Examensarbete

HÖGSKOLAN I SKÖVDE

UTVECKLING AV LATTBESLAG FÖR SEGELBÅTAR MELLAN 45 OCH 60 FOT

DEVELOPMENT OF BATTEN RECEPTACLE FOR SAILINGBOATS BETWEEN 45 AND 60 FEET

Examensarbete inom huvudområdet Integrerad Produktutveckling
Grundnivå, G2E 30 Högskolepoäng
Vårtermin 2016

Magnus Arehorn, Niklas Ekholm
Handledare: Nathanaël Kuipers, Lennart Ljungberg
Examinator: Dan Högberg

Försäkran om eget arbete

Denna uppsats har 2016-06-17 lämnats in av Niklas Ekholm och Magnus Arehorn till Högskolan i Skövde som uppsats för erhållande av betyg på grundnivå, G2E inom huvudområdet Integrerad Produktutveckling.

Vi intygar att vi för allt material i denna uppsats som inte är vårt eget arbete har redovisat källan och att vi inte - för erhållande av poäng - har innefattat något material som vi redan tidigare har fått tillgodoräknat inom våra akademiska studier.

Niklas Ekholm

Magnus Arehorn

Sammanfattning

Projektet har utförts av designingenjörsstudenterna Magnus Arehorn och Niklas Ekholm under vårterminen 2016 i kursen Examensarbete inom integrerad produktutveckling på Högskolan i Skövde. Projektet har genomförts för Seldén Mast AB i Långedrag, Göteborg, som utvecklar däcks- och riggsutrustning för segelbåtar.

Seldén har lattbeslag för segelbåtar upp till 45 fot, men vill utöka sitt sortiment till marknad för större segelbåtar. De befintliga lattbeslagen skulle då inte vara tillräckligt robusta varför ett nytt beslag krävs med starkare konstruktion. Målet var att utveckla ett lattbeslag för segelbåtar mellan 45 och 60 fot. Syftet med lattbeslaget är att spänna upp lattor i storseglet och utfå bättre vindupptagning.

Utvecklingsområden undersöktes genom att delfunktioner för beslaget identifierades. En förstudie inleddes för att forska i utvecklingsmöjligheter inom områdena genom att se till befintliga lösningar via konkurrensanalys och behov i intervjuer med segelmakare och seglare. Beslaget förväntades vara billigt, robust, funktionellt samt unikt. Slutsatsen drogs att unika lösningar behövde finnas till en låg tillverkningskostnad.

En idégenerering inleddes för att finna koncept med nytänkande och beprövade lösningar till låga kostnader. Två potentiella koncept togs fram som efter detaljutveckling viktades för att stå med ett slutligt resultat. Resultatet bedömdes vara ovanligt på marknaden och uppskattades ha en relativt låg tillverkningskostnad.

Abstract

This project has been carried out by the product design engineering students Magnus Arehorn and Niklas Ekholm during the spring of 2016, for the Bachelor Degree Project in Integrated Product Development at the University of Skövde. The project has been in cooperation with Selden Mast AB in Långedrag, Gothenburg, which develops rigging systems and deck hardware for sailboats.

Seldén has batten receptacles for sailboats up to 45 feet, but wants to expand their range of products to the market for larger sailboats. The existing batten receptacle is not strong enough for that application which is why a new batten receptacle requires a stronger construction. The goal was to develop a batten receptacle for sailboats between 45 and 60 feet. The purpose of the batten receptacle is to increase the batten's tension in the mainsail and form the sail more aerodynamic.

Opportunities for development were explored by identifying sub functions of the batten receptacle. A pre-study was conducted to research the development opportunities in the areas by ensuring existing solutions through a competitive analysis and by identifying sailmakers' and sailors' needs through interviews. The batten receptacle was expected to be of low cost, robust, functional and unique. It was concluded that unique solutions had to be found at a low manufacturing cost.

An idea generation was implemented to find concepts with innovative and proven solutions at low costs. Two potential concepts were developed and weighted with the goal to come to one final result. The result was considered to be rare on the market and estimated to have a relatively low manufacturing cost.

Förord

Det här examensarbetet har utförts i samarbete med Seldén Mast AB, Göteborg, i kursen Examensarbete inom integrerad produktutveckling. Efter 20 veckors intensivt arbete har projektet nu nått sitt slut. Ett stort tack vill vi rikta till de personer som varit till stöd för att uppnå resultatet.

Tack till:

Nathanaël Kuipers, Handledare, Högskolan i Skövde

Lennart Ljungberg, Biträdande handledare, Högskolan i Skövde

Dan Högberg, Examinator, Högskolan i Skövde

Erik Malmberg, Industrihandledare, Seldén Mast

Nils Janhäll, Teknisk chef, Seldén Mast

Övriga konstruktörer, Seldén Mast

Lundh Sails

North Sails

UK Syversen

Innehållsförteckning

1 Inledning 1
1.1 Bakgrund till projektet 1
1.2 Beskrivning av lattbeslag 1
1.3 Målsättningar 2
1.3.1 Målträd 3
1.4 Begränsningar 4
1.5 Process 4
2 Förstudie 6
2.1 Funktionsanalys 6
2.2 Utvecklingsområden 7
2.3 Användare och kund 7
2.4 Konkurrensanalys 8
2.4.1 Resultat konkurrensanalys 8
2.4.2 Slutsats konkurrensanalys 10
2.5 Intervjuer 10
2.5.1 Mässbesök 11
2.5.2 Studiebesök segelmakare 12
2.5.3 Enkätundersökning 16
2.5.4 Marknadsavdelning 18
2.5.5 Slutsats intervjuer 19
2.6 Marknadspositionering 21
2.7 Material- och tillverkningsstudie 21
3 Restriktioner 25
3.1 Begränsande dimensioner 25
3.2 Kostnader 25
3.3 Kraftexperiment 26
3.3.1 Slutsats kraftexperiment 29
3.4 Kravspecifikation 29
4 Konceptgenerering och sållning 32
4.1 Personas och scenarios 32
4.2 Idégenerering 32
4.2.1 Inspirationskollage 33
4.3 Resultat idégenerering 33
4.3.1 Lattfäste 34

4.3.2 Spänne 34
4.3.3 Segelfäste 35
4.3.4 Morfologisk tabell 35
4.3.5 Pick chart 36
4.3.6 Koncept A 38
4.3.7 Koncept B 38
4.3.8 DFMA 39
4.3.9 Concept screening 39
4.3.10 FMEA 41
5 Detaljutveckling och konceptval 45
5.1 Spännskruv 47
5.2 Prototyper 48
5.3 FEM 48
5.4 Val av material och tillverkningsmetoder 51
5.5 Kostnadsjämförelse 52
5.6 Concept scoring 53
5.7 Vidareutveckling av slutligt koncept 56
6 Resultat 57
6.1 Rekommendationer för vidareutveckling 60
7. Diskussion 62
8 Slutsats 67
9 Referenser 68
9.1 Bildreferenser 70
Bilaga 1 – Konkurrensanalys ..... A
Bilaga 2 – Beräkningar från experiment ..... B
Bilaga 3 – Personas och Scenarios C
Bilaga 4 – Skisser ..... F
Bilaga 5 – Definition av FMEA ..... G
Bilaga 6 – FEM ..... H
Bilaga 7 – Viktuppskattning av koncept I
Bilaga 8 – Konstruktionsritningar ..... J

Förtydligande av termer

Akter – Bak på båten
Akterlik - Bakkanten på seglet
Babord - Båtens vänstra sida*
Flexa – Böjd latta slår över till böjning i motsatt riktning
Förlik - Framkant på seglet
Gippa - Vänder ifrån vinden*
Köl – Delen av båten som är djupast i vattnet.
Latta - Ribba som styvar upp seglet*
Lattficka - Ficka på seglet där lattorna placeras i
Slå - Vänder mot vinden*
Storsegel - Segel på mastens akterkant*
Styrbord - Båtens högra sida*
Travare - Länkar som löper i en skena*
Trimma - Justering av seglet med syfte att få segelbåten att prestera bättre*
Yacht - En stor fritidsbåt

**Sjösportskolan (2016)*

1 Inledning

I det här kapitlet ges en beskrivning av projektet där bakgrunden till uppdraget introduceras följt av en produktbeskrivning. Målsättningar förtydligas sedan för vad som ska ha uppnåtts vid projektets slut samt vilka begränsningar som sätter ramar för detta.

1.1 Bakgrund till projektet

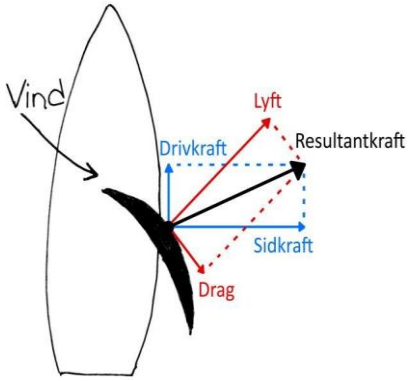
Seldén Mast utvecklar och tillverkar rigg- och däckutrustning för segelbåtar. Företaget grundades år 1960 i Långedrag, Göteborg, där de idag har sitt huvudkontor. Produktutvecklingen sker i Långedrag och i England med produktionsenheter i Nederländerna, USA, Frankrike, Hong Kong och med distributörer i Danmark och Spanien.

Företaget har idag lattbeslag för segelbåtar upp till 45 fot (ca 14 meter), men siktar nu mot att tillverka lattbeslag för större segelbåtar. Seldén menar att det finns en lucka på marknaden om ett beslag kan tas fram till en låg tillverkningskostnad för segelbåtar upp till 80 fot (ca 24,4 meter). De existerande lattbeslagen går inte att skala upp till segelbåtar över 45 fot eftersom krafterna på beslaget ökar med ett större segel och en ökad vindupptagning. Följden blir då att konstruktion och material inte är tillräckligt starkt, varför en starkare konstruktion krävs hos det nya lattbeslaget.

1.2 Beskrivning av lattbeslag

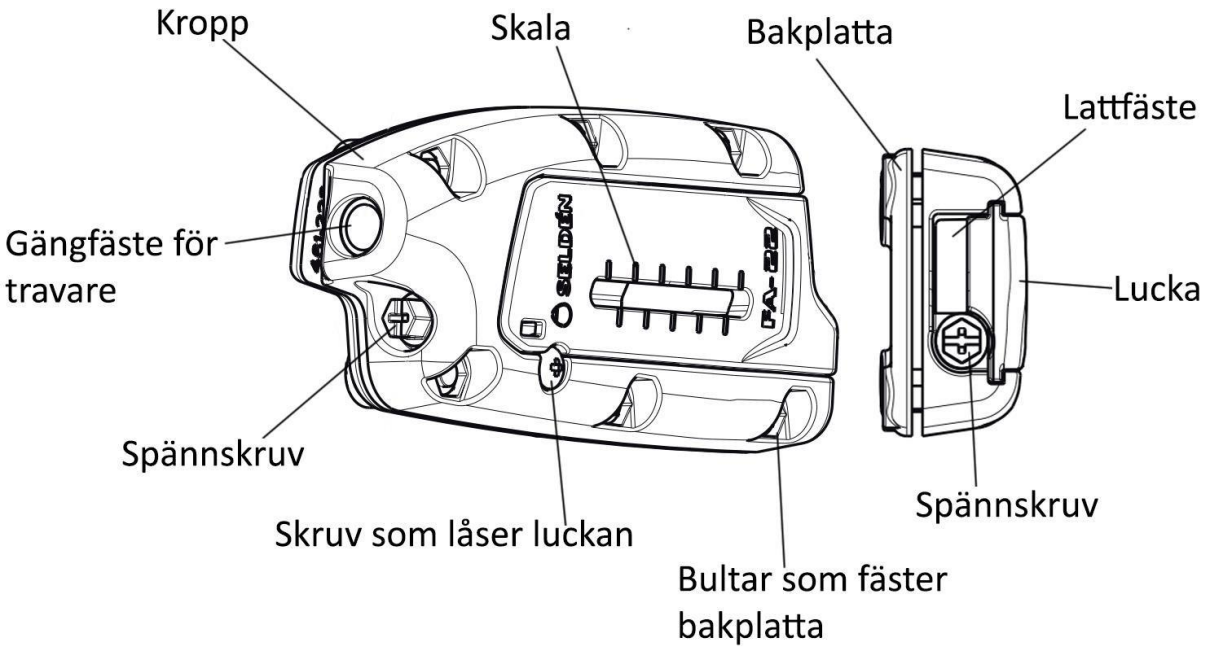
Syftet med produkten är att fästa och spänna en *latta* i storseglet. Vid spänning av lattan eftersträvas en böjning som i samspel med övriga lattor ger en jämn och fast form på seglet och därav en *buk*. Detta för att *trimma* storseglet och utvinna en bättre vindupptagning. Det är därför viktigt att alla lattor är likvärdigt spända längs med hela seglet.

Figur 1 nedan visar en förenkling av de olika krafter som vinden skapar och för båten framåt. Lyftkraften skapas på grund av skillnaden i tryck på sidorna av seglet och dragkraften är den motståndskraft som seglet skapar (Nationalencyklopedin, 2016). Driv- och sidokraften är krafter som verkar på *kölen* genom vindens kraft i seglet och har en betydande roll för båtens färdriktning. Kölen motverkar dels att båten driver i vindens riktning genom att stabilisera med en drivkraft framåt, samtidigt som den motverkar att vinden välter båten med en sidokraft från sin egen vikt. Av dessa olika kraftkomposanter bildas en resultantkraft som flyttar båten framåt.



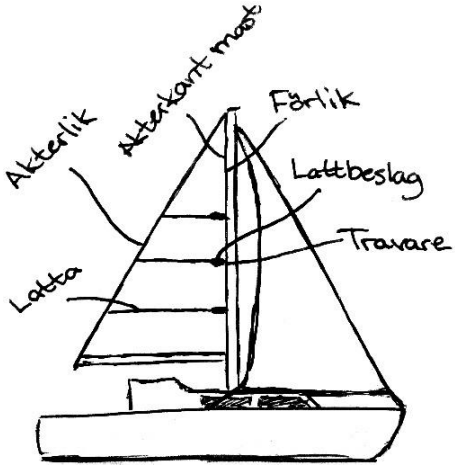
Figur 1: Beskrivning av krafter på en segelbåt.

Lattbeslaget består vanligtvis av två huvuddelar, en bakplatta och en kropp där lattan fästs och spänns. Vanligt förekommande är att bakplattan monteras på *styrbord* sida och kroppen på *babord* sida. Lattbeslaget har en infästning för lattor samt en infästning för travare på motsatt sida, se Figur 2.

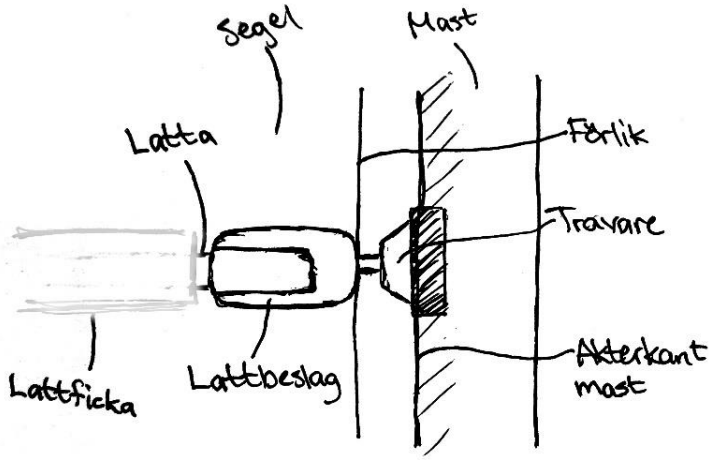


Figur 2: Beskrivning av ett lattbeslags komponenter, hämtad från Seldén Mast AB (2016).

