ett steg som hade kunnat göras mer tidseffektivt var vid valet av vilket koncept som skulle tas vidare, gällande den del som handlar om hur boxen ska fås av och på cykeln. Här lade man ner mycket tid på att finna nya koncept och idéer, och sedan på att konceptuella utifrån de önskemål som uppdragsgivaren lämnat. Vid presentation av det vinnande konceptvalet valde uppdragsgivaren ändå att gruppen skulle gå vidare med det förslag som fanns med från start av projektet. Kanske att gruppen kunnat slopa konceptueringen och direkt presenterat de idéer som framkommit. Då hade uppdragsgivaren direkt kunnat få avgöra vilket koncept som skulle tas vidare för utveckling.

Om mer tid getts hade gruppen gärna gått djupare och vidareutvecklat alla de delkomponenter som slutresultatet består av. Boxens materialval hade med fördel kunnat utforskas vidare. Det material som valet föll på grundades främst på

uppdragsgivarens tycke och erfarenhet. Men gruppen hade gärna fördjupat sig mer på exempelvis olika plaster och hur det hade fungerat. Kanske hade en box i plast inte hållit lika länge, men hade den kunnat göras billigare så kanske det hade varit värt att byta ut den vid jämnare mellanrum. Även en utveckling av boxen och dess insida hade med fördel kunnat göras. Eventuella spår på insidan för att kunna skjuta in de backar som ofta varorna packas i hade varit en idé.

De beräkningar som gjorts på bland annat hävarmen och stången som fäster fast hävarmen i styrstången, har alla förenklats, antaganden har gjorts och endast statiska krafter har tagits i beaktning. Hade mer tid getts hade med fördel beräkningarna kunnat göras noggrannare. Exempelvis räknar man med att stången som placeras i styrstången endast påverkas axiellt med full last. I praktiken stämmer detta, men risken är att den utsätts för en kraftig stöt i sidled, och då påverkas i även radiellt led.

Den tidsplan som man vid start la upp har man följt någorlunda bra. De skillnader som uppstått beror mest på att flertalet aktiviteter tagit längre tid än planerat.

De produktkrav som uppdragsgivaren angett har uppfyllts. Dock är det vissa av kraven som med fördel kan utvecklas vidare för att bli bättre. Exempelvis kan man kolla vidare på hur boxen fästes i cykelramen, för att vara säker på att det är tillräckligt användarvänligt. Att boxen ska skallra minimalt är också något som man efter hand får se närmare på.

Gällande önskemålen så uppfylldes de bäst av de två koncept som fick högst betyg i konceptställningen. Men då uppdragsgivaren valde att ta vidare ett annat koncept så uppfyller alltså inte slutkoncepten önskemålen så bra som möjligt. Till exempel önskemålet att så få steg som möjligt ska behöva genomföras för att få av cykeln från cykelramen, är dåligt uppfyllt då konceptet som utvecklats vidare kräver många steg.

Över lag är projektgruppen nöjd med resultatet, och man har kommit längre än man trott vid projektets start. Målet var att framför allt hinna bygga den anordning som får av boxen från cykeln, men även en prototyp av boxen har hunnit byggas. Detta känns extra kul då det bidrar till att få en bra bild av hur slutkonceptet kan fungera.

Referenser

- [1] [Movebybikes hemsida, förstasidan] (u.å.) Hämtad 26 januari 2016 från <http://www.movebybike.se/sv/Boka>
- [2] Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. (2014). *Produktutveckling- Konstruktion och design* (S. Bengtsson, övers.). Lund, Sverige: Studentlitteratur.
- [3] Skånes pallservice. (2016). Halvpall. Hämtad 26 januari 2016 från http://www.skansespall.se/?page_id=22
- [4] [Larry vs Harrys hemsida] (2014) Hämtad 27 januari 2016 från <http://larryvsharry.com/>
- [5] Middelmann, A. (2011) *Belastningsergonomi*. Stockholm, Sverige. Hämtad 10 februari 2016
<https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/belastningsergonomi-foreskrifter-afs2012-2.pdf>
- [6] [Grabcads hemsida] Hämtad 6 april 2016 från <https://grabcad.com/library>
- [7] Bok Drag och Tryck (2012) *Säkerhetsfaktor*. Hämtad 20 maj 2016.
http://pl.fredrika.se/Konstruktion_Filer/Bok_Drag_Tryck/bok_drag_tryck.htm#sf
- [8] Jernkontoret (2015). *Hållfasthet*. Hämtad 26 april 2016.
<http://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/tillverkning-anvandning-atervinning/slutprodukter-av-stal/hallfasthet/>
- [9] Tibnor (2011). *Precisionsstålror*. Hämtad 27 april 2016.
<http://www.tibnor.se/web/Precisionsstalror.aspx>
- [10] Tibnor (2011). *Hålprofiler*. Hämtad 27 april 2016.
http://www.tibnor.se/web/Halprofiler_3.aspx
- [11] Tibnor (2011). *Konstruktionstabeller, rör-balk-stång* (9. uppl.)
[http://www.e-](http://www.emagin.se/v5/viewer/files/viewer_s.aspx?gKey=ndrj52ff&gInitPage=1)
[magin.se/v5/viewer/files/viewer_s.aspx?gKey=ndrj52ff&gInitPage=1](http://www.emagin.se/v5/viewer/files/viewer_s.aspx?gKey=ndrj52ff&gInitPage=1)
- [12] Svenskt aluminium (u.å.) *Egenskaper*. Hämtad 10 maj 2016.
<http://www.aluminiumriket.com/sv/egenskaper/egenskaper.php>
- [13] Wiberger. (2016). Axiallänk WN71800 och WN71800 S (draghållfast). Hämtad 18 april från <http://www.wiberger.se/templates/wn71800.htm>
- [14] Julia (2016). Stång 2-pk. Artikelnummer 304007. Hämtad 28 april 2016 från <https://www.jula.se/catalog/bygg-och-farg/spikar-och-skruvar/inomhusskruvar/gangade-stanger/stang-304007/>
- [15] Areco direkt (2016). *Handelsstål och armering*. Hämtad 10 maj 2016.
http://www.arecodirect.se/media/2353/areco_handelsstal-armering_2015.pdf