Lattbeslaget sitter vanligtvis i storseglet på segelbåten, se Figur 3, där lattorna är placerade vågrätt i *lattfickor* på seglet och sträcker sig från seglets *förlik* ut till seglets *akterlik,* medan travaren är fäst på mastens akterkant, se Figur 4 nedan.



Figur 3: Exempel på lattbeslagets position på en segelbåt.



Figur 4: Närbild med sammanlänkande komponenter.

1.3 Målsättningar

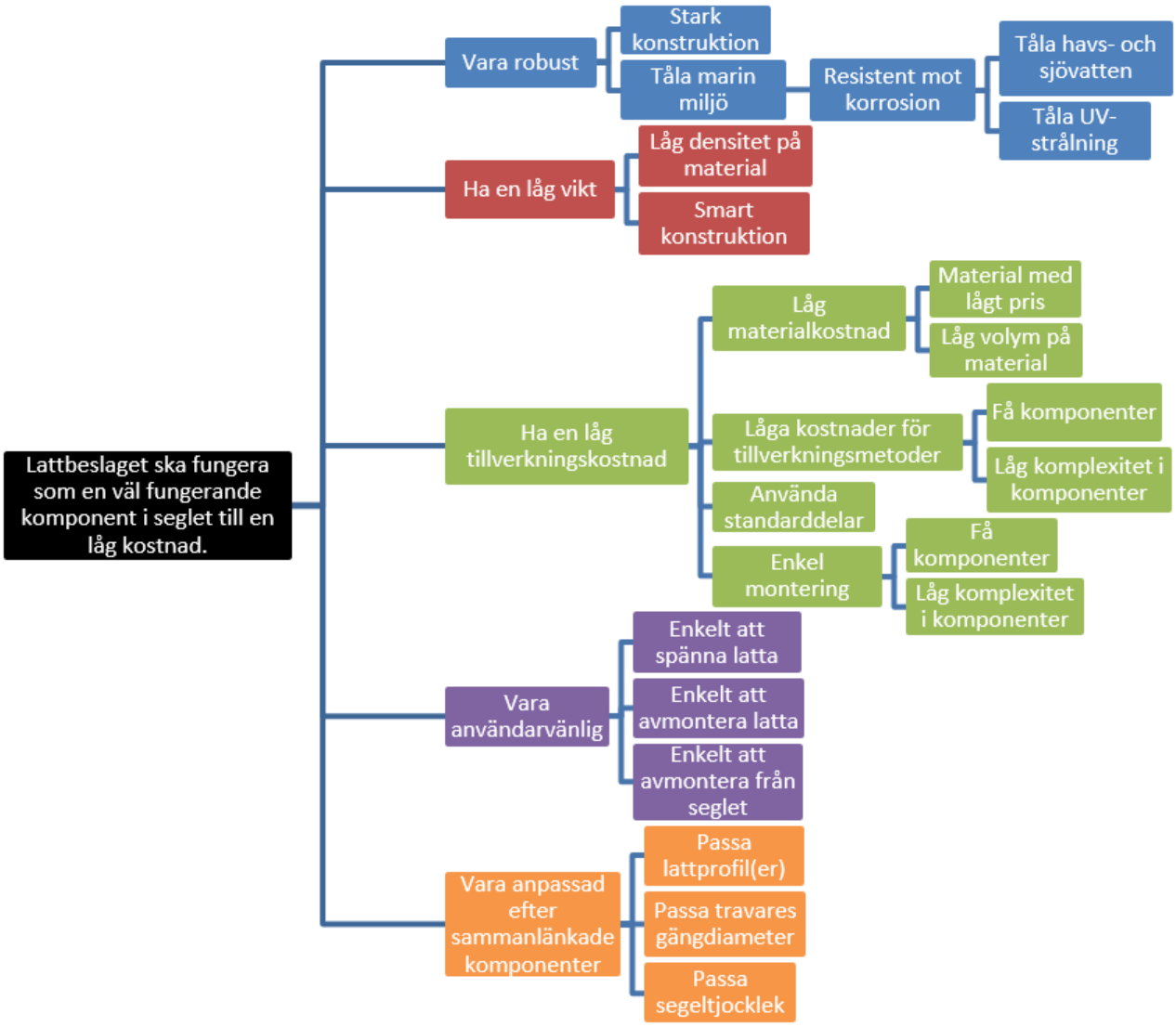
Målet med uppdraget är att utveckla ett lattbeslag som är kapabelt för segelbåtar mellan 45 och 60 fot (ca 14 till 20 meter), med önskemål om möjlighet till uppskalning för segelbåtar mellan 60 och 80 fot (ca 20 till 24,4 meter). Produkten ska vara anpassad efter de dimensioner som krävs för en segelbåt på 60 fot, men heller inte vara designmässigt oproportionerlig för 45 fot. Detta leder till att resultatet behöver vara robust och ha en

låg vikt. En produkt sägs vara robust när den är opåverkad av effekter till ostadighet, även om effekterna själva inte har eliminerats (Creveling och Fowlkes, 1995). Därför kommer en förståelse behöva bildas för hur olika krafter verkar på lattbeslaget. Produkten ska även utvecklas med fokus på enkel montering och anpassas efter lämpliga tillverkningsmetoder. I helhet ska lattbeslaget fungera som en väl fungerande komponent i seglet. Designen ska därför följa *Form follows function,* vilket innebär att fokus riktas åt lösningar av utvalda problemområden där designen följer de lösningar som tas fram. *Form follows function* är den mest citerade frasen i designhistorien. Denna fras säger att den bästa formen för en produkt är den form som bäst uppfyller sin funktion (Ashby och Johnson, 2014).

1.3.1 Målträd

Genom att skapa ett *Målträd* förtydligas målen för uppdraget och en överenskommelse mellan uppdragsgivaren och projektgruppen kan lättare göras. Trädstrukturen underlättar för designern och ser till om att alla tänkbara mål och funktioner är tagna i beaktan (Cross, 2008). Ett målträd skapades genom att strukturera upp all den information som tilldelats från företaget, se Figur 5. Informationen rörde uppdragsbeskrivningen och de mål som förväntades vara förverkligade hos produkten vid projektets slut. Huvudmålen placerades som påbörjan av ett hierarkiskt träd som sedan bröts ned i mindre delmål. Enligt Cross (2008) ska målen brytas ned till den grad att de kan förstås av både designteam och uppdragsgivaren. Detta fungerade sedan som en riktlinje under utvecklingsprocessen för att forma kravspecifikationen och lägga fokus på rätt områden. Av trädet kunde fem huvudsakliga områden ställas upp för att studera närmare.

- Robust
- Vikt
- Tillverkningskostnad
- Användarvänlig
- Anpassning (samspela med travare, latta och segel)



Figur 5: Målträd som bryter ner huvudmålen i mindre delmål.

Vid projektets slut förväntas en CAD-modell vara framtagen med godkända hållfasthetsberäkningar och konstruktionsritningar samt även ett förslag till lämpliga tillverkningsmetoder med en uppskattad tillverkningskostnad.

1.4 Begränsningar

Det här projektet kommer endast att se till utvecklingen av lattbeslaget efter de yttre faktorer som påverkar dess egenskaper i konstruktion och funktion. Med det menas att arbetet inte kommer fokusera på hur andra komponenter ska anpassas för att samspela med beslaget. Fäste till travare kommer endast att göras med gänga varför typ av gängdimension behöver fastställas. På grund av begränsning i resurser och tid kommer intervjuer och undersökningar endast göras lokalt i Göteborgsregionen.

1.5 Process

Projektet planeras följa vad Cross (2008) beskriver som *De fyra simpla stegen* av en designprocess, se Figur 6. Dessa steg kallas för *Utforskning, Generering, Utvärdering* och *Kommunikation*. Processen är anpassningsbar och flexibel varför metoder och strategier kan utformas efter vad som anses vara mest lämpligt för uppdraget (Cross, 2008).

Figur 6: Flödesschema av de fyra stegen i Cross fyrstegsmetod.

- I utforskningen sammanställs all nödvändig information för det fortsatta arbetet innehållande mål, kriterier och begränsningar (Cross, 2008). Projektet anses behöva inledas med att få insikt för vem som ska bruka produkten, vilka behov som finns hos dessa men även för hur marknaden ser ut. En marknadsundersökning ska därför göras för att se vad som efterfrågas av kund och användare, få en uppfattning av vilka konkurrenter som finns och således vilka egenskaper beslaget ska komma att mätas mot. På så vis förväntas en bättre förståelse ges för användning, utvecklingsmöjligheter och produktområdet i helhet. Det huvudsakliga syftet med denna fas är att identifiera viktiga krav och önskemål som sedan summeras och lägger grunden till en kravspecifikation, som i sin tur kommer att ligga till grunden för kommande konceptframtagning. Formningen av kravspecifikationen förväntas sedan att fortlöpa under projektets gång där beslut kan komma att tas sent i projektet vid samband med att ny information erhålls. Denna fas förväntas bli den mest tids- och energikrävande fasen i projektarbetet då produkten är ny på marknaden och förkunskaper inom området är svaga hos dels projektgruppen men likväl företaget.

- Genereringsstadiet förväntas genomföras med en process innehållande divergenta och konvergenta metoder. Med divergens menas att koncept genereras till ett ökat antal för att finna en stor mängd potentiella idéer och konvergens att de sållas till ett lägre antal för att identifiera de mest lovande koncepten. Processen är övergripande en konvergent designprocess (Cross, 2008), där målet vanligtvis är att nå ett slutligt och detaljerat koncept som uppfyller de uppsatta kriterierna ur kravspecifikationen. Processen inleds med att finna en stor mängd potentiella idéer med hjälp av olika brainstormingsmetoder. Förhoppningen är att finna en vid uppsättning idéer och lösningar för att slutligen nå olika koncept. Dessa ska sållas med konvergenta metoder samt diskuteras med företaget för att gemensamt nå ett slutligt koncept. Slutligen bör produktionskostnader uppskattas i samband vid val av lämpligt material och tillverkningsmetoder. Därför behöver hållfasthetsberäkningar först göras i form av FEM (Finita Element Metoden)-analyser för att avgöra hur material och konstruktion klarar de påfrestningar som det utsätts för.

- Med de slutliga koncepten går processen vidare till det tredje stadiet utvärdering. Konceptet kommer här att analyseras på detaljnivå där stort fokus riktas åt noggrannare FEM-analyser och dimensionering. Detaljutvecklingen bör innehålla en riskanalys för att försöka eliminera att fel uppstår där de flesta tänkbara risker tagits i hänsyn (kan även göras i en grövre skala tidigare i

konceptutvecklingen). Detaljarbete innebär att förbättringar görs hos produkten i exempelvis prestanda, minska vikt, minska kostnader samt förbättra utseendet. När det kommer till detaljarbetet kan det modifieras som två typer, antingen att öka värdet till produkten för kunden eller att minska kostnaderna för tillverkaren. Det gäller därför att sträva mot att uppfylla båda faktorerna (Cross, 2008).

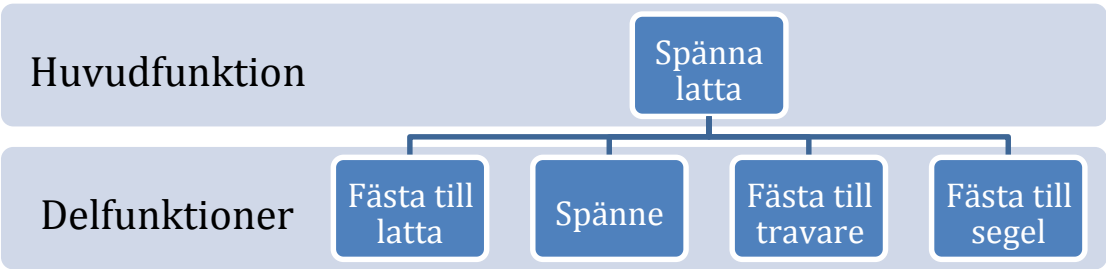
- Slutstadiet för designprocessen är kommunikationen när designen är redo att tillverkas (Cross, 2008). Det slutliga stadiet förväntas inte att kunna genomföras i det här projektet då endast ett förslag till koncept kommer att tas fram. Dock förväntas förberedelser för stadiet ha tagits fram i form av bland annat de konstruktionsritningar som ska skapas av resultatet.

2 Förstudie

Med kännedom om produktens användningsområde, målsättningar för projektet, begränsningar samt planerad arbetsprocess kunde utvecklingen inledas med en förstudie. Syftet var att samla in fakta som skulle ligga till grund för utvecklingen. Nedan följer den arbetsprocess som gjorts för att erhålla fakta till att sammanställa en slutlig kravspecifikation. En designer behöver inleda projektet med att i detalj förstå problemet som ska lösas. Därför behöver en informationsinsamling genomföras där förutsättningar analyseras i funktioner, krav, material och tillverkningsmetoder (Österlin, 2010). Projektet inleddes med att bilda en förståelse för vilka problemområden som fanns samt vem produkten skulle utvecklas för.

2.1 Funktionsanalys

Vid utformning av en produkt är det viktigt att finna huvudsyftet hos produkten. En produkts huvudfunktion uppfylls av flera delfunktioner (Österlin, 2010). En funktionsanalys skapades därför för att lyfta fram alla delfunktioner hos beslaget och bilda en förståelse för dess användningssyfte. Funktionsanalysen gjordes med hjälp av ett funktionsträd där produktens huvudfunktion ställdes upp följt av delfunktioner, se Figur 7. Detta för att inte missa viktiga egenskaper hos beslaget i utvecklingsarbetet. Österlin (2010) menar att fokus ska riktas åt vad som ska lösas och inte hur, där det är viktigt att inte vara för precis vid beskrivning av funktionskraven. Det är då lätt att begränsa det kreativa arbetet för att finna bra lösningar. Delfunktionerna som ställdes upp strävades därför att förklara syftet med funktionen och inte hur dessa skulle uppfyllas för att sedan skapa utvecklingsområden av dessa.



Figur 7: Hierarkisk ordning av funktioner.

Eftersom fäste till travare redan hade bestämts göras med gänga togs detta inte med som ett utvecklingsområde. Av de uppsatta funktionerna kunde istället tre utvecklingsområden ställas upp som grund för beslagets utveckling. Dessa områden var:

- Spänne – Spänner lattan med syfte att utvinna den önskade formen på seglet.
- Lattfäste – Fäster lattan och håller denna i rätt position.
- Segelfäste – Fäster beslaget till seglet för att ge stöd och motkraft till spänning av lattan.

2.2 Utvecklingsområden

Av funktionsanalysen drogs slutsatsen att spänne, lattfäste och segelfäste krävde en djupare förståelse för utvecklingsmöjligheter och begränsningar. En stor del av det fortsatta förstudiearbetet skulle därför handla om att få en bättre förståelse för marknaden genom att forska i befintliga lösningar via en konkurrensanalys, men även i vilka behov som fanns via intervjuer. En förståelse krävdes därför för vem produkten skulle utvecklas för samt hur den används.

Utöver dessa områden konstaterades att en anpassning var nödvändig till travares gängdimension samt lattas profil och dimension, då beslaget ska komma att vara sammanlänkat med dessa komponenter. En undersökning ansågs därför behöva göras med avsikt att fastställa de mått beslaget skulle rättas efter. En marknadsundersökning bedömdes därför behöva se till de latt- och gängdimensioner liknande beslag anpassats efter men även vad företagets kunder använde sig av.

2.3 Användare och kund

Inför projektet gavs information av Seldén om att användarna för ett lattbeslag i huvudsak utgörs av segelmakare och fritidsseglare av erfaren rang. Det poängterades särskilt att interaktion och erfarenhet skiljde betydligt mellan användarna där segelmakaren hade en daglig interaktion vid montering medan seglaren upp till två gånger per år. Det finns vanligtvis flera användare för en produkt. Ibland kan det finnas en rad olika användare med behov som kan vara mycket varierade. Förutom de givna och uppenbara användarna är det även viktigt att ta hänsyn till de övriga parterna som ska interagera med produkten. Interaktionerna kan vara tillverkning, montering, underhållning- och demontering av produkten (Cross, 2008). Därför behövde en förståelse för dessa interaktioner bildas och säkerställa att den givna informationen då marknaden var ny även för Seldén. För att nå denna kunskap besöktes segelmakare vid mässa och olika studiebesök, samt gjordes en enkätundersökning med erfarna seglare, dessa intervjuer beskrivs senare i stycke *2.5 Intervjuer*.

Seldéns kunder utgörs därför främst av segelmakare men även av återförsäljare runt om i världen. Den största delen av det som konstrueras i Sverige säljs alltså internationellt med de största aktörerna i Asien och Tunisien. Segelmakaren syr, monterar och lagar seglen till båtar, *yachter* eller segelfartyg. Hantverket kallas segelmakeri.

2.4 Konkurrensanalys

En konkurrensanalys gjordes för att forska i befintliga lösningar och konkurrenters dimensioner. Ulrich och Eppinger (2012) beskriver en marknadsanalys som en studie där befintliga produkter inom samma funktionsområde analyseras för att finna lösningar inom problemområdet. En marknadsanalys är som en nulägesanalys, där liknande produkters lösningar analyseras i funktioner, garantier och service (Österlin, 2010). Det första steget är att samla ihop en stor mängd information. Denna information bör samlas in från huvudkonkurrenterna. En bedömning krävs sedan av all insamlad information för att avgöra vad som kan relateras till produktens utveckling. Slutligen görs en slutsats av vilka ändringar som ska göras för att produkten ska bli så konkurrenskraftig som möjligt (Baxter, 1999).

Målet med analysen var att få insikt i möjligheteter och begränsningar för produktens utvecklingsområden, hur konkurrenter löst samma problemområden men även för att få en insikt om vilka latt- och travardimensioner konkurrenter anpassats efter. På detta vis förväntades en bättre uppfattning ges för vad beslaget skulle komma att mätas mot på marknaden. Lösningar studerades därför för de uppsatta utvecklingsområdena samt anpassningar till komponenter i form av dimensioner. För att tillgå denna information analyserades konkurrenters hemsidor och funktionsbeskrivningar.

2.4.1 Resultat konkurrensanalys

På grund av den stora variationen av lattbeslag som fanns på marknaden, togs beslut om att dela upp dessa i grupper baserat på de olika lösningarna av funktionerna. Fem olika beslag valdes därför ut som tycktes prägla de olika grupperna bäst.

Första gruppen, grupp 1 är den typ av lattbeslag som upptäcktes att vanligast förekomma. Kroppen är placerad på samma sida som lattfickan. Spänningen sker med en insexnyckel eller skiftnyckel som spänner upp med en skruv som ligger i linje med lattan. Lattfästet är en skjutlucka som ligger i lattbeslaget och som sedan låses fast med en skruv eller knapp. Denna lucka kan vara utbytbar för att få en bättre anpassning till lattan. Segelfästningen sker med en platta som sitter på andra sidan av segelduken. Plattan och beslaget fästs samman med ett antal bultar, se Figur 8.

Figur 8: Grupp 1, hämtad från Sailbattens (2016).

Den andra gruppen, grupp 2 är de beslag som har ett omslutande lock, se Figur 9. Dessa beslag har samma typ av segelfäste som grupp 1. Det som skiljer beslagen är att locket omsluter lattbeslaget och att spännskruven inte ligger i linje med lattan utan strax ovanför.

Figur 9: Grupp 2, hämtad från Schaefermarine (2016).

Den tredje gruppen, grupp 3 är de beslag som till skillnad från de förstnämnda grupperna kräver att hela locket skruvas av för att fästa lattan. Dock ingår det inlägg till dessa beslag vilket förbättrar hur lattan sitter. Segelfästet fungerar med en bakplatta precis som grupp 1 och 2. Spänningen sker bakifrån med en spännskruv som är placerad strax ovanför lattan likt grupp 3, se Figur 10.

Figur 10: Grupp 3, hämtad från Bainbridgeint (2016).

Den fjärde gruppen, grupp 4 har samma typ av segelfäste som de tidigare nämnda grupperna och samma typ av spänning som grupp 1. Skillnaden är att dessa beslag inte har en löstagbar lucka som skjuts av och på utan en lucka som är fixt undertill, se Figur 11.

Figur 11: Grupp 4, hämtad från Sailbattens (2016).

Den femte gruppen, grupp 5 är de lattbeslag som är mittencentrerade i segelduken vilket även kräver att endast vissa segel är anpassade för detta. Detta urskiljer denna grupp från det vanliga traditionella beslaget, se Figur 12. Segelfästet görs här med två stycken skenor som är fastskruvade från motsatt sida om lattfickans utsida. Spännfunktionen sker med insexnyckel. På grund av att beslaget är placerat inne i lattfickan är lattfästet endast ett hål där lattan placeras.

Figur 12: Grupp 5, hämtad från Antal (2016).

Av konkurrensanalysen sammanställdes all data i ett dokument, se Bilaga 1. Här upptäcktes att en variation fanns av anpassning till olika lattprofiler vilket var rund och rektangulär profil, samt att dimensioner för dessa kunde skilja betydligt beroende på typ av båtstorlek. Lattprofilerna varierade för runda lattor mellan 10 millimeter till 22 millimeter i diameter, medan de rektangulära lattorna skiljde i höjd mellan 22 millimeter till 40 millimeter med bredder mellan 6 millimeter till 20 millimeter. Beslag kunde vara anpassade efter endast en lattprofil alternativt multianpassad efter runda och

rektangulära profiler. För material var aluminium eller olika former av kompositplaster vanligast förekommande vilket även visade en viktskillnad där aluminiumbeslag låg mellan 295 gram till 540 gram och kompositmaterial mellan 80 gram och 450 gram. För gängdimension till travare gavs en övervägande variation mellan M10 och M12. Benämningen M står för metrisk gänga vilket är en ISO standard (Internationella Standardiseringsorganisationen) för fästelement som gängor, skruvar och muttrar. En vanlig funktion uppdagades även vilket var justeringsintervall för spänning av latta mellan 25 millimeter till 51 millimeter.

2.4.2 Slutsats konkurrensanalys

Av de latt- och travardimensioner som noterades, gavs förståelsen för att detta var mycket varierande beroende på vilken båtstorlek beslagen var anpassade för. Av den data som sammanställdes gjordes därför en konklusion om vilka lattdimensioner som vanligast förekom inom båtstorleksintervallet för detta projekt. För runda profiler betraktades 16 millimeter i diameter att bäst överensstämma med projektets båtstorleksintervall samt för rektangulära lattor ansågs 22 millimeter till 25 millimeter i bredd och 10 millimeter till 14 millimeter i höjd vara vanligast förekommande. Gällande anpassning till travare bedömdes att en mer exakt uppfattning var nödvändig om vilken gängdimension som var lämpligast eftersom denna infästning inte skulle kunna vara anpassningsbar. Slutsatsen gjordes därför att en begränsning var nödvändig varför fokus riktades åt de lattor och gängdimensioner som företagets kunder använde sig av. Viktigt var där att se till de lattor som användes för 60-fots segelbåtar eftersom beslaget som nämnts skulle dimensioneras för dessa. Processen fortlöpte därför åt intervjuer med kunder genom att besöka Båtmässan i Göteborg och göra studiebesök, dessa intervjuer beskrivs senare i stycke *2.5 Intervjuer*.

Önskat inför analysen var att kunna få ut ett medelvärde i vikt beroende på vilket material de olika beslagen hade och hur dessa skiljde sig åt. Detta för att ha en referens till det egna materialvalet vid erhållen vikt i framtiden. Eftersom dessa uppgifter saknades hos mer än hälften av beslagen vid analysen ansågs dessa värden bli allt för missvisande. Ett konstaterande gjordes dock av resultaten att aluminiumbeslagen visade en högre lägsta- och högsta vikt än kompositbeslagen.

Denna information ansågs vara en bra tillgång för den framtida dimensioneringen av beslaget där jämförelser skulle kunna göras mot konkurrenterna.

2.5 Intervjuer

För att nu forska i användares behov, bilda bättre förståelse för segelmakares och erfarna seglares interaktioner, se vilka lattor och travardimensioner företagets kunder använde sig av samt ta del i Seldéns erfarenhet av konkurrenter och kunder, behövdes en informationsinsamling från dessa. För att nå ut till dessa gjordes olika former av intervjuer beroende på under vilka omständighet som informationssamlingen gjordes. Intervjuerna med segelmakare gjordes vid mässa och studiebesök, erfarna seglare kontaktades online, samt Seldén på företaget. Intervjuprocessen inleds med att förväntningar eller frågor ställs kring det problemområde som önskas forska inom. Intervjufrågor bör sedan förberedas innan intervjun sätts igång (Dalen, 2008). Det finns

ett flertal olika intervjuformer. De som användes i detta projekt var en riktat öppen intervju, en halvstrukturerad intervju och en enkätundersökning. I den Riktat öppna intervjun riktas frågorna efter specifika problemområden där respondenten fördjupar sig i det som intervjuaren finner intressant (Lantz, 2013). Den här intervjumetoden användes vid mässbesöket med anledning av att detta förväntades ske under stökiga förhållanden med svårigheter att få kontakt med respondenten på grund av andra intressenter med följden av en begränsad intervjutid. Förberedelser av öppnare frågor kring de belysta områdena ansågs därför vara lämpligt. En Halvstrukturerad intervju utförs i form av en strukturerad följd med förbestämda frågor samt följdfrågor (Lantz, 2013). Denna valdes vid möten under lugnare förhållanden såsom förbokade studiebesök hos segelmakare och besök hos marknadsavdelningen på Seldén. Detta eftersom mer detaljerade svar förväntades fås ut då tidsbrist inte var ett problem och mer djupgående frågor kunde förberedas. En enkätundersökning kan göras för att smidigt intervjua en mängd olika personer. Det finns här två olika variabler av mätskalor, kvantitativa och kvalitativa. Kvantitativa variabler är då frågan ger en mätning i kvantitet, exempelvis ålder, längd, antal familjemedlemmar osv. Kvalitativa variabler är icke numeriska frågor vilket också är de vanligaste frågorna. Exempel på dessa typer av frågor kan vara kön eller civilstånd (Ejlertsson, 2005). Här önskades en stor mängd svar fås ut från seglarna varför en online-enkät sågs som ett effektivt sätt att nå ut till en stor mängd respondenter.

Formningen av intervjufrågorna förbereddes med frågorna:

- Vilken information behövs/saknas för det fortsatta arbetet?
- Vilken kunskap samt erfarenhet har den sökta respondenten av produkten?

På så vis gavs en medvetenhet om vilka områden som information behövdes inom samt vilket informationsområde som var tillgängligt beroende på respondenternas varierande erfarenhet till produkten. Detta med vetskapen att segelmakaren var den användare som hade störst interaktion med produkten och därav även störst erfarenhet, medan slutanvändaren hade en sämre kännedom. Med detta som utgångspunkt underlättades formningen av intervjufrågorna.

2.5.1 Mässbesök

Inför mässbesöket förbereddes en *Riktat öppen intervju* och därför endast ytligare frågor kring de sökta problemområdena. Dessa frågor var:

- Vilket/vilka är det/de vanligaste lattbeslaget(en) som ni använder för 45 – 60 fots segelbåtar?
- Upplever ni några vanliga problem eller svårigheter vid hantering av lattbeslag?
- Har ni idéer till lösningar?
- Vilka lösningar och funktioner vill ni helst se?
- Vilka lattor använder ni för segelbåtar mellan 45 och 60 fot?
- Vilken gängdimension för travare använder ni för dessa båtstorlekar?
- Vilka material ser ni är lämpligast för beslaget?

Intervjuerna gjordes snabbt och enkelt med kort mellanrum mellan intervjuerna. På grund av att segelmakarna var samlade blev det möjligt att komma tillbaka med följdfrågor vilket gjorde besöket effektivt. Detta öppnade även möjlighet för att boka studiebesök hos några av segelmakarna.

Under mässan intervjuades tre olika segelmakare. Ett kriterium som belystes extra mycket var att beslaget skulle vara anpassningsbart efter olika lattprofiler och dimensioner för att underlätta planering vid inköp då flera olika beslag kunde undvikas att köpa in. Ett problem som förklarades var att muttrar ansågs besvärliga under montering och gav då även längre monteringstid. Typ av lattfabrikat gavs även för vad som användes hos de olika segelmakarna, fastän det var svårt att specificera vilka exakta modeller som användes för vilka storlekar på segelbåtar. Frågan beslöts därför att tas vidare till studiebesöken. Det rekommenderades att aluminium vore ett lämpligt material för att klara de höga krafter som uppstår i seglet. En annan rekommendation var att placera lockspåret på utsidan av beslaget då det fanns en teori om att detta skulle leda till en starkare konstruktion, ett förslag som noterades för framtida konceptframtagning.

2.5.2 Studiebesök segelmakare

Intervjuerna vid studiebesöket gjordes under överenskommen tid och plats vilket även öppnade möjlighet för mer djupgående frågor än vid mässbesöket, varför en *Halvstrukturerad intervju* genomfördes. Som nämnts var ett stort mål med studiebesöken att få bättre förståelse i segelmakarens interaktion med produkten vid montering för att utforska i förbättringsmöjligheter. Därför önskades även att få se en montering då beslag monteras till segel, latta och travare. Utöver de frågor som ställdes vid mässbesöket ställdes här även följande frågor:

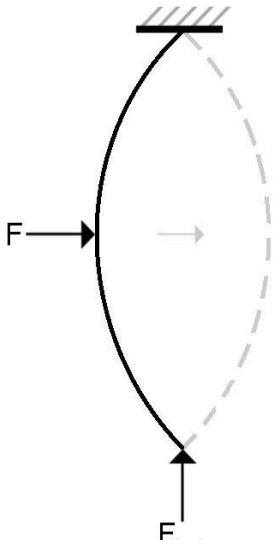
- Hur lång livstid förväntar ni er hos ett lattbeslag?
- Finns det slitage som är vanliga?
- Hur monteras?
- Kan montering bli enklare?
- Vanligaste materialen för lattor?
- Vilken är den vanligaste profilen/profilerna på lattor för dessa storlekar på segelbåtar?(nationellt, internationellt) - Finns idéer till lösningar?
- Vanliga material på segel?
- Vilka belastningsfall utgör störst krafter på lattbeslaget?
- Vilka delar på lattbeslaget utsatts för störst krafter?

Fem studiebesök gjordes hos tre olika företag med två återbesök för följdfrågor. Här ställdes frågor om hur respondenten ställde sig till de kunders svar som var motsägande till respondentens tidigare svar. Avsikten var att få tydligare argument av kunden till varför de olika argumenten uppkommit. På detta vis kunde information sammanställas där kundernas argument viktades mot varandra. Två av företagen var samma som vid intervjuerna på mässan, fast där respondenterna var olika personer. De givna svaren kunde sedan redovisas för Seldén.