- [16] Jula (2016). *Tättningslist P*. Hämtad 25 april 2016.
<https://www.jula.se/catalog/bygg-och-farg/beslag/fonster-dorrbeslag/tatningslister/tatningslist-p-540088/>
- [17] Biltema (2016). Förlängningsmuttrar, 2 st. Artikelnummer 19517. Hämtad den 28 april 2016 från
<http://www.biltema.se/sv/Bygg/Fastelement/Mutter/El-och-Blankforsinkat/Forlangningsmuttrar-2-st-2000018782/>
- [18] Hööks (2016). Hake med platta. Artikelnummer 530106. Hämtad 27 april 2016 från <https://www.hooks.se/produkt/hake-med-platta/42279/42280/>
- [19] Biltema (2016). *Excenterlås*. Hämtad 14 april 2016.
<http://www.biltema.se/sv/Bygg/Beslag/Las-och-Regel/Excenterlas-2000018857/>
- [20] Jula. (2016). Rostfritt gångjärn. Artikelnummer 650228. Hämtad 23 februari 2016 från <http://www.jula.se/catalog/fritid/bat-och-marin/battillbehor/beslag/rostfritt-gangjarn-650228/>
- [21] Jula. (2016). Transporthjul gummi/plast 2-pk. Artikelnummer 322042. Hämtad 15 mars 2016 från <http://www.jula.se/catalog/bil-och-garage/transport/slapfordon/transporthjul/transporthjul-gummi-plast-322042/>
- [22] Jula. (2016). Transporthjul gummi/plast 2-pk. Artikelnummer 322034. Hämtad 15 mars 2016 från <http://www.jula.se/catalog/bil-och-garage/transport/slapfordon/transporthjul/transporthjul-gummi-plast-322034/>
- [23] Biltema (2016) *Surrningsfäste*. Hämtad 20 april 2016.
<http://www.biltema.se/sv/Bat/Monteringsdetaljer/Beslag/Surrningsfaste-2000017720/>
- [24] Järnvägens utsläpp. (2016). Hämtad 26 januari 2016 från
<http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/Miljo-och-halsa/Klimat/Transportsektorns-utslapp/Jarnvagens-utslapp>
- [25] En global koncern under stark tillväxt. (2015-08-10). Hämtad 26 januari 2016 från http://www.logistics.dbschenker.se/log-se-se/om_foretaget/db_schenker.html
- [26] Emissionskalkyl. (2013-06-13). Hämtad 26 januari 2016 från
http://www.logistics.dbschenker.se/log-se-se/kvalitet_och_hallbarhet/miljo/emissionskalkyl/emissionskalkyl.html
- [27] 4th EWI Stakeholder Workshop 18th Nov Gothenburg. (2015). Hämtad 26 januari 2016 från <http://www.ecotransit.org/news/>
- [28] [Wikipedias hemsida] (2016). *X31*. Hämtad 23 maj 2016 från
<https://sv.wikipedia.org/wiki/X31>
- [29] Skånetrafiken Miljöredovisning. (2013-04-22). Hämtad 26 januari 2016 från http://www.skane.se/Upload/Webbplatser/Skaneportalen-extern/PolitikPaverkan/Sammantraden/Kollektivtrafikn%C3%A4mnden/Dagordning/2013-04-22/6_2_skanetrafikens_miljoredoavisning_2012.pdf

- [30] El märkt med Bra Miljöval. (u.å.) Hämtad 27 januari 2016 från <http://www.naturskyddsforeningen.se/bra-miljoval/el/>
- [31] Miljöklasser. (2016-01-19) Hämtad 26 januari 2016 från <http://www.miljofordon.se/fordon/miljopaverkan/miljoklasser>
- [32] [Trafikverkets hemsida] (2014). *Jämför trafikslag*. Hämtad 23 maj 2016 från <http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/miljo-och-halsa/klimat/jamfor-trafikslag/>
- [33] Personkilometer. (u.å.) Hämtad 27 januari 2016 från http://www.stat.fi/meta/kas/henkilo_km_sv.html
- [34] Om miljökalkylen. (u.å.) Hämtad 27 januari 2016 från <http://www.sj.se/sj/jsp/polopoly.jsp?d=6763&a=41202&l=sv>

Bilaga A: Helhetslösningar

Convoy box

Larry vs Harrys tillhandahåller en box till sin cykelmodell Bullit [A1]. Boxen är utrustad med ett lock som öppnas upptill och som går att låsa. Den är tillverkad i aluminium. Boxen fastsätts i ramen på cykeln och har en volym på 140 liter.



Figur A.0.1. Box till Bullit.

Rhino

Rhino är framtagen för att agera som en mobil shop [A2]. Man kan enkelt förvara produkter i den samt använda de utfällbara parterna som avlastningsyta för eventuella produkter att visa. Boxen har en volym på 300 liter och påstås vara både robust och ha låg vikt. Olika typer av förvaringsalternativ finns samt funktioner för att öppna och stänga luckor finns att få inspiration från. Boxen är fastsatt i cykelramen.



Figur A.0.2. Box från Rhino anpassad för Bullit.

The Urban Arrow

En cykel med fastmonterad låda [A3]. Lucka upptill med lås på sidan.



Figur A.0.3. Box från The Urban Arrow.