Ett av besöken gav möjlighet till att studera en montering då segel, latta och travare fästes till beslaget vilket öppnade till möjlighet för vidare frågor, se Figur 13. Det rådde här olika uppfattning om vilket material som var mest lämpligt för beslaget. Aluminium var inte uppskattat hos samtliga då kolfibrer användes i seglen varför en kompositplast beskrevs som mer lämplig. Följden skulle bli att en galvanisk korrosion skulle uppstå i aluminiumet eftersom detta är mer oädelt än kol och då överlämna elektroner. Eftersom kolfiber är elektriskt ledande har aluminiumlegering och kol en tendens att bilda en galvanisk cell och korrosion mellan de förbindande metallkomponenterna (Arronche et al., 2011). Av andra ansågs komposit inte vara tillräckligt robust och menade att detta inte skulle klara den belastning som kommer att uppstå samt att hållfastheten kan ha en större risk att nedsättas över produktens livslängd till skillnad mot aluminium. Denna livslängd beskrevs att förväntas vara minst 15 år. Samtliga segelmakare var enade om att robustheten var av största prioritet för lattbeslaget, strax efter ett lågt inköpspris. Vid iakttagelsen av monteringen uppfattades fästningen av beslaget till seglet att vara besvärligt. Montören höll då fast en mutter på ena sidan av beslaget medan skruv fästes från den motsatta sidan vilket även beskrevs som ett fästdon som inte var optimalt för montering. Fästet för lattan påpekades även vid monteringen att behöva ett visst spelrum, vilket specificerades till max två millimeter för den lattan med störst dimensioner. Skälet till detta berodde på att om beslaget fästs något snett till seglet i förhållande till lattans riktning i lattfickan, skulle lattan inte gå att placera i lattfästet. En demontering skulle därför krävas av beslaget från seglet med följd av en förlängd monteringstid. Vidare beskrevs den totala monteringstiden att inte få överskrida den som iakttogs, vilket klockades till fyra minuter. Det belystes än en gång att ett anpassningsbart beslag var önskvärt. Olika tips gavs för lösningar om hur denna anpassning kunde gå till, vilket antecknades för framtida konceptutveckling. Eftersom samtliga av dessa respondenter beskrev sig vara erfarna seglare kunde information även mottas om problem som upplevdes ombord. Här nämndes att spänningen av lattan bör ske på sådant vis, att seglet eller masten inte är i vägen för rörelsen som krävs för att utföra arbetet. Ett tips som beskrevs vara ultimat, var att denna rörelse skulle ske ut och vinkelrätt mot segelduken.

Figur 13: Montering av lattbeslag till segel, latta och travare.

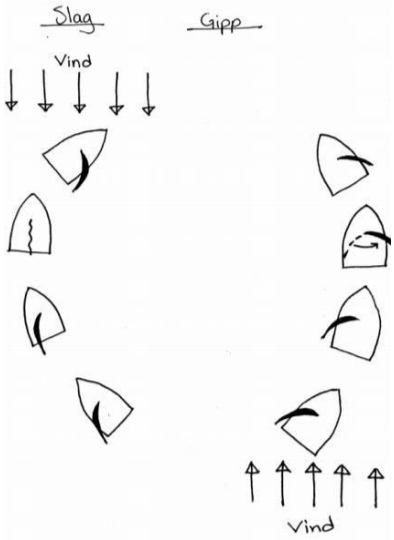
Annan viktig information som gavs var hur olika krafter verkar på lattbeslaget och hur dessa kunde uppmätas. En medlem i projektgruppen fick medverka i ett test där denne själv skulle agera lattbeslag. Syftet med testet var att få förståelse för de krafter som uppstår och hur dessa verkar på beslaget då en latta flexar vid spänning och böjt läge. Testet genomfördes genom att en latta (av betydligt mindre modell än den beslaget skulle komma att ta) pressades raklång med handflata in mot en vägg tills böjning uppstod. Därefter applicerades än punktlast som sedan pressade lattan tills dess att böjningen flexade över till motsatt sida, se Figur 14. Kraften som då uppstod in i handflatan illustrerade samma kraftriktning som på beslaget vid ett verkligt belastningsfall. Detta test gav exempel på en statisk (långvarig) kraft följt av en dynamisk (tillfällig) kraft då lattan flexar. Denna dynamiska kraft beskrevs som det mest extrema lastfall som beslaget skulle komma att utsättas för eftersom lattan då rätar ut med följd av en ökad kraft i lattans kraftriktning. Testet gav därför idén om hur ett eget experiment kunde riggas för att uppmäta denna dynamiska kraft som beslaget skulle komma att utsättas för, se stycke *3.3 Kraftexperiment*. Därför krävdes även en latta i dimension likt vad beslaget uppskattades komma att anpassas för vilket även kunde lånas vid studiebesöket för att möjliggöra experimentet. Krafterna i seglet beskrevs dock som mycket komplexa där dessa uppstår i extremt många riktningar varför ett verklighetstroget experiment skulle bli svårt att efterlikna. Med anledning av att ingen annan fakta om krafter lyckats tillgås under förstudien, bedömdes detta vara det enda alternativet till att få förståelse för krafternas omfattning.



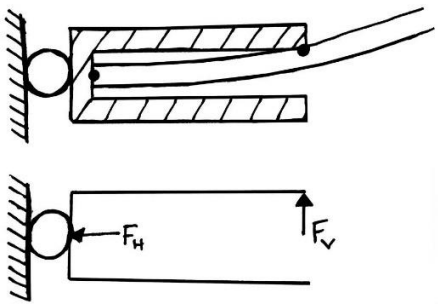
Figur 14: Krafttest hos segelmakare.

Testet gav en insikt om hur krafter kommer att verka på beslaget vid de beskrivna fallen samt hur seglet beter sig. Detta förklarades uppkomma när en segelbåt *slår* eller *gippar* och som de största extremfallen för lattbeslaget, se Figur 15.

För samma extremfall beskrevs även att en dynamisk kraft uppstår mot beslagets vägg i vertikal riktning (F_V) mot kraften in i beslaget (F_H), se Figur 16. Fast att denna kraft är betydligt mindre än den förstnämnda kraften, beskrevs denna vara mer kritisk än den förstnämnda. Orsaken beskrevs vara att beslags luckor slagits ut då lattan flexat med följden att lattan lossnat från beslaget. Ett råd mottogs därför att en luckas infästning inte bör vara centrerad där denna kraft uppstår. Detta på grund av att kraften är som störst vid det område där lattan slår på luckan, varför infästningen rekommenderades att inte placeras vid detta område.



Figur 15: Slag och Gipp.



Figur 16: Krafter som uppstår i beslaget.

För att göra en begränsning av de latt- och travardimensioner som undersöktes vid konkurrensanalysen, fastställdes de lattmodeller och den travardimension som kunder vanligast använde sig av. Resultatet av lattmodellerna sammanställdes i en tabell, se Tabell 1. Vid intervjuerna förklarades att rektangulära lattprofiler i princip är övervägande hos svenska segelmakare men att runda lattprofiler är mer sedvanligt internationellt, varför en stark rekommendation var att även anpassa beslaget efter dessa. De gängdimensioner som användes för travare var vanligtvis M10 för båtar upp till 60 fot samt i vissa fall M12, men där M12 beskrevs användas för segelbåtar över 60 fot. Nedan beskrivs de slutsatser som gjordes om vilken latta och travardimension som beslöts anpassas efter.

Tabell 1: Data om kunders lattor.

Kunders lattor för 45-60 fot								
Företag	**Lattprofil**	**Lattdimensioner**		**Material**	**Modell**	**Märke**	**Båtstorlek**	**Kommentar**
		Bredd (mm)	**Höjd (mm)**					
UK Syversen	Oktagonal	10	20	Glasfiber	OS4	Kayospruce		
	Oktagonal	12	20	Glasfiber	OS5	Kayospruce	60	Båtstorlek enligt UK
	Oktagonal	14	25	Glasfiber	OS6	Kayospruce	60	Båtstorlek enligt UK
North Sails	Rektangulär	7	19	Glasfiber	E19265	RBS	45	
	Rektangulär	8	19	Glasfiber	E19300	RBS	45	
	Rektangulär	9	19	Glasfiber	E19350	RBS	45	
	Rektangulär	10	20	Glasfiber	E19400	RBS	45	
	Rektangulär	7	25	Glasfiber	E25265	RBS	50	
	Rektangulär	9	25	Glasfiber	E25350	RBS	50	
	Rektangulär	10	25	Glasfiber	E25400	RBS	50	
	Rektangulär	8-10	22-23	Glasfiber/Kolfiber	CT22	CT	18-55	
	Rektangulär	10-20	33-39	Kolfiber	CT33	CT	50-90	
	Rektangulär	12-22	35-41	Glasfiber/kolfiber	CT33S	CT	50+	(Around the world sailing)
Lundh Sails	Oktagonal	10	20	Glasfiber	OS4	Kayospruce	-	
	Oktagonal	12	20	Glasfiber	OS5	Kayospruce	-	
Boding Sails	Oktagonal	6	20	Glasfiber	OR1	Bluestreak	45	Beror på placering i segel
	Oktagonal	8	20	Glasfiber	OR2	Bluestreak	45-50	Beror på placering i segel
	Oktagonal	9	20	Glasfiber	OR3	Bluestreak	45-50	Beror på placering i segel
	Oktagonal	10	20	Glasfiber	OR4	Bluestreak	45-50	Beror på placering i segel
	Oktagonal	12	20	Glasfiber	OR5	Bluestreak	50	Beror på placering i segel

Vid sammanställningen antecknades endast lattprofiler som rektangulära dimensioner även om några hade en oktagonal profil. Skälet var att en oktagonal profil även skulle passa i ett lattfäste rättat efter en rektangulär profil. Eftersom dessa profiler endast var vad som användes av de segelmakare som intervjuades, fokuserades denna sammanställning inte åt runda lattprofiler då dessa beskrevs vara vanligare internationellt. Följden blev därför att en kundundersökning inte gjordes för runda lattor, varför beslutet om denna dimension istället fick grundas på att 16 millimeter i diameter betraktats vara vanligast hos konkurrenter inom båtstorleksintervallet. Eftersom beslaget skulle dimensioneras för en 60-fots segelbåt, eftersöktes även den rektangulära latta som kunder använde för denna båtstorlek. Här gavs att lattmodellen OS6 var den grövsta lattan för båtstorleken, varför beslutet även togs för att detta skulle bli den maximala dimension för latta som beslaget skulle komma att dimensioneras efter. Dimensionerna var 25 millimeter i höjd och 14 millimeter i bredd. Av de givna travardimensionerna var M10 den mest använda dimensionen av segelmakarna för segelbåtar upp till 60 fot, varför M12 ansågs vara överdimensionerad för detta beslag.

Denna fas kan i efterhand beskrivas som en av de viktigaste och mest givande strategierna i förstudien då den gav en god möjlighet att få en insikt i montörens interaktion med produkten, höra kunders värderingar och tankar kring vilka utmaningar ett lattbeslag förväntas klara, men även lyssna till personer med stor erfarenhet av produkten ombord på en segelbåt. All denna information kunde konkluderas till att ha bidragit till en bättre förståelse för produktens användningsområde vilket ansågs vara av stor vikt för det fortsatta utvecklingsarbetet.

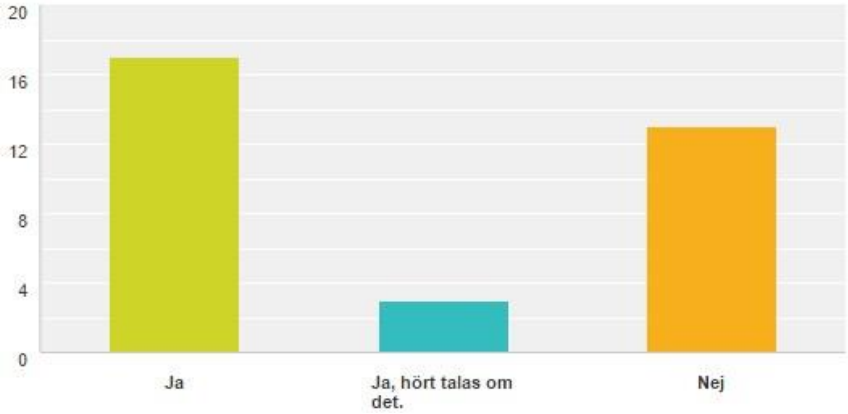
2.5.3 Enkätundersökning

Efter studien om segelmakarens interaktion och syn på produkten var även målet att få en bättre förståelse för interaktionen mellan slutanvändaren och beslaget. En enkätundersökning sammanställdes därför online och konstruerades på hemsidan surveymonkey.se med en variation av kvantitativa och kvalitativa variabler. Surveymonkey.se är en hemsida som tillhandahåller baser för att sammanställa röstningar och marknadsundersökningar för online-undersökningar. Information som önskades erhållas sammanställdes med totalt fyra frågor vilket var att:

1. ta reda på hur god kännedom som fanns om produktens existens för att få insikt i hur god kunskap som fanns, då detta beskrivits vara svagt hos seglarna.
2. se hur ofta slutanvändarna interagerar med produkten per säsong för att bilda en uppfattning om hur stor erfarenhet som fanns samt säkerställa att den givna faktan om 1 – 2 gånger per år var korrekt.
3. se vilka typer av interaktioner som vanligast utförs, för att få en bättre uppfattning om hur denna interaktion skiljer sig mot segelmakarens interaktion.
4. få höra seglarnas egna kommentarer kring särskilda positiva eller negativa egenskaper som upplevts, med syftet att få erfara om tips till lösningar som kunde tas till projektet eller för att inte gå i föregångares misstag.

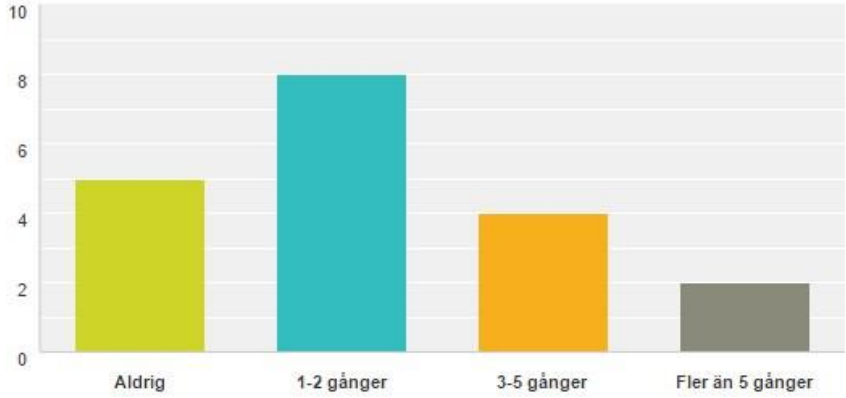
För att nå ut till den önskade målgruppen ”erfarna seglare”, kontaktades Svenska Kryssarklubben i Göteborg. Enkätundersökningen riktades mot cirka 90 personer som bestod av två grupper som tidigare genomgått en utbildning inom riggning och säkerhet. Kryssarklubben beskrev dessa personer som seglingsentusiaster varför dessa även bedömdes vara rutinerade seglare och potentiella framtida slutanvändare. De svarande ansågs därför vara en högst lämplig målgrupp att vända sig till.

Resultatet gav 33 svarade där 20 personer (strax över 60 %) av de svarande ansåg sig veta eller hade hört talas om produkten, se Figur 17.



Figur 17: Kännedom kring ett lattbeslags existens.

Av dessa 20 personer gick sedan 19 personer vidare med enkätundersökningen. Utav de 19 personerna använde 5 personer (ca 26 %) aldrig ett lattbeslag under en säsong och 8 personer (ca 42 %) en till två gånger under en säsong, se Figur 18.



Figur 18: Användning av lattbeslag per år.

Sedan undersöktes vilka typer av interaktioner som seglaren vanligast utför. Av de 33 personerna svarade här totalt 32 personer. Den övervägande delen på 13 personer (ca 41 %) menade att de tar ut eller sätter i latta i beslaget, följt av 8 personer (25%) som svarade att de justerar spänning på latta. Minst förekommande visade sig vara att travare monteras på och av från beslaget, se Figur 19.

Figur 19: Arbetsuppgifter som vanligast utförs.

Slutligen för de kommentarer som gavs kring bra och sämre erfarenheter var:

- Att skruvar med muttrar för fäste av beslag till segel ansågs vara riskfullt och besvärligt, då dessa kunde tappas i vattnet.
- Att det kunde vara svårt att minnas hur ett beslag ska monteras.
- Att det är bra om spänning på lattan kan justeras efter smak.
- Att latta kan vara krånglig att spänna då seglet eller masten ofta är i vägen.

Slutsatser som gjordes av denna undersökning var att den erfarne seglaren generellt har liten bekantskap med lattbeslag samt att direkta interaktioner sällan förekommer, om överhuvudtaget. Av de seglare som har direkt interaktion med produkten sker dessa vanligast en till två gånger per år. När dessa sker är av- och påmontering av latta vanligast samt av- och påmontering av beslag till segel mindre vanlig. Båda är dock samma typer av uppgifter likt segelmakarens. Slutsatsen gjordes att även om förhållandena för de olika interaktionerna skiljs mellan montering på ett segelmakeri och på en segelbåt, skulle ändå en underlättning av en arbetsuppgift främja båda parter. Vad som dock skiljdes här var att justering av lattspänningen endast utfördes av slutanvändaren samt att detta var den arbetsuppgift som gjordes näst mest med beslaget. Därför gavs en förståelse för att utvecklingsområdet ”Spänne” var ur detta hänseende det näst viktigaste utvecklingsområdet efter ”Lattfäste” och sist ”Segelfäste”.

2.5.4 Marknadsavdelning

För att få ytterligare kännedom om marknaden uppsöktes marknadsavdelningen inom Seldén. Ett möte bokades här med sälj- och inköpsavdelningen för att tillgå deras erfarenhet om kunder och konkurrenter, samt se till hur produkten önskas att marknadsföra och bli en attraktiv produkt på marknaden. Vidare var en kostnadsjämförelse av intresse mot konkurrenter för att få en föreställning om vilka tillverkningskostnader som var rimliga för beslaget. En förhoppning fanns därför om att en kostnadsundersökning gjorts innan projektets början.

Mötet genomfördes med en halvstrukturerad intervju. Frågor sammanställdes för att klargöra frågetecken angående marknad, önskade egenskaper hos produkten samt avtalsfrågor mellan företag och kund. Frågorna som sammanställdes var:

- Hur lanseras en ny produkt på marknaden?
- Vilka egenskaper önskas hos en ny produkt för att underlätta marknadsföringen?
- Finns särskilda produktegenskaper som kännetecknar Seldén?
- Vad frågar kunder efter generellt?
- Hur ser marknaden ut internationellt?
- Görs särskilda avtal mellan företag och kund?
- Vad ligger konkurrenters priser på? (Tillverkningskostnad, fsg.pris.)

Resultatet gav att unika och nytänkande lösningar önskades för att underlätta att marknadsföra produkten. Argumentet löd, att om en ny produkt ska kunna lanseras på marknaden bör den skilja i funktion eller andra egenskaper i förhållande till konkurrenterna. Respondenten menade dock att kunden gärna ser en hög kvalitet och god funktionalitet hos produkten, men att det avgörs i produktens pris i slutändan. Eftersom marknaden var ny för Seldén, hade inga undersökningar gjorts angående konkurrenters priser eller kostnader. Tips gavs dock att om tillverkningen för beslaget kunde göras med vad som förklarades som de standardtillverkningsmetoder och material som företaget använde sig av, skulle kostnaden bli likt konkurrenternas följt av ett lågt pris, se stycke *2.7 Material- och tillverkningsmetoder*.

Det beskrevs vidare att Seldén inte har några direkta kännetecken för sina produkter. Det händer att avtal finns mellan företag och kund men att det sällan uppfylls där orsaken beskrevs att ofta grundas i segelmakares bristande framförhållning.

2.5.5 Slutsats intervjuer

De krav och önskemål som ansågs ha belysts extra under intervjuerna sammanställdes i form av en punktlista:

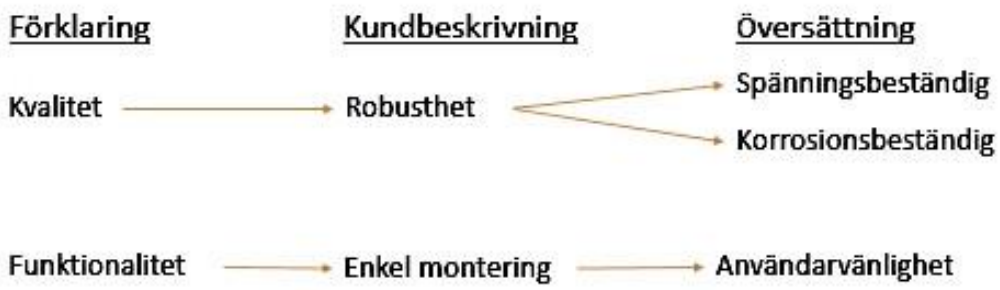
- En billig produkt är mer attraktiv hos kund än funktionalitet och kvalitét.
- Robusthet var av hög prioritet för att klara de krafter som beslaget kommer att utsättas för.
- Anpassningsmöjlighet bör finnas för olika lattprofiler och dimensioner.
- Livslängd ska minst vara 15 år.
- Lucka bör ej vara helt löstagbar.
- Muttrar bör undvikas.
- Luckas infästning bör inte vara centrerad där kraft uppstår för att fördela kraften.
- Nytänkande lösningar underlättar marknadsföringen av produkten.
- Spänning av latta bör ske i linje med lattans kraftriktning.
- Montören är den användare som har störst interaktion med produkten.
- Slutanvändaren har sällan direkt kontakt med beslaget, men är den enda användaren som justerar spänningen.
- Montörens och slutanvändarens typer av interaktioner är lika, även om frekvensen av interaktioner skiljer stort. Om användarvänligheten av en funktion förbättras gynnas därför båda parter.
- Av utvecklingsområdena används lattfäste oftast av slutanvändaren följt av spänne och minst segelfäste.

En koppling som gjorts utefter vad som belysts vid intervjuerna var att segelmakaren värdesätter en anpassningsbarhet till olika lattor högt samt att nytänkande och unika egenskaper önskades men där kunden högst värderar ett lågt pris. En frågeställning som därför uppstod var:

- Kan unika och nytänkande lösningar tas fram till en låg tillverkningskostnad?

Svaret till frågeställningen beslöts för att tas vidare till konceptutvecklingsstadiet där noggrannare beslut bedömdes kunna tas kring produktionskostnader. När ett koncept väljs är oftast tillverkningskostnaden en av de mest avgörande bedömningsgrunderna, fast än dessa är extremt ungefärliga (Ulrich och Eppinger, 2012). Detta när koncept fått en utformning nära slutresultatet med fastställda tillverkningsmetoder och ett slutligt materialval.

Utöver ett lågt pris beskrevs även av marknadsavdelningen att kunden värdesätter en god kvalitet och funktionalitet högt. Förtydliganden av dessa kunde göras av hur kunden upplevts beskriva områdena från intervjuerna och därav få klarhet i hur dessa kunde uppfyllas, se Figur 20. Kvalitet översattes till robusthet vilket kunde brytas ned ytterligare till spänningsbeständighet och korrosionsbeständighet. Ett förverkligande av dessa bedömdes ytterligare att kunna uppfylla en god livslängd av beslaget. Funktionalitet översattes till enkel montering och kunde uppfyllas genom att se till användarvänlighet. Detta genom att se till de önskemål som specificerats angående monteringen. Konklusionen var alltså att om dessa aspekter kunde uppfyllas skulle beslaget i kunds ögon även uppfylla dessa värdesättningar.

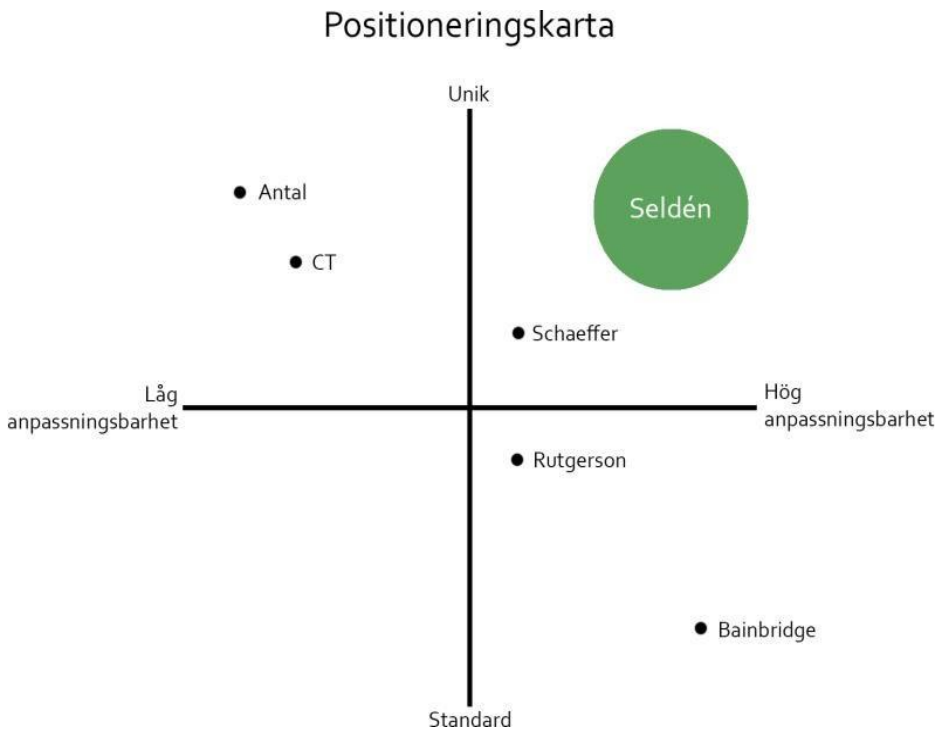


Figur 20: Förtydligande av Robusthet, Kvalitet och Funktionalitet.

Vidare antas att enligt enkätundersökningen har föregående beslag på marknaden generellt varit väl fungerande varför slutanvändare ytterst sällan behövt komma i kontakt med produkten, om överhuvudtaget. Slutsatsen dras därför att även resultatet i detta projekt bör vara en väl fungerande komponent med små risker till fel. Av den anledningen ansågs en FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) vara nödvändig innan en konstruktionsfas påbörjades för att kunna motverka risker till fel, se stycke *4.3.10 FMEA*.

2.6 Marknadspositionering

För de givna önskemålen av kund och marknadsavdelningen om ett anpassningsbart beslag till lattor med unika funktioner och lösningar, undersöktes en positionering på marknaden för dessa egenskaper mot konkurrenterna. Fokus vid en positioneringsstrategi innebär att strukturera företaget på marknaden så att detta uppfattas som annorlunda och bättre än konkurrenterna (Tracy, 2014). Vid en positionering inleds en analys där information om konkurrenternas position fastställs. Det underlättar att välja en position på marknaden som inte redan är upptagen för att kunna vinna konkurrensfördel (Parment, 2015). I fallet för detta projekt gavs önskemålen om beslagets egenskaper av kund och marknadsavdelning, som sedan undersöktes mot den tidigare fakta som erhållits av konkurrensanalysen. En positioneringskarta sammanställdes för att förtydliga beslagets position på marknaden om egenskaperna skulle uppfyllas, se Figur 21.



Figur 21: Positioneringskarta.

Av denna analys framgick det att ingen av de undersökta konkurrenterna hade ett lattbeslag som hamnade både högt på unikt och högt på anpassningsbart, varför det även sågs som en ledig position på marknaden och ett potentiellt mål för utvecklingen. Detta återstod att ta i beaktan vid den kommande idégenereringen.

2.7 Material- och tillverkningsstudie

Materialanalysen inleddes med att undersöka vilka material företaget använde för att utnyttja den data och kunskap som fanns att tillgå. Detta för att reducera kostnader om större volymer kunde köpas in till ett lägre kilopris samt undvika risken vid att använda ett obeprövat material. För materialen var även lämpliga tillverkningsmetoder av intresse med anledning att i slutet av projektet kunna uppskatta en rimlig tillverkningskostnad för slutresultatet med en föreslagen tillverkningsprocess.

Seldén gav ett antal olika komposit och aluminiummaterial som ansågs ha potential att klara de krafter och väderförhållanden som beslaget skulle komma att utsättas för. Företaget önskade även att se något av de givna materialen efter det framtida materialvalet. Detta bedömdes som en säker källa utifrån företagets långa erfarenhet av produktutveckling inom marin miljö. Havsvatten är allmänt känt för att vara den mest korrosiva av naturliga miljöer (Phull, 2010). Därför var det viktigt att kunna försäkra om att materialen var lämpliga för den avsedda miljön. Med kännedom om vilka material som fanns att tillgå kunde en vidare studie göras för de specifika egenskaper materialen hade, såsom sträckgräns, brottgräns och densitet, vilket kan ses i Tabell 2. Datan ansågs vara användbar i framtida syfte där beslaget förväntades simuleras för att se spänningar i de olika materialen. Hållfastheten egenskaperna som bestämmer motståndet mot mekaniskt fel är en av de viktigaste mekaniska egenskaperna för ett konstruktionsmaterial (Qu et al., 2015). Sträckgränsen är den spänning som krävs för att ett metalliskt material ska börja deformeras plastiskt vilket vanligtvis är den högsta spänning som ett material får utsättas för. Den maximala spänning som nås upp till i ett material vid drag kallas brottgränsen. Densitet är materialets täthet vilket innebär massan per volym för ämnet (Nationalencyklopedin, 2016). Nedan följer en beskrivning av de material som gavs.

Tabell 2: Materialdata.

Material	**Namn**	**Sträckgräns [MPa]**	**Brottgräns [MPa]**	**Densitet [g/cm^3]**	**Bearbetning**
Glasfiberarmerad plast(PA66)	Ascend Vydyne R513H	-	75	1,23	Formsprutning
	Ascend Vydyne R533	-	145	1,4	Formsprutning
	Ascend Vydyne R550	-	190	1,58	Formsprutning
Glasfiberarmerad plast(PPA)	EMS Grivory GVN35H	-	140	1,4	Formsprutning, extrudering
	EMS Grivory GVX7H	-	260	1,85	Formsprutning, extrudering
	EMS Grivory GV5H	-	220	1,56	Formsprutning, extrudering
Kolfiberarmerad plast(PPA)	THERMOCOMP RC006	-	266	1,26	Formsprutning
Aluminium Alloy T6	6061	240	260	2,71	Extrudering, svetsning
	6063	170	207	2,68	Extrudering, svetsning
	6005	200	250	2,68	Extrudering, svetsning
	6082	260	310	2,71	Extrudering, svetsning

Aluminium
Som tidigare nämnts har aluminium rekommenderats av kund som ett lämpligt material för sin robusthet. Likaså ansåg Seldén att aluminium var ett bra alternativ där fyra typer av aluminiumlegeringar erhölls inom 6000-serien T6. Aluminiumlegeringen 6000 används ofta vid marina tillämpningar när låg densitet, goda mekaniska egenskaper och resistens mot korrosion önskas (Ezuber et al., 2007). En viktig notis är att direkt kontakt med andra metaller kan leda till galvanisk korrosion (Sapa, 2016).