MK1-E, Pro

Låda av polymermaterialet ABS, [A4]. En massiv box med låsbar lucka. Volym på 230 liter.



Figur A.0.4. Box från MK1-E, Pro

Referenser bilaga A

- [A1] Larry vs Harry. (2016). Convoy box. Hämtad 16 februari 2016 från <http://shop.larryvsharry.com/shop/accessories/convoy.html>
- [A2] Rhino. (2016). Hämtad 16 februari 2016 från <https://se.pinterest.com/vicentedevesa/bullitt-cargo-bike/>
- [A3] Momentum Mag. (2013-03-01). *The Urban Arrow Cargo E-Bike*. Hämtad 16 februari 2016 från <https://momentummag.com/the-urban-arrow/>
- [A4] Butchers & bicycles. (2015). Our bikes- MK1. Hämtad 16 februari 2016 från <http://butchersandbicycles.com/>

Bilaga B: Inspiration, del A

Olika typer av öppningar och luckor.



Figur B.0.1. [B1].



Figur B.0.2. [B2].



Figur B.0.3. [B3].



Figur B.0.4. [B4].



Figur B.0.5. [B5]



Figur B.0.6. [B6].

Olika förslag på hur öppningen kan stängas och låsas.



Figur B.0.7. [B7]



Figur B.0.8. [B8].



Figur B.0.9. [B9]



Figur 0.10. [B9].



Figur 0.11. [B11]



Figur 0.12. [B12].



Figur 0.13. [B13].



Figur 0.14. [B14].

Referenser, bilaga B

- [B1] Skoda. (2016). Elmanövrerad baklucka. Hämtad 25 januari 2016 från <http://www.skoda.se/models/hotspotdetail?HotspotName=B13+-+Power+tailgate+%5BSuperb+Combi%5D&Page=technology&WebID=30e0cdfc-c151-4e51-b80e-2834c8dcc7c2>
- [B2] DIYTrade. (2016). Stainledd Steel Sliding Glass Door. Modell SSGD01. Hämtad 25 januari 2016 från http://www.diytrade.com/china/pd/7967501/SSGD01_Stainless_Steel_Sliding_Glass_Door.html
- [B3] IKEA. (2016). Maximera, låda. Hämtad 25 januari 2016 från <http://www.ikea.com/se/sv/catalog/categories/departments/kitchen/24255/>
- [B4] Deskstore and friends. (2016). Flatmate sekretär- Müller Möbelwerstätten. Hämtad 25 januari 2016 från <http://www.deskstoreandfriends.se/Skrivbord-Flatmate-Vit-1>
- [B5] Tretti. (2016). Cylinda DM 285 FI AVH. Hämtad 25 januari 2016 från http://www.tretti.se/vitvaror/diskmaskiner/60-cm-bred/cylinda-dm-285-fi-avh?classic_site=truehttp://www.gerdmans.se/sv/pl%C3%A5tsk%C3%A5p-med-dubbeld%C3%B6rrar-14
- [B6] Larsson Furniture. (2016). Skåp 1. Hämtad 25 januari 2016 från <http://www.larssonfurniture.se/index.php/sortiment/forvaring/skankar/skapp-1.html>
- [B7] Adela. (2016). Vevmekanism. Hämtad 25 januari 2016 från <http://www.adela.se/tillbehor/flaggstanger/>
- [B8] VVS @ home. (2016) Purmo Modul Lås & Nyckel. Artikelnummer 2410018. Hämtad 25 januari 2016 från <https://www.vvsobadrum.se/varme/golvvarme/fordelarskap/purmo-modul-las-nyckel>
- [B9] IKEA. (2016). Utrusta, tryck-och-öppna-beslag. Hämtad 25 januari 2016 från

- <http://www.ikea.com/se/sv/catalog/products/80230224/http://www.clasohlson.com/se/Skjutregel/Pr407482000?userSelection=B2C&rememberCookie=false>
- [B10] Clas Ohlson. (2016). Skjutregel, artikelnummer 40-7481. Hämtad 25 januari 2016 från <http://www.clasohlson.com/se/Skjutregel/Pr407482000>
- [B11] Clas Ohlson. (2016). Redskapshållare, artikelnummer 30-1948. Hämtad 26 januari 2016 från <http://www.clasohlson.com/se/Redskapsh%C3%A5llare/30-1948>
- [B12] Åka skidor. (2016). Look uppdaterar sin Pivot-bindning. Hämtad den 25 januari 2016 från <http://www.akaskidor.se/artiklar/prylar/20151019/look-uppdaterar-sin-pivot-bindning>
- [B13] Clas Ohlson. (2016). Redskapshållare Toolflex, artikelnummer 40-7738. Hämtad den 25 januari 2016 från <http://www.clasohlson.com/se/Redskapsh%C3%A5llare-Toolflex/40-7738>
- [B14] Biltema. (2016). Verktygslåda, robust. Hämtad den 25 januari 2016 från <http://www.biltema.se/sv/Verktyg/Arbetsbank-och-forvaring/Verktygslada/Verktygslada-robust-2000035561/>

Bilaga C: Inspiration, del B

Följande bilder användes för att finna inspiration gällande del B.



Figur C.0.1. [C1].



Figur C.0.2. [C2].



Figur C.0.3. [C3].



Figur C.0.4. [C4].



Figur C.0.5. [C5].



Figur C.0.6. [C6].



Figur C.0.7. [C7].



Figur C.0.8. [C8].



Figur C.0.9. [C9].