Fiberarmerad plast
Vidare gavs sju olika fiberarmerade plaster varav sex var glasfiberarmerade och en var kolfiberarmerad. Dessa material har en hög styrka och styvhet vilket ger möjligheten att ha starka produkter med en låg vikt (Movaghar och L'vov, 2012). Dessa material är spröda vilket betyder att sträckgränsen och brottgränsen har ungefär sammavärde vilket är varför endast brottgränsen finns i tabellen. Fiberarmerad plast har goda formningsegenskaper (Björklund et al., 2002) men är även en bra ersättare för metaller då det har en lägre vikt, är resistent mot korrosion och kan reducera tillverkningskostnader då färre tillverkningsmetoder krävs (EMS Grivory, 2014). Därför ansågs även dessa typer av material att vara bra ur kostnadssynpunkt.

Glasfiberarmerad plast har goda hållfasthetsegenskaper som ges av glasfiberns höga dragbrottgräns (Björklund et al., 2002). Materialet är hållbart mot krypning, har en hög styvhet, är vattentåligt, har låg förändring av egenskaper vid fukt samt låg vattenabsorption (Ascendmaterials, 2016). Krypning är långsam deformation av materialet under belastning (Nationalencyklopedin, 2016). En mer betydande kostnadsbesparing ges utav den ökade formbarheten i materialet. Detta möjliggör tillverkning av mer komplexa komponenter som i sin tur gör att exempelvis metallinlägg kan elimineras (EMS Grivory, 2014). Egenskaperna för kolfiberplaster är jämförelsevis likt de glasfiberförstärkta plasterna då det är samma plaster med den enda skillnaden att det är en kolfiberförstärkning istället för glasfiberförstärkning (Sabic, 2016).

Slutsatsen gjordes att ett slutligt val av kompositplaster skulle uppfylla aspekter såsom:
- lägre vikt
- lägre tillverkningskostnad
- och likvärdig sträckgräns som aluminium.

Seldén menade dock att sprickbildning kan bildas i en komposit om denna utsätts för slag under en längre tid följt av en nedsatt hållfasthet. Vidare förklarades att noggrannheten i detaljer kan skilja mellan komponenter vid tillverkning i jämförelse mot aluminium. För dessa givna material gavs även tillverkningsmetoderna som rekommenderades att utvecklingen skulle förhållas till, vilket var:

- fräsning
- formsprutning (Komposit)
- extrudering
- borrning

Vid bearbetning av plaster används metoder likt de som används för metaller. Utgångsmaterialet är ofta i pulverform vilket smälts strax innan formgivningen sker. Flytande form används främst vid framställning av armerade plastprodukter (Björklund et al., 2002). Glasfiberarmerade plaster kan formsprutas då de levereras i pulverform (EMS Grivory, 2014).

3 Restriktioner

Av den information som givits under förstudien sammanställdes de begränsande faktorer som påpekats vara nödvändiga för beslagets utveckling. Kapitlet tar upp begränsande dimensioner, kostnadspåverkande faktorer samt framtagandet av de krafter som belysts att konstruktionen skulle anpassas efter.

3.1 Begränsande dimensioner

Följande dimensioner fastställdes av förstudien:

- M10 för travargänga.
- Maxdimension för rektangulär lattprofil, 25 mm x 14 mm (OS6).
- Maxdimension för rund lattprofil, 16 mm i diameter.
- 40 mm i justeringsintervall för lattans spänning.
- M5 på gängdimension för skruv vilket av Seldén beskrevs som standarddimension vid ett senare skede av projektet.
- Bör ha gänggångar på minst 13 mm för att passa olika segeldukstjocklekar. Även detta önskemål uppkom senare projektet.
- En slutvikt på eller under 400 gram skulle ge en vikt likt konkurrenterna. Denna jämförelse gjordes senare i projektet.

3.2 Kostnader

Av de material och tillverkningsmetoder som givits skulle kostnader huvudsakligen baseras utifrån följande aspekter:

- Typ av material (pris)
- Volym av material (materialkostnad)
- Antal standarddelar (legokostnad)
- Antal unika delar (specialtillverkade delar)
- Typ av tillverkningsmetod
- Specialverktyg för tillverkning
- Antal ställningar för bearbetning (Antal riktningar/vinklar)
- Monteringssvårigheter (monteringstid)
- Plats för tillverkning

En maximalt tillåten kostnad har inte satts upp för det slutliga resultatet. Utvecklingen skulle därför istället sträva efter en låg tillverkningskostnad. En övergripande detaljkostnadsuppskattning görs för kommande framtagna koncept och baseras på några av de nämnda aspekterna ovan, se kapitel *5 Detaljutveckling och konceptval*. Beroende på denna uppskattning skulle en bedömning göras om kostnaden var acceptabel.

3.3 Kraftexperiment

Ett experiment riggades på förslag från kund med hjälp av en latta för att undersöka de fall som tidigare beskrivits då lattan utsätts för kompression, både statiskt och dynamiskt. Målet med testet var att få en uppfattning om hur stor kraften blir som verkar in i beslaget samt hur stor stigning kraften fick vid flexning, vilket beskrivits som den största kraften för beslaget. Detta med latta av den verkliga dimensionen som beslaget skulle komma att anpassas för. En förväntan var även att det uppmätta resultatet skulle bli användbart senare i projektet vid simuleringar med FEM. Det var dock viktigt att en medvetenhet fanns om att kunskap saknades om de yttre påverkande faktorer som spelar in vid ett verkligt fall. Resultatet av experimentet skulle därför inte överensstämma med verkligheten och kunde därför inte tas för sanning.

Figur 22: Kraftexperiment.

Experimentet utfördes med hjälp av en handtruck, två europapallar, två plastlådor, en gummi ring, en våg samt en latta av modell Kayospruce OS4, se Figur 22. Eftersom lattan i experimentet var av något mindre modell och därav hade en mindre dimension än OS6-lattans dimensioner, söktes även kraften som skulle uppstått med denna via handberäkningar. Målet var att mäta upp den maximala kraften som beslaget skulle komma att utsättas för.

Figur 23: Böjd latta under experiment.

Vid experimentet för den statiska kraften spändes lattan vertikalt mot taket genom att höja vågen med handtrucken, se Figur 23. Följden blev att lattan komprimerades mot taket med resultatet av en utböjning på lattan och ett stigande tryck på vågen som motsvarar en noterad maxvikt på 9 kg. Med kännedom om vikten (9 kg) och tyngdacceleration (9,81 m/s^2) räknades kraften ut till ca 88 N enligt formeln, $F = m \cdot a$ (Sundström, 2010). När denna vikt nåddes noterades att maximal utböjning på lattan inte hade uppnåtts, men att vikten på vågen sänktes då lattan utsattes för fortsatt belastning.

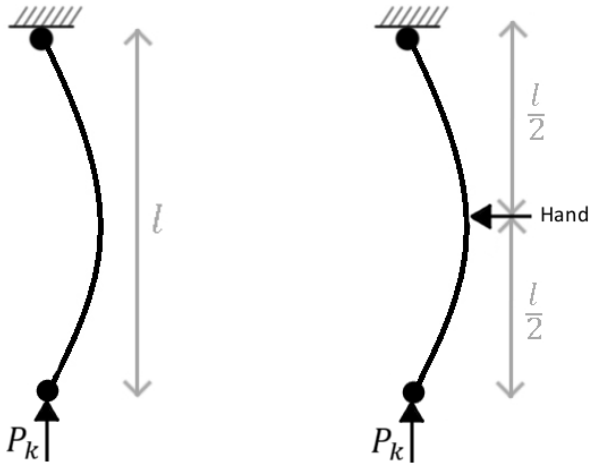
Slutsatsen drogs att vid denna kraft hade lattan uppnått vad som kallas för det första knäckningsfallet. Detta är då materialet uppnår maximal spänning innan knäckning. När belastningen på lattan sedan ökade gavs därför en minskad vikt på vågen då spänningen gick över till knäckning.

Vid extremfallet för dynamisk kraft, flexades lattan över för att simulera den sökta extremkraften. Detta gjordes för att se hur mycket kraften ökade i lattan då kompressionen blev större. Flexningen genomfördes med hjälp av en punktlast (hand) vilket bedömdes att inte helt representera hur kraften verkar i ett segel där kraften ligger längs med lattan. Detta resulterade till att lattan tydligt formades till ett ”s”, se Figur 24. Vikten som vågen visade vid flexning steg då från cirka 9 kg (88 N) till cirka 33 kg (324 N), vilket ungefärligt kan beskrivas som fyra gånger större kraft än erhölls vid det statiska. Detta resultat stämde även överens med den teoretiska härledning som kan ses i Figur 25, vilket gjorde resultatet mer trovärdigt.

Figur 24: Latta flexas över från böjt läge.

Lattan som användes var av modell OS4 vilket är av en mindre modell än den OS6 latta som beslaget beslutats att dimensioneras efter. Därför var även kraften för denna av intresse där en beräkning kunde göras. Till hjälp användes Eulers formel 2 för knäckningsfall:

$P_K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2}$ (Sundström, 2010).



$$P_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2} \longrightarrow P_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(\frac{l}{2})^2} = 4 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2}$$

Figur 25: Härledning av knäckningsfall.

Då typen av lattans glasfiber var okänt och därav E-modul, krävdes en utredning av denna för att göra beräkningen möjlig. Med E-modul menas det elasticitetsvärde som materialet har vilket definierar förhållandet mellan spänning och deformation. Med kännedom om OS4 lattans kraft, dimensioner i längd och profil, kunde E-modulen beräknas till ett värde på cirka 36 GPa, se beräkning i Bilaga 2. Som tidigare nämnts antecknades endast lattprofilers dimensioner som rektangulära, varför även den oktagonala formen för denna latta beräknades som rektangulär. Värdet stämde väl överens med den E-modul som Agarwal, Broutman och Chandrarashekhara (2006) nämner för glasfiber med enkelriktade fibrer vilket därför även antogs vara fallet för detta material. Med detta värde kunde sedan beräkningen för den sökta kraften göras i extremfallet för OS6 lattan vilket gav ett värde på cirka 934 N, se Bilaga 2.

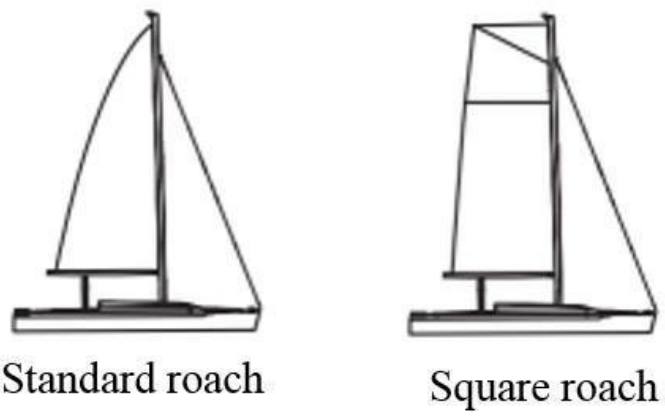
För det fall som belysts som mest problematiskt insågs att detta skulle bli allt för krävande och komplext för att få fram ett resultat. Argumentet var att en sådan uppmätning skulle kräva mer avancerade mätdon än vad som var tillgängligt i detta projekt. För framtida analysering hur luckan skulle klara lastfallet insågs det att de skulle behöva göras godtyckligt. Det ansågs därför vara lämpligt att istället rikta fokus åt de kritiska områden som skulle uppstå på beslaget då kraft appliceras. Seldén ansåg att 1500 N vara ett rimligt värde att dimensionera efter för detta fall.

Vid ett senare skede i projektet lyckades värden tillgås av Seldén för samma dynamiska kraft som undersöktes vid experimentet, där lattan pressas in i beslaget vid flexning. Ett krafttest hade gjorts under segling med en mindre segelbåt (32 fot) samt med en latta av mindre dimensioner. Resultaten från det egna experimentet jämfördes med detta krafttest där det upptäcktes att krafterna från det verkliga fallet blev betydligt större än krafterna från experimentet, trots mindre båt och mindre latta. En mer specifik förklaring gavs av Seldén om varför detta skiljde och vilka parametrar som spelade in. Dessa parametrar var bland annat:

- Större lastutbredning längs med latta
- Lattas längd
- Lattas styvhet
- Seglets styvhet
- Storseglets djup
- Storseglets vindlast
- Rätande moment etc.

Enligt Seldéns statistik skiljer krafterna mellan ett konventionellt storsegel och ett square top-storsegel, se Figur 26. Här beskrevs att analyserad data visar på att den största kraften uppstår då båten *slår*. Detta motsvarar att en kraft från den mest belastade lattan (den översta och kortaste lattan) på:

- Konventionella storsegel: MSL 1,6 till 3,6 kN
- ”Square top” storsegel: MSL 2,2 till 4,9 kN



Figur 26: Standardstorsegel och Square top-storsegel.

Värdena beskrevs av Seldén att gälla enligt MSL (Max in Service Load), vilket beskrevs som maximala kraften som beslaget utsätts för under normal segling i alla typer av förhållanden. Det fastslogs att den maximala kraften som beslaget skulle dimensioneras efter i ”latt-riktningen” var den högsta erhållna kraften 4,9 kN.

3.3.1 Slutsats kraftexperiment

Av resultaten visades en skillnad mellan resultatet från den flexande lattan i experimentet vilket steg till ett värde av cirka 934 N och den största kraften från Seldéns värden på 4900 N. En förståelse gavs därför för hur mycket större krafterna blir då alla parametrar tas med i beräkning. Innan kraftexperimentet påbörjades fanns som nämnts en medvetenhet om att alla aspekter inte var kända, men inte att det var så långt ifrån verkligheten som sedan bevisades. Detta ansågs därför vara en viktig kännedom inför utvecklingen då dimensioneringen av beslagen ansågs behöva vara i överkant för att inte riskera svaga och kritiska områden. Att det mest kritiska fallet bestämdes efter godtyckliga krafter ansågs som högst riskabelt eftersom fallet beskrivs som kritiskt. Slutsatsen av detta blev att en god säkerhetsfaktor skulle krävas för det kritiska område som denna kraft skulle komma att verka på. Detta för risken att den uppskattade kraften var för låg.

3.4 Kravspecifikation

Av all den information som förstudien har givit om önskemål, krav och behov sammanställdes detta i en kravspecifikation, se Tabell 3. Målträdet användes här som bas för att ställa upp informationen i de fem huvudområdena *Robust, Vikt, Tillverkningskostnad, Användning* och *Anpassning*. Kundbehoven är ofta uttryckt som språket av kunderna. Av specifikationerna i en kravspecifikation beskrivs produktens syfte samt vad den ska utföra. Kraven är omformulerade efter kundens behov till tekniska termer (Ulrich och Eppinger, 2012). Kravspecifikationen sammanställdes i syfte att fungera som ett styrdokument under projektet och som en viktig tillgång vid ett senare stadie där olika koncept skulle komma att viktas för att utvinna det som bäst uppfyller detta dokument, se kapitel *4 Konceptgenerering och sållning*.

Tabell 3: Kravspecifikation

Nr.	Krav/Önskemål	Kommentar	Mätvärde	K=Krav Ö=Önskan
1	**Robust**			
1.1	Ska klara kraft i lattas riktning vid flexning	Kraft som verkar i linje med latta.	4,9 kN	K
1.2	Ska klara lattas slagkraft vid flexning	Kraft som uppstår i sidled mot lattas riktning.	1500 N	K
1.3	Ej korrodera av marin miljö	Materialet ska vara resistent mot sjö- och havsvatten samt UV-strålning.	≥ 15 år	K
1.4	Skruvar i rostfritt stål ska ej gängas i aluminium		Ja	Ö
2	**Vikt**			
2.1	Låg vikt		≤ 400 g	Ö
3	**Tillverkningskostnad**			
3.1	Montering ska vara smidig och enkel	Låg komplexitet och lågt antal komponenter.	≤ 4 min	Ö
3.2	Få komponenter	Minska totala antalet komponenter om möjligt.	Ja	Ö
3.3	Ska ha standardmått för skruv	Standardisering för gänga.	M5	Ö
3.4	Anpassas efter givna tillverkningsmetoder	Extrudering, fräsning, borrning och formsprutning.	Ja	Ö
3.5	Materialval efter givna material	Aluminium, kolfiber eller glasfiber.	Ja	Ö
4	**Användning**			
4.1	Latta ska monteras vinkelrätt i beslaget		90° mot seglet	K
4.2	Förbindelse mellan kropp och lucka finns då lucka avlägsnas.		Ja	Ö
4.3	Ska gå att justera spänning av latta	Intervall för spänning av latta.	40 mm	Ö
4.4	Spänning bör kunna justeras ohindrat från mast och segel		90° mot seglet	Ö
4.5	Skala finns för mätning av hur lång sträcka latta är spänd.	För underlättning av justering av lattspänning.	Ja	Ö

4.6	Muttrar bör undvikas		Ja	Ö
5	**Anpassning**			
5.1	Ska passa rektangulär lattprofil		14 mm x 25 mm	K
5.2	Ska passa rund lattprofil		16 mm i diameter	K
5.3	Ska fästas till travare med gänga.		M10	K
5.4	Ska ha långa gänggångar	Vara anpassningsbart till olika segeldukstjocklekar.	13 mm	Ö
5.5	Ska klara vinkling förhållandevis till mast	Vinkeln mellan beslag och mast.	≥ 110 grader	K
5.6	Kan skalas upp för segelbåtar mellan 60 och 80 fot		Ja	Ö
5.7	Maximum glapp för rektangulär- och rund lattprofils maxdimension	Mellan latta och beslagets innerväggar för dimensioner i 1.4 och 1.5.	2 mm	Ö
6	**Övrigt**			
6.1	Unika funktioner	Nytänkande lösningar i förhållande till konkurrenter.	Ja	Ö
6.2	Ej se för stor ut på 45 fots segelbåt	Ska ha en storlek som inte ser oproportionerlig ut. Bedöms av Seldén.	Subjektivt	Ö
6.3	Seldéns logotype finns på beslaget		Ja	Ö

4 Konceptgenerering och sållning

I det här kapitlet presenteras det arbete som gjorts för att ta fram funktionella lösningar baserat på de krav och användarbehov som erhållits under förstudien. En idégenerering kommer att presenteras med skisser till funktionslösningar som sedan sammansvetsas för att nå koncept. En sållning görs mot krav och önskemål för att slutligen stå med koncept redo för vidareutveckling.

4.1 Personas och scenarios

Idégenereringsfasen inleddes med att tre olika personas med tillhörande scenarios skapades. Personas beskriver användaren och målar upp den exakta bilden av vem som använder produkten men även hur den används (Chandler och Unger, 2012). Österlin (2010) beskriver scenarios som en story som byggs upp kring hur personas upplever produkten. Detta gjordes genom att kombinera personligheter med olika erfarenheter av segling och med olika typer av möten med beslaget. Dessa kan skapas efter resultatet av intervjuer (Österlin, 2010). Syftet var att få en bättre förståelse för de olika interaktioner som vardera användargruppen hade med produkten och få en tydligare bild av hur beslagets kunde utvecklas efter dessa. Skapandet baserades därför på resultaten från intervjuerna med segelmakare och från enkätundersökningen med seglarna. Det fungerade på detta vis som en sammanfattning av den givna informationen. De skapade karaktärerna blev segelmakaren och seglingsentusiasten Kenneth, fritidsseglaren Julia och den oerfarne seglaren Leonardo, se Bilaga 3. Seldén beskrev att seglaren i huvudsak utgörs av erfarna seglaren, vilket tolkades som att oerfarna seglare inte borde uteslutas. De tre karaktärerna skapades därför i syfte att se till hela spektrumet av möjliga användare. Då intervjuer inte gjorts med oerfarna seglare baserades Leonardo på antaganden.

4.2 Idégenerering

För att snabbt kunna få fram ett stort antal idéer och lösningar inom de tre utvecklingsområden som satts upp i funktionsanalysen användes skissning som verktyg. Skissning har bevisats vara ett av de mest effektiva sätten för designers att snabbt kunna fastställa problem, utforska idéer och utveckla (Olofsson och Sjölén, 2005). Målet var att försöka nollställa all kunskap som givits om befintliga lösningar för att sedan finna unika och nytänkande lösningar. Tre idégenereringsmetoder användes för att generera fram en stor variation lösningar för respektive utvecklingsområde. Dessa metoder var Brainstorming, Brainwriting och 6-3-5. Vid en Brainstorming eftersträvas ett stort antal idéer kring problemområdet som är vilda och utöver det vanliga (Österlin, 2010) där en grupp personer diskuterar idéer för ett specifikt problem (Baxter, 1999). Brainwriting fungerar som Brainstorming fast där varje person sitter enskilt från varandra och dokumenterar sina idéer. 6-3-5 är en kombination av Brainstorming och Brainwriting där sex personer antecknar tre idéer var under fem minuter (Österlin, 2010). Metoderna gjordes i grupp med personer som var nya i området för att ta ett kliv från de vanliga lösningarna, men även med erfarna personer för att finna mer detaljrika lösningar. Slutligen skissades de tips och idéer upp som erhållits under konkurrentanalysen och intervjuerna. Till hjälp sammanställdes inspirationskollage för ytterligare inspiration, se stycke *4.2.1 Inspirationskollage*.

Intensionen med detta upplägg var att utvinna en maximal vidd av nytänkande idéer men att samtidigt ta till vara på de värdefulla tips och beprövade lösningar som givits under förstudien.

4.2.1 Inspirationskollage

Tre kollage skapades och baserades på de nämnda utvecklingsområdena lattfäste, spänne samt segelfäste, se Figur 27, Figur 28 och Figur 29. Kollagen skapades med bilder på konkurrenters lösningar och lösningar för liknande funktioner inom andra produktområden.

Figur 27: Inspirationskollage för Lattfäste.

Figur 29: Inspirationskollage för Spänne.

Figur 28: Inspirationskollage för Segelfäste.

4.3 Resultat idégenerering

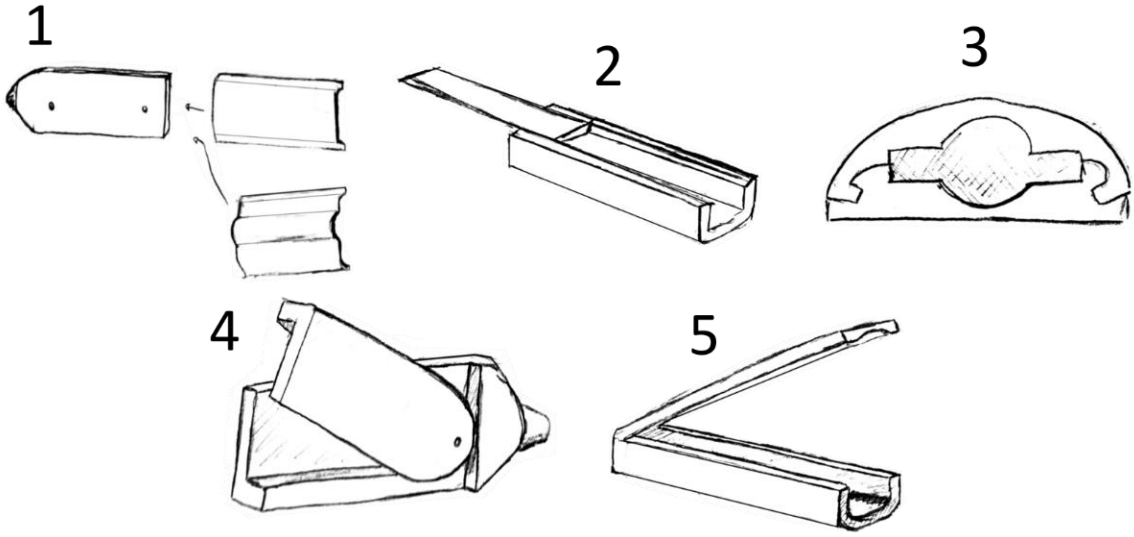
Resultatet av skisserna presenterades slutligen för företaget där beslut gjordes om vilka idéer som var värda att gå vidare med, resultatet av samtliga skisser inom utvecklingsområdena kan ses i Bilaga 4. Här diskuterades möjligheter till vidareutveckling för skisserna inom varje utvecklingsområde sett till potentialen att uppfylla robusthet, givna tillverknings- och bearbetningsmetoder, kundbehov samt vad som var unikt på marknaden. Frågor som diskuterades var:

- Vilka utvecklingsmöjligheter finns för att konceptet ska klara kraftriktningarna?
- Vilka koncept är lämpliga utifrån tillverkning- och bearbetningssynpunkt?
- Hur kan idén uppfylla användares önskemål?
- Vilka idéer är unika på marknaden?

Nedan presenteras de skisser som valdes att gå vidare med för respektive utvecklingsområde.

4.3.1 Lattfäste

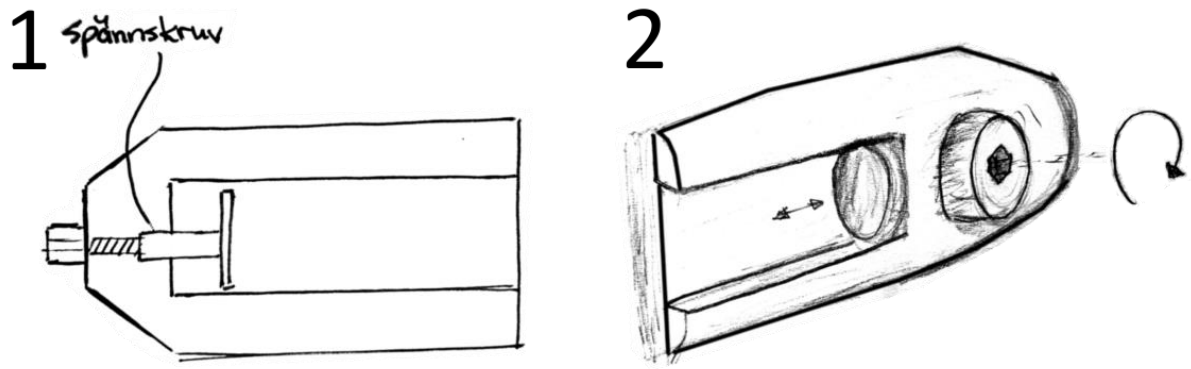
Fem koncept valdes att gå vidare med (se Figur 30) för utvecklingsområdet *Lattfäste* av den totala mängden skisser. Koncept 1 grundas på ett förslag från kund samt existerande lösning. En basplatta anpassas med utbytbara luckor efter olika lattprofiler och dimensioner. Syftet var att detta skulle ge en god anpassningsförmåga efter lattor vilket av kund nämnts som högst önskat. Koncept 2 tas på och av via en skjutfunktion placerad på beslagets sida. Denna idé var tagen från konkurrenters lösningar och ansågs därför vara trygg och beprövad samt ha möjlighet till vidareutveckling på grund av sin enkelhet. Även Koncept 3 är hämtad från konkurrents lösning samt på förslag från kund där luckan är omslutande med fäste på utsidan av beslaget. Lösningen troddes på grund av sin infästning ha en god potential till robusthet. Koncept 4 och 5 ansågs vara unika i sina funktioner där Koncept 4 fäster lattan med en vridande infästning av luckan, medan Koncept 5 har en klassisk funktion som locket på en klassisk ledad lucka.



Figur 30: Skisser för lattfäste.

4.3.2 Spänne

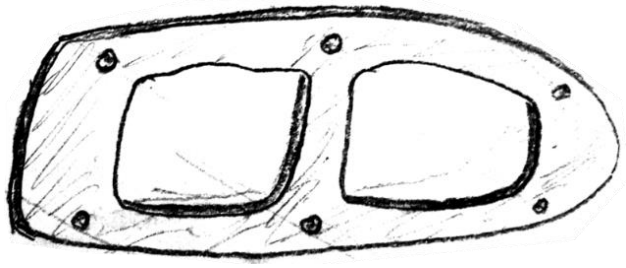
För utvecklingsområdet *Spänne* togs två koncept vidare av den totala mängden idéer och baserades på att spänningen skulle lösas med skruv, se Figur 31. Lösningarna bedömdes dels ha potential att uppfylla behovet om att kunna justera spänningen av lattan ut från seglet, samt att spännskruven till viss del låg i linje med lattans kraftriktning vilket var en stark rekommendation för extra robusthet från segelmakare. Avsikten med denna lösning var att undvika extra hävstångskraft vilket skulle uppstått om skruven legat utanför lattans spännriktning. Koncept 1 ligger helt i lattans spännriktning medans spänningen för Koncept 2 justeras vertikalt mot spännriktningen. Koncept 1 är en välbeprövad lösning av konkurrenter till skillnad från Koncept 2 som var unik. Koncept 1 ansågs därför här vara ett tryggt val medan Koncept 2 var obeprövad och förväntades kräva extra tid för en mer detaljerad lösning.



Figur 31: Skisser för spänne.

4.3.3 Segelfäste

För *Segelfäste* togs endast ett koncept vidare, se Figur 32. Konceptet grundas i den traditionella bakplatta som beskrivs i grupp 1 i konkurrensanalysen. Lösningen baseras på viktbesparing i åtanke med hjälp av urgröpning av material i plattans mitt. Konceptet ansågs därför uppfylla önskemålen om vikt samt att minska antalet lösa delar till skillnad från lösningar som innebar flera komponenter för fästningen till seglet. En vidare utvidgning av koncepten gjordes i en Morfologisk tabell.

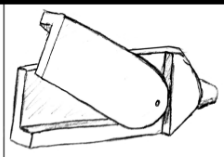
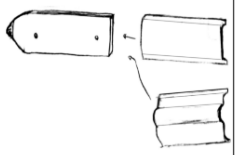
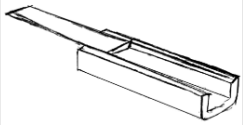
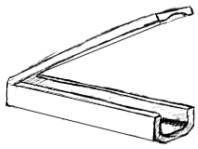
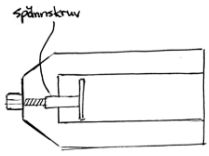
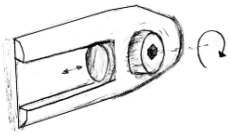


Figur 32: Skiss för segelfäste

4.3.4 Morfologisk tabell

Med koncepten som tagits fram gjordes sedan kombinationer i en Morfologisk tabell mellan funktionsgrupperna *Lattfäste* och *Spänne*, se Tabell 5. En morfologisk tabell används när idégenereringen ser till ett flertal specifika funktioner som ska uppfyllas för att med hjälp av kombinationer skapa ett slutkoncept (Cross, 2008). Metoden valdes därför med anledning att koncept söktes med kombinationer av nytänkande och befintliga lösningar. Dessa kombinationer gjordes genom att en idé från *Lattfäste* kombinerades med en idé från *Segelfäste*, varav *Lattfäste* bestod av fem idéer och *Spänne* av två. En försäkran kunde därför göras om att det maximala antalet kombinationer skulle utfås av tio sammansatta koncept ($2 \cdot 5 = 10$). Funktionsområdet *Segelfäste* togs därför inte med eftersom endast en lösning togs vidare från denna grupp och var automatiskt inkluderad i samtliga kombinationer. Konceptens kombinationer kan ses i Tabell 5 nedan. Med dessa koncept kunde nu processen gå vidare till sållning med avsikt att slutligen stå med koncept för vidareutveckling.