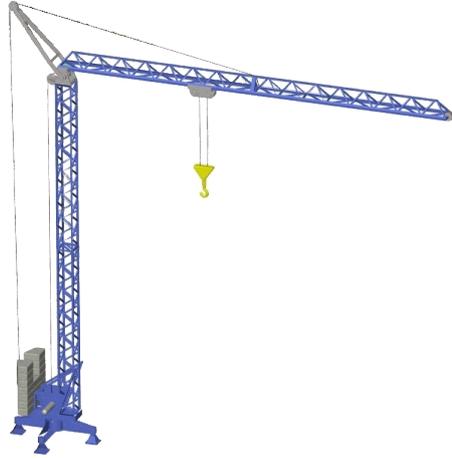
Figur C.0.10. [C10].



Figur C.0.11. [C11].



Figur C.0.12. [C12].



Figur C.0.13. [C13]



Figur C.0.14. [C14].



Figur C.0.15. [C15].



Figur C.0.16. [C16].



Figur C.0.17. [C17].



Figur C.0.18. [C18].



Figur C.0.19. [C19].

Referenser, bilaga C

- [C1] Americanas. (2016). Caixa Cargobox Tramontina Modular. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.americanas.com.br/produto/122615847/caixa-cargobox-tramontina-modular>
- [C2] E-bay. (2016). Stanley Modular Rolling Workshop Toolbox Chest Detachable Tool Box 1-79-206. Hämtad 22 januari 2016 från

- <http://www.ebay.co.uk/itm/Stanley-Modular-Rolling-Workshop-Toolbox-Chest-Detachable-Tool-Box-1-79-206-/311238365449>
- [C3] AxMek AB. (2016). CyCargo. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.axmek.se/cycargo/>
- [C4] Sears. (2016). Stanley Stanley 037025H 50 Gallon MobileChest. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.sears.com/stanley-037025h-50-gallon-mobilechest/p-00943930000P?prdNo=1&blockNo=1&blockType=G1>
- [C5] GBP. (2016). Trappkärra 250 kg 1180X550 mm. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.gbp.se/transport-lyft/sackkarror/trappkarra-250kg-1180x550mm.html>
- [C6] Gerdmans. (2016). Stel rullbana, artikelnummer 12-519994. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.gerdmans.se/sv/stel-rullbana-4>
- [C7] ToolGuyd. (2016). A Neat Approach to Modular Mobile Tool Storage. Hämtad 22 januari 2016 från <http://toolguyd.com/mobil-marie-modular-mobile-tool-storage/>
- [C8] Cowab. (2016). Magasinkärra med lyftplatta. Artikelnummer 74012. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.cowab.se/lyft/staplare/magasinkarra-med-lyftplatta/2253031-1186072.wf>
- [C9] Gigant. (2016). Gigant premium bagagekärra hopfällbar i aluminium. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.gigant.se/products/wc720939/gigant-premium-bagagekarra-hopfallbar-i-aluminium>
- [C10] Gerdmans. (2016). Lyftbordsvagn, dubbelsax. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.gerdmans.se/sv/lyftbordsvagn-dubbelsax-5>
- [C11] AutoAnything. (2016). ROLA Adventure System Hitch Cargo Box. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.autoanything.com/roof-racks/rola-adventure-system-hitch-cargo-box>
- [C12] Bil & Verkstad. (2012-02-27). *Ny 2 tons domkraft från Facom*. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.biloverkstad.se/2012/02/27/ny-2-tons-domkraft-fran-facom/>
- [C13] Dreamstime. (2016). Kram, ID 3022834. Hämtad 22 januari 2016 från <http://se.dreamstime.com/arkivbilder-kran-image3022834>
- [C14] Lantbutiken. (2016). Transportvagn 1 (1500 kg). Artikelnummer 2127 med broms. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.lantbutiken.se/butik/transportvagn-for-bygget-och-garden/4718-transportvagn-och-byggvagn-med-broms.html>
- [C15] Kjell & Company. (2016) 2-ledat och tiltbart väggfäste för TV 15-28". Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.kjell.com/se/sortiment/ljud-bild/tv-tillbehor/fasten-stativ/tiltbart-vaggfaste-vesa-100-p57545>
- [C16] Rollco. (2016) Teleskopskenor- Heavy. Hämtad 22 januari 2016 från <http://rollco.se/produkter/teleskopskenor-heavy/>
- [C17] Byggkatalogen. (2015-09-15). Granbergs Lyftsystm för väggskåp. Hämtad 22 januari 2016 från

- <http://byggkatalogen.byggjanst.se/produkt/hjalpmedel-for-funktionsnedsatta/granbergs-lyftsystem-for-vaggskap/16894>
- [C18] Jiangyin Risun International Trade Co.,Ltd. (2016). RS-B5. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.jyrisun.com/ProductList.asp?id=106>
- [C19] Carparts. (2016). Cykelhållare Thule RideOn 9503 Tiltbar – cyklar. Hämtad 22 januari 2016 från <http://www.carparts.se/thule-rideon/230-cykelhallare-thule-rideon-9503-tiltbar-3-cyklar.html>

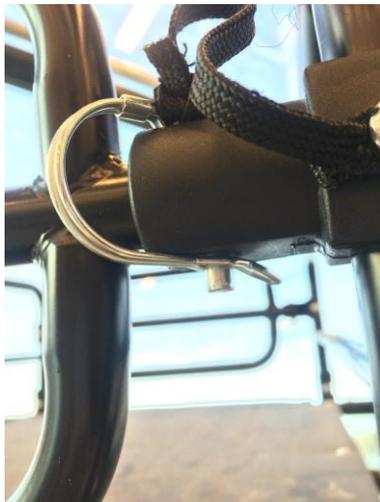
Bilaga D: Inspiration, del B, Biltema



Figur D.0.1



Figur D.0.2



Figur D.0.3



Figur D.0.4

Bilaga E: Inspiration handtag



Figur E.0.1. [E1].



Figur E.0.2. [E2].



Figur E.0.3. [E3].



Figur E.0.4. [E4].



Figur E.0.5. [E5].



Figur E.0.6.



Figur E.0.7.

Referenser, bilaga E

- [E1] Träningsutrustning. (2016). Parallell Handtag 85 cm. Hämtad 24 februari 2016 från <http://xn--trningsutrustning-rqb.info/draghandtag-tillbehor/page/3/>
- [E2] Cavalet. (2016). Smartshoppenn. Artikelnummer 42120.90. Hämtad 24 februari 2016 från <http://www.cavalet.se/smartshoppenn-18>
- [E3] Resväskor. (2016). Hugo Boss Arctic- Resväska- 4 hjul. Hämtad 24 februari 2016 från <http://www.resvaskor.net/hugo-boss/>
- [E4] Archiproducts. (2016). Get Hard, Pomello per mobili. Hämtad 24 februari 2016 från <http://www.archiproducts.com/it/prodotti/209398/get-hard-pomello-per-mobili-in-metallo-get-hard-pomello-per-mobili-buster-punch.html>
- [E5] Bara handtag. (2016). Crotone Handtag. Hämtad 24 februari 2016 från <https://www.barahandtag.se/kokshandtag-koksbeslag/handtag-svarta/crotone-handtag/>

Bilaga F: Inspiration hävarm



Figur F.0.1



Figur F.0.2

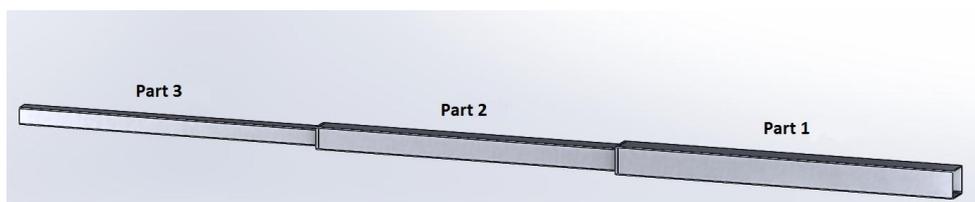
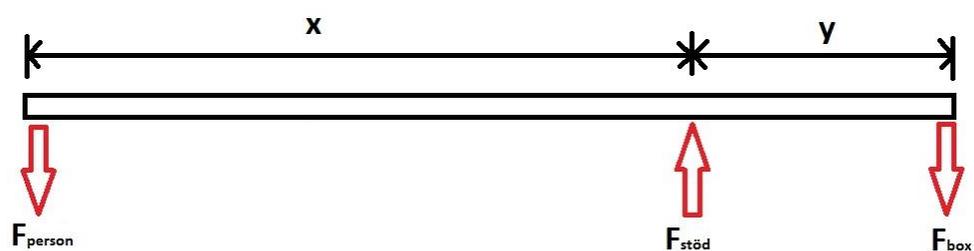


Figur F.0.3

Referenser, bilaga F

- [F1] SeniorToo. (2016). Hopfällbar resekäpp, stödkäpp. Hämtad 15 mars 2016 från <http://www.seniortoo.se/outdoors/canes-and-sticks/folding-travel-cane.html>
- [F2] Bikepirate. (2016). Xsories U-Shot 2.0 Teleskoparm. Hämtad 15 mars 2016 från <http://www.bikepirat.at/xsories-U-shot-20-Teleskoparm>
- [F3] Länna sport. (2016). Mohawke. Hämtad 15 mars 2016 från <http://www.lannasport.se/sv/articles/2.2995.167382/mohawke-klubbteknik-redskap-pro-7>

Bilaga G: Beräkningar, hävarens längd



Antar att personen lyfter/trycker 40 kg och att boxen väger 80 kg.

$$F_{person} = 40 * 9,81 \approx 392,5 \text{ N}$$

$$F_{box} = 80 * 9,81 \approx 785 \text{ N}$$

Mätt i figur i CAD: $y = 555,3 \text{ mm}$

Detta betyder i sin tur att part 1 bör vara $555,3 + 25$ (halva fästet för kullleden) + $24,7$ (för att utöka parten så att den blir lite längre än bara till just centrum av boxen samt för att fästplatta till eventuell krok skall få plats) = 605 mm .

Genom att sätta upp en jämviktsekvation får man fram hur lång sträckan x bör vara.

$$\Rightarrow x = \frac{F_{box} * y}{F_{person}} = \frac{785 * 0,5553}{392,5} = \frac{435,9105}{392,5} \Rightarrow x = 1111 \text{ mm}$$

Sträckan x kommer att delas upp i part 2 och part 3. Då dessa ska överlappa varandra, precis som part 1 och 2, så kommer parterna göras längre än halva sträckan x . Överlappet mellan part 2 och 3 sätts till 100 mm, och överlappet mellan part 1 och 2 sätts till 100 mm. Detta ger en total längd på:

$$1111+100+75=1286.$$

75 mm är den sträcka som part 2 sticker in i part 3 fram till fästet ner i styrstången kommer. Dividerar man 1286 mm på två så får man fram att part 2 och 3 ska båda ha längden 643 mm.

Detta ger resultatet:

Part 1: 605 mm

Part 2: 643 mm

Part 3: 643 mm

Bilaga H: Beräkningar, böjmotstånd

Kvadratisk hålprofil (VKR/KKR)

$$W_x = \frac{I_{yttre} - I_{inre}}{h/2} = \frac{b \cdot h^3}{6} - \frac{b_1 \cdot h_1^3}{6 \cdot h} \quad [H1]$$

där $b_1 = b - 2 \cdot tjocklek$

där $h_1 = h - 2 \cdot tjocklek$

Tunnväggig cirkelprofil

$$W_x = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 \cdot D}$$

Värden antogs för att kunna jämföra böjmotstånd:

b=0.050;

h=0.050;

D=0.050;

t=0.003;

Resultat från Matlab:

W_kvadrat_ihalig = 5.9085e-06

W_cirkel_ihalig = 3.4804e-06

Referenser, bilaga H

- [H1] Björk, K. (1992). *Formler och tabeller för teknologi och konstruktion*. Tredje upplagan. Karl Björks förlag HB, Ågrens tryckeri AB Örnsköldsvik.

Bilaga I: Beräkningar, materialval

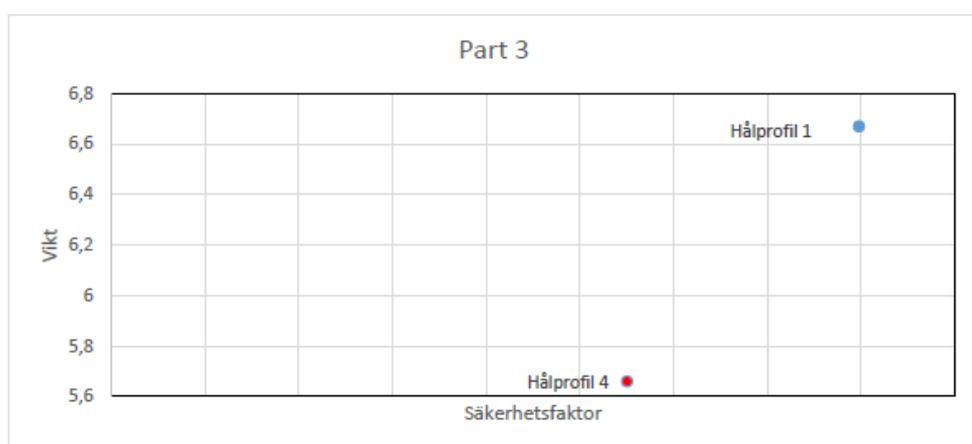
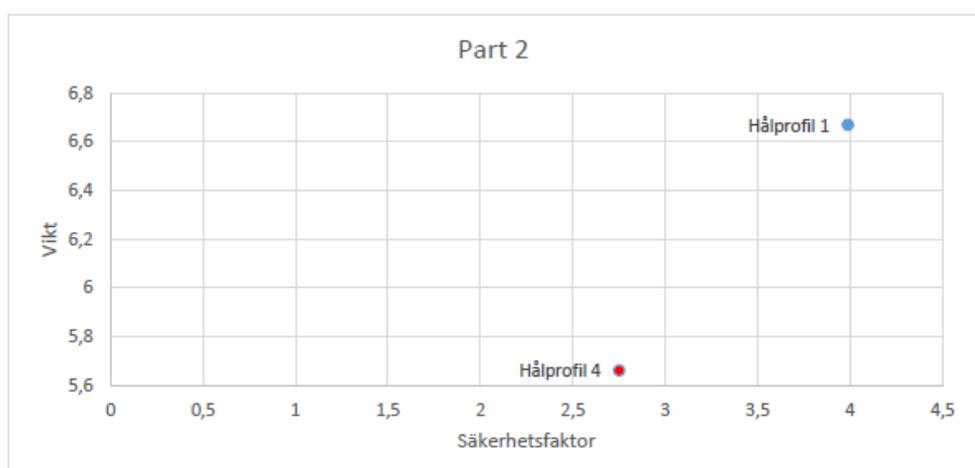
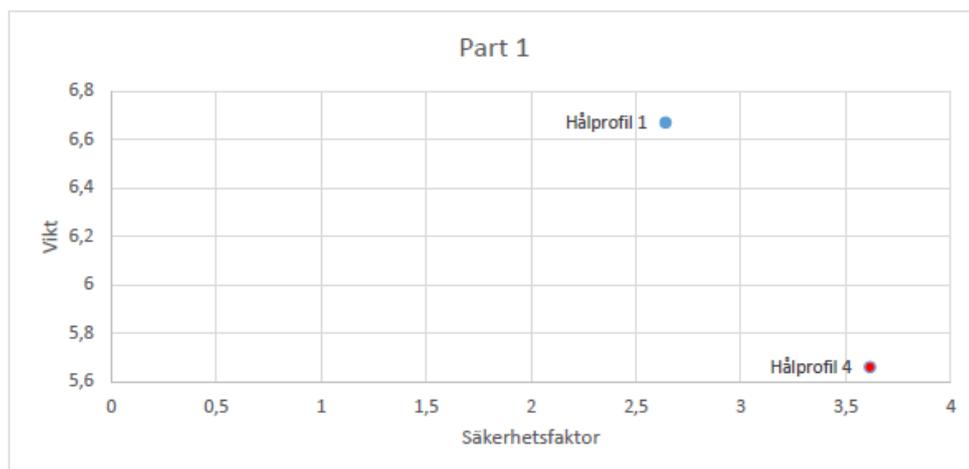
Tabell I.1. Hålprofiler.

Kvadratiska hålprofiler	1	2	3	4	5	6
Part 1: BreddxHöjdxTjocklek	55x55x2	55x55x2	50x50x3	50x50x2	50x50x2	45x45x3
Part 2: BreddxHöjdxTjocklek	45x45x3	45x45x2	40x40x2	40x40x3	40x40x2	35x35x3
Part 3: BreddxHöjdxTjocklek	35x35x3	35x35x2	30x30x2	30x30x3	30x30x2	25x25x3
Max Spänning (MPa)	89	119	360	129	148	204
Säkerhetsfaktor - Part 1	2,64	1,97	0,71	3,62	1,59	1,74
Säkerhetsfaktor - Part 2	3,99	1,97	0,65	2,75	1,59	1,74
Säkerhetsfaktor - Part 3	3,99	1,97	0,65	2,75	1,59	1,74
Gå vidare?	Ja	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej

Kvadratiska hålprofiler	7	8	9	10	11
Part 1: BreddxHöjdxTjocklek	45x45x3	45x45x2	45x45x2	40x40x2	35x35x2
Part 2: BreddxHöjdxTjocklek	35x35x2	35x35x3	35x35x2	30x30x2	25x25x2
Part 3: BreddxHöjdxTjocklek	25x25x2	25x25x3	25x25x2	20x20x2	15x15x2
Max Spänning (MPa)	218	188	249	317	603
Säkerhetsfaktor - Part 1	1,63	1,25	0,94	0,74	0,39
Säkerhetsfaktor - Part 2	1,08	1,89	0,94	0,74	0,39
Säkerhetsfaktor - Part 3	1,08	1,89	0,94	0,74	0,39
Gå vidare?	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej

Kvadratiska hålprofiler	1	4
Part 1: BreddxHöjdxTjocklek	55x55x2	50x50x2
Part 2: BreddxHöjdxTjocklek	45x45x3	40x40x3
Part 3: BreddxHöjdxTjocklek	35x35x3	30x30x3
Max Spänning (MPa)	89	129
Max Deformation (cm)	0,59	0,98
Säkerhetsfaktor - Part 1	2,64	3,62
Säkerhetsfaktor - Part 2	3,99	2,75
Säkerhetsfaktor - Part 3	3,99	2,75
Vikt hävarm(kg)	6,67	5,66
Gå vidare?	Nej	Ja

Tabell I.2. Tabeller, hålprofiler.



Bilaga J: Beräkningar, toleranser

% KKR

b_40x40=40;

b_30x30=30;

tolerans_b=0.5;

tolerans_t=0.10; %procent

t=3;

%KKR40x40x3

part2_yttermax=b_40x40+tolerans_b;

part2_yttermin=b_40x40-tolerans_b;

part2_innermin=(b_40x40+tolerans_b)-(2*t)-(2*t*tolerans_t);

part2_innermax=(b_40x40-tolerans_b)-(2*t)+(2*t*tolerans_t);

%KKR 30x30x3

part3_yttermax=b_30x30+tolerans_b;

part3_yttermin=b_30x30-tolerans_b;

part3_innermin=(b_30x30+tolerans_b)-(2*t)-(2*t*tolerans_t);

part3_innermax=(b_30x30-tolerans_b)-(2*t)+(2*t*tolerans_t);

% PRECISION 50x50x2

P_b=50;

P_tolerans_b=0.3;

P_tolerans_t=0.20; %procent

P_t=2;

```
part1_yttermax=P_b+P_tolerans_b;  
part1_yttermin=P_b-P_tolerans_b;  
part1_innermin=(P_b+P_tolerans_b)-(2*P_t)-(2*P_t*P_tolerans_t);  
part1_innermax=(P_b-P_tolerans_b)-(2*P_t)+(2*P_t*P_tolerans_t);
```

```
% Max och min spel
```

```
tot_max_part1_part2=part1_innermax-part2_yttermin  
tot_min_part1_part2=part1_innermin-part2_yttermax
```

```
tot_max_part2_part3=part2_innermax-part3_yttermin  
tot_min_part2_part3=part2_innermin-part3_yttermax
```

Resultat

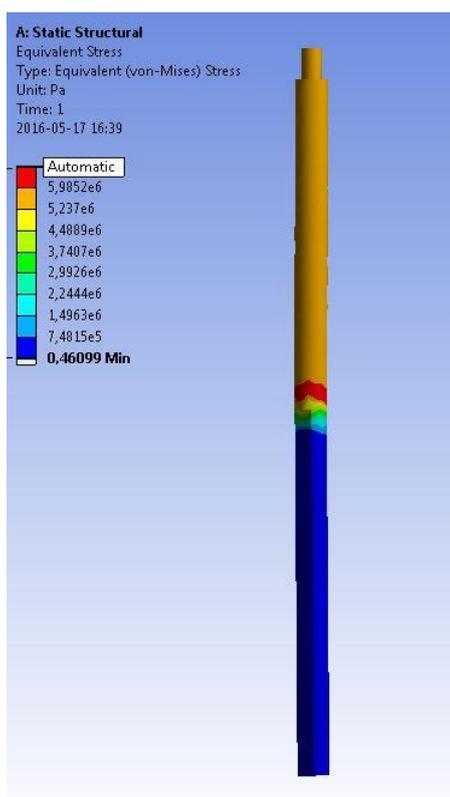
```
tot_max_part1_part2 = 7.000
```

```
tot_min_part1_part2 = 5.000
```

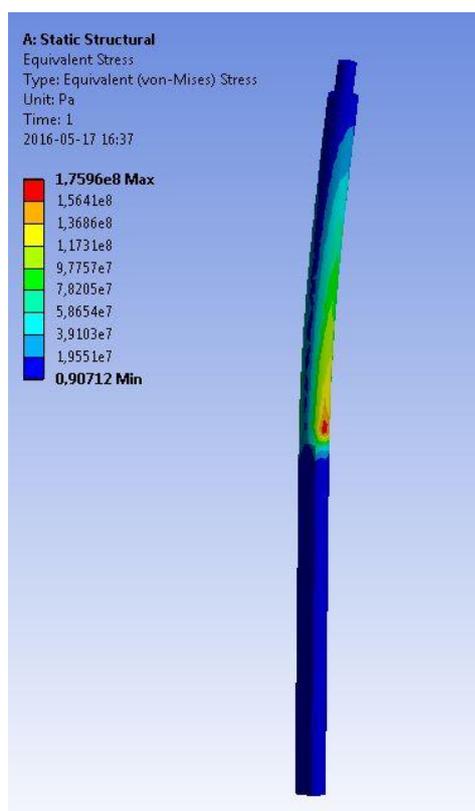
```
tot_max_part2_part3 = 4.6000
```

```
tot_min_part2_part3 = 3.4000
```

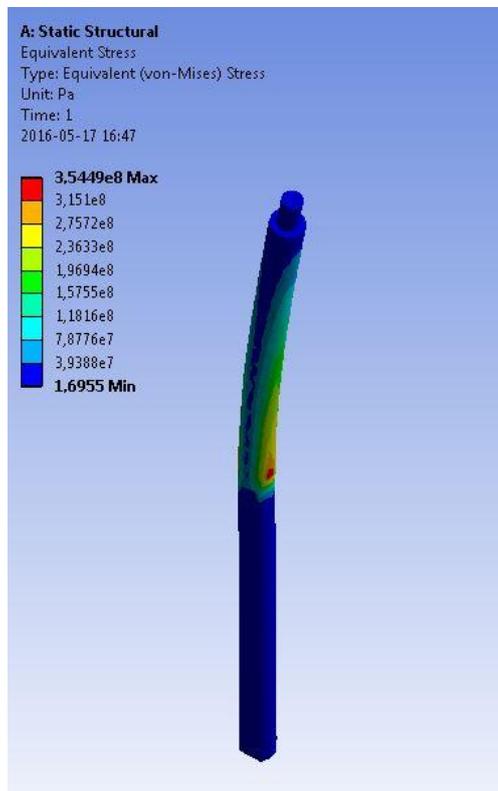
Bilaga K: Beräkning och materialval



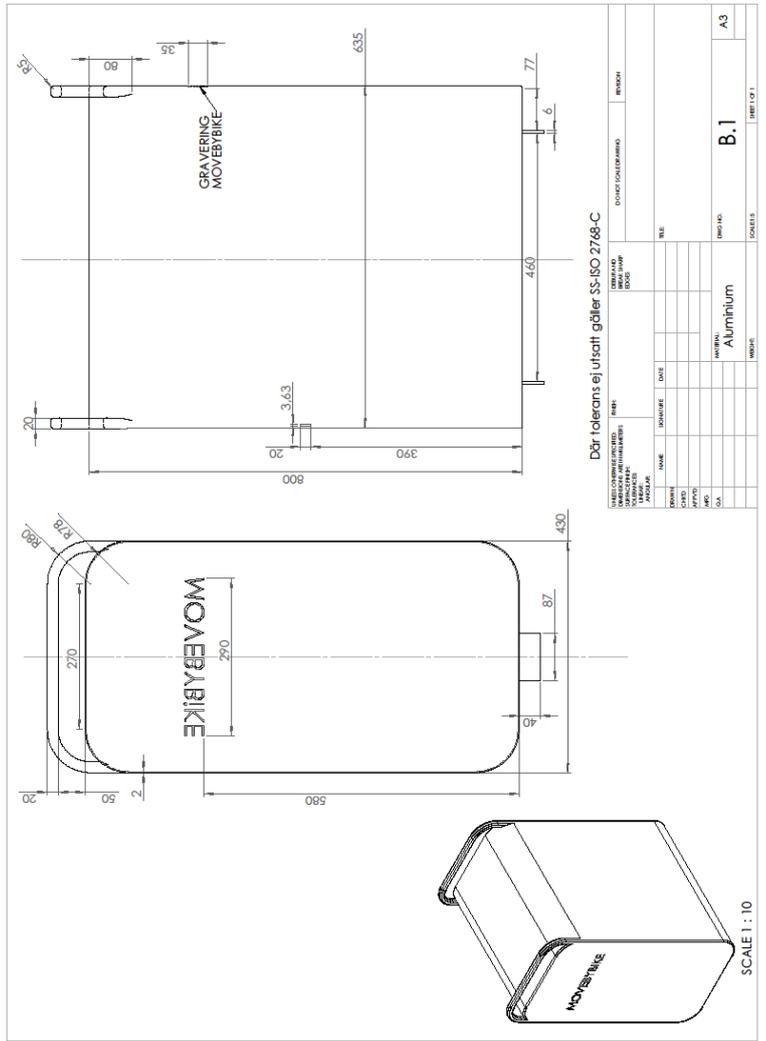
Figur K.1. Kraftpålägg i y-led.



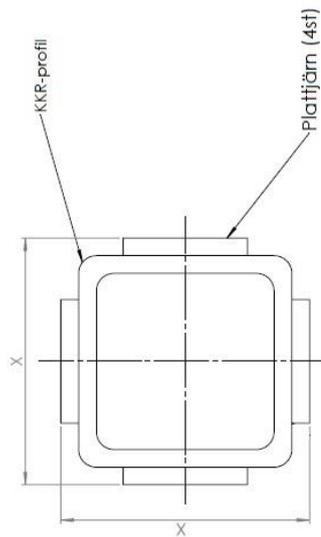
Figur K.2. Kraftpålägg i x-led



Figur K.3. Kraftpålägg i x- och y-led.



Figur L2. Helhetsritning boxen.



Plattjärnen kopas till lämplig längd så att de passar profilen.
 Plattjärnen har en tjocklek på 5 mm.
 Svets ska göras på samtliga plattjärn.
 Plattjärn, efterbearbetas efters velsning så att det passar profilerna.
 X får ej överstiga måttet som krävs för att passa KKR-profilen som den skall passa till

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, FINISH SHALL BE AS SHOWN IN MILLIMETERS		DRAWING AND REVISIONS		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
TOLERANCES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED		DATE		TITLE		DWG NO.	
NAME	DATE					Plattjärn	
DRAWN						A3	
CHECKED							
APPROVED							
MFG							
C.A.							
MATERIAL							
WGT							
SCALE 1:1							
SHEET 1 OF 1							

Figur L9. Profil med yttre plattjärn.