Tabell 5: Morfologisk tabell.

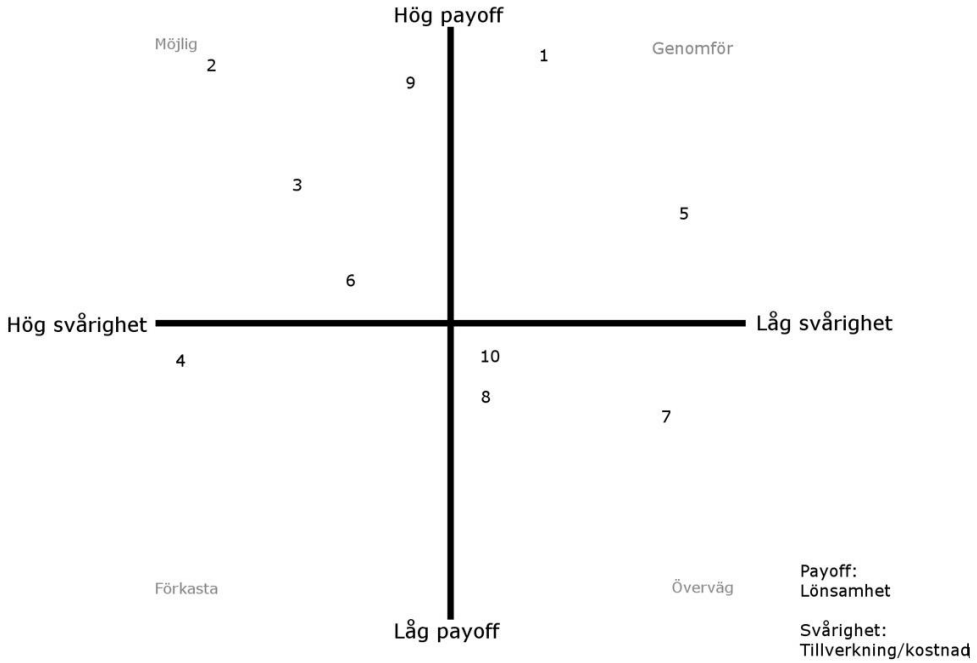
	1	2	3	4	5
Lattfäste					
Spänne					

Tabell 4: Kombinationer från Morfologisk tabell.

Kombinationer		Koncept
Lattfäste	Spänne	
1	1	1
1	2	2
2	1	3
2	2	4
3	1	5
3	2	6
4	1	7
4	2	8
5	1	9
5	2	10

4.3.5 Pick chart

En Pick chart sammanställdes för att väga koncepten mot varandra för att slutligen utfå slutliga koncept, se Figur 33. De tio koncepten ansågs nu kunna ställas mot den tidigare frågan från förstudien; om koncept kan tas fram med unika och nytänkande lösningar med låga tillverkningskostnader? Enligt Ulrich och Eppinger (2012) innebär metoden att koncept utvärderas i om de är värda att gå vidare med, i förhållande till varandra. *PICK* står för Possible (Möjlig), Implement (Genomför), Challenge (Överväg) och Kill (Förkasta) som sätts upp i ett tvåaxligt diagram. Axlarna som ställdes upp var *Payoff* i y-led och *Svårighet* i x-led. Definitionen för *Payoff* var huruvida slutkoncepten var ovanliga i förhållande till konkurrenter. Om konceptet ansågs ha en unik lösning, skulle detta även leda till en bättre lönsamhet då konceptet skulle sticka ut från konkurrenter. Svårighet bedömdes i konceptets komplexitet. Om konceptet bedömdes ha en hög komplexitet uppskattades detta även leda till en mer krävande produktion och därav en ökad tillverkningskostnad.



Figur 33: Pick Chart.

Pick charten diskuterades med Seldén för de koncepten som placerats i rutorna *Möjlig*, *Genomför* och *Överväg* (*Förkasta* diskuterades ej då dessa bedömdes ha för hög svårighet eller låg Payoff). För de koncept som innehöll en kombination av Spännskruv 2 från *4.3.2 Spänne,* bedömdes bli allt för komplexa och tidskrävande följt av en hög tillverkningskostnad. Dessa kombinationer ansågs därför inte vara lämpliga att gå vidare med. Koncept 1 och 5 hade båda kombinationer med Spännskruv 1 samt segelfästet i *4.3.3 Segelfäste*. Spännskruven som grundades i konkurrenters lösningar och betraktades ha en låg svårighet liksom segelfästet, skulle således ge en låg tillverkningskostnad. Skillnaden mellan koncepten var istället bedömningen av lönsamheten och svårigheten för konceptens olika lattfästen. Koncept 1 kan ses högt placerad på Payoff-axeln med sitt unika Lattfäste 4 och Koncept 5 på en något lägre placering med det något ovanliga men existerande Lattfäste 3, baserat på konkurrenters och kunds lösning ur *4.3.1 Lattfäste.* Med detta medföljde en teori om en lägre svårighet för Koncept 5 vilket placerade konceptet på en position till höger i diagrammet med en mindre krävande tillverkningsprocess. Detta för att luckan till Lattfäste 3 endast hade en enkel profil och var separat till beslaget till skillnad från luckan för Lattfäste 4 som skulle kräva en extra montering till kroppen på grund av sin vridfunktion. Denna lucka hade även en mer krävande form och vilket skulle leda till en mer krävande tillverkningsprocess. Med de två koncepten betraktades alltså att två typer av karaktärsdrag hade erhållits, Koncept 1 som var unikt och Koncept 5 som var mer beprövat och tryggt. Koncepten värderades således ha störst möjligheter till att kunna uppfylla frågeställningen ovan.

För svar på tidigare nämnda frågeställning bedömdes dock att en mer detaljerad utveckling av koncepten vara nödvändig då dessa antaganden var subjektiva och grundades på antaganden. Beslut togs därav om att gå vidare med dessa till en vidareutveckling. Argument behövdes därför för vilket koncept som var mest relevant utifrån de behov och önskemål som satts upp med syfte att ge starkare grunder för

valet av slutligt koncept. En mer överskådlig blick fordrades därför i konceptens för- och nackdelar samt hur dessa stod mot varandra i förhållande till de uppsatta behoven och önskemålen. En Concept screening gjordes därför för att bilda denna överblick och för att få en bättre förståelse för vad det fortsatta arbetet behövde se närmare till, se stycke *4.3.9 Concept screening*. För koncepteten gjordes tidiga funktionsmodeller i CAD (Computer Aided Design) som grund för vidareutvecklingen, se Figur 34 och Figur 35. För underlättning byter här Koncept 1 benämning till Koncept A och Koncept 5 till Koncept B.

4.3.6 Koncept A

På grund av sitt unika lattfäste med vridfunktion förväntades även detta koncept att bli det mest konstruktionsmässigt utmanande och tidskrävande av de två koncepten. Särskilda problem som skulle kräva lösningar var:

- Anpassa efter rund latta, eftersom luckan vrids på från sidan. Den runda lattprofilens maxdiameter var 16 millimeter mot den rektangulära lattprofilens maxbredd på 14 millimeter. Detta vid anpassning av luckan till den rektangulära bredden då detta utrymme inte skulle överskrida önskemålet om två millimeters glapp.
- Låsfunktion av lucka. En lösning skulle krävas för att motverka att luckan oönskat öppnas.
- Långa skruvgångar i kroppen för segelfästet då beslagets ena sida saknade tillräckligt med material för att placera dessa i.

Figur 34: Koncept A

En utmärkande fördel med konceptet var att luckan var fixerad till kroppen vilket uppfyllde kundönskemålet om en icke löstagbar lucka, samt ansågs kunna underlätta slutning av luckan då tappar automatiskt placeras i spåren på kroppen.

4.3.7 Koncept B

Konceptet sågs som ett säkert och tryggt alternativ till Koncept A, med anledning att samtliga lösningar existerade och var beprövade vilket minskade risker kring utveckling och tillverkning. Seldén förklarade därför att tvivel inte fanns om produkten skulle gå att tillverka eller inte, utan att ge mer utrymme för utveckling åt koncept A. Luckan tog dock ett steg från kundönskemålet om en icke löstagbar lucka, vilket här krävde vidare lösning. Även här krävdes en sökning efter låsning av luckan och anpassning till rund lattprofil.

Figur 35: Koncept B

4.3.8 DFMA

Då en låg kostnad beskrivits som en viktig aspekt för det slutliga resultatet, var detta även av stor vikt att se till under hela utvecklingsfasen. De slutliga koncepten arbetades därför från tidigt stadie i utvecklingsprocessen mot en tillverknings- och monteringsanpassad konstruktion med syfte att få ut en låg tillverkningskostnad. En ständig eftertanke fanns därför om att utformningen av konceptens komponenter anpassades till de tillverkningsmetoder som rekommenderats av företaget samt till en underlättad montering. Till hjälp användes en kontinuerlig återspegling till DFMA (Design for Manufacturing and Assembly) vilket kan brytas ned i metoderna DFM och DFA. DFM (Design For Manufacturing) är en metod som direkt handlar om att sänka tillverkningskostnader och används under hela utvecklingsprocessen. DFA (Design For Assembly) är en monteringsanpassad metod som ingår i DFM och innebär en minimering av monteringskostnader. Användandet av DFA leder ofta till ett minskat antal delar samt att tillverkningssvårigheter minskas (Ulrich och Eppinger, 2012).

4.3.9 Concept screening

En Concept screening gjordes för att få en överskådlig blick över de olika för- och nackdelarna för koncepten, samt få klarhet i vilka områden den fortsatta utvecklingen behövde se närmare till, se Tabell 6. Områdena som undersöktes var de uppsatta målen från målträdet *Robust, Låg vikt, Låg tillverkningskostnad, Användarvänlig* och *Anpassad.* Ett ytterligare område som lades till i tabellen var *Nytänkande* då detta även kommit upp som en ytterligare aspekt att se till. Avsikten var att slutligen stå med mer detaljerad information för områdena med säkrare fakta och därav underlätta valet av slutligt koncept. En Concept screening görs för att få en bättre uppfattning om hur ett flertal koncept står mot uppsatta kriterier och jämförs mot ett valt referenskoncept. Koncepten bedöms mot det jämförande konceptet i om dessa uppfyller kriteriet bättre (+), likvärdigt (0) eller sämre (-) (Cross, 2008). Vid utförandet av denna Concept screening jämfördes endast två koncept varför även bedömningen gjordes med varandra som referens. Eftersom koncepten därför inte följde ett och samma referenskoncept översattes betygsystemet istället till om konceptet uppfyllde kriterier bättre(+), okej men uppfyller lite sämre(0) eller sämre(-) än det andra konceptet. Därför togs endast kriterier med där utfallen skiljde mellan koncepten. Detta ansågs kunna ge en tydligare blick av hur stort koncepten bedömdes skilja från varandra i de olika områdena trots osäkra grunder. Ett koncept sattes därför inte upp som referens med enbart nollor, eftersom de positiva och negativa egenskaperna för detta koncept då inte tycktes lyftas fram lika detaljerat.

Koncepten ansågs inte vara tillräckligt utvecklade på många områden för att vikta mot kravspecifikationen. Valet gjordes därför att en mer övergripande bedömning var lämpligt i det här stadiet. Underkategorierna för de uppställda områdena från målträdet användes därför istället som kriterier och blev på så vis mer övergripande och lättare att vikta mot. Eftersom kravspecifikationen tagits fram med målträdet som bas ansågs koncepten således även indirekt ställas mot denna. För de krav och önskemål som koncepten däremot ansågs kunna viktas mot, sattes dessa in i underkategorin som översättning.

Krav tas vanligtvis inte med som kriterier i en Concept screening då dessa ska vara uppfyllda till skillnad från önskemål som kan variera. Här togs både krav och önskemål med då vissa krav bedömdes vara nödvändiga att se noggrannare till då en uppfattning fanns om att det kunde skilja i hur väl koncepten uppfyllde dessa. Ett exempel är hur koncepten bedömdes klara de lastfall som beskrivits och som också var ett krav att uppfylla. Området *Robusthet* beskrevs därför av en sammansättning av krav 1.1 (Ska klara lattas kraft) och 1.2 (Ska klara lattas slagkraft) samt översattes med underkategorin *Stark konstruktion* som kriterie. Som tidigare beskrivits ansågs även en *Robusthet* att kunna uppfyllas genom att se till korrosionsbeständighet, men togs inte med då material inte var bestämt i detta stadie. Ett ytterligare krav som valdes att tas med var hur väl koncepten uppfyllde anpassning efter olika lattdimensioner. Beslutet togs då skillnader upplevdes föreligga mellan koncepten där Koncept A som nämnts förväntats bli mer utmanande att anpassa efter rund lattprofil. För området *Tillverkningskostnader* användes kriterierna *Volym material*, för att få en uppfattning om vilken materialåtgång koncepten uppskattades ha för att på så vis bli medveten om materialkostnaden, *Enkel montering* som såg till antalet komponenter som skulle monteras samman och därav ha en inverkan på tillverkningskostnaden, samt *Få komponenter* som skulle leda till tillverkningskostnad ur verktygs- och maskinkostnadsperspektiv. För området *Användning* valdes kriterierna *Få lösa komponenter,* då slutanvändaren tyckte det var besvärligt med lösa komponenter på beslaget samt även här *Enkel montering*, som såg till slutanvändarens olika monteringsuppgifter.

Tabell 6: Concept screening.

Krav/Önskemål	Koncept A	Koncept B	Kommentar
Robust			
Stark konstruktion	0	+	B robustare med omslutande lucka.
Vikt			
Låg vikt	0	+	Koncept B robust med låg vikt
Tillverkningskostnad			
Volym material	-	+	Koncept A får överdimensionerade väggar vid strävan efter symmetri sett till DFA.
Enkel montering	0	+	Lucka A kräver extra montering till kropp.
Få komponenter	0	+	Lucka A behöver ett extra fästelement för fäste till kropp.
Användning			
Få lösa komponenter	+	-	Lucka B är helt löstagbar från kropp.
Enkel montering	+	0	Lucka A är lättare att fästa till kropp.
Anpassning			
Passa olika lattprofiler	0	+	B lättare att anpassa efter rund latta.
Långa gänggångar	0	+	Koncept B är bättre anpassad för långa gänggångar och olika segeltjocklekar.
Nytänkande			
Nya lösningar på marknaden	+	0	Koncept A har en unik luckfunktion på marknaden.

Antal +	3	7
Antal 0	6	2
Antal -	1	1
Netto poäng	**2**	**6**
Rank	2	1

Från resultatet av Concept screening kunde slutsatsen göras att Koncept B klart uppfyllde de uppsatta kriterierna bäst. Bedömningen ansågs dock fortfarande ha gjorts på allt för osäkra grunder men gav en insikt i vad som krävdes av det fortsatta arbetet för att stärka dessa. Av metoden lyftes därför områden fram där poängsättningen upplevdes ha gjorts på dessa osäkra grunder. Dessa områden var framförallt hur koncepten stod mot robusthet och tillverkningskostnader. Med robusthet menades hur koncepten klarade de belastningsfall som lyfts fram under projektet samt vilken korrosionsbeständighet ett givet material hade. För tillverkningskostnad innebar en mer detaljerad insikt om komponenters vikt för materialkostnader, pris för material samt tillverkningsmetoder. Därför var en mer djupgående utforskning för dessa områden högt prioriterat för det fortsatta arbetet, vilket därför behövde se till:

1. En vidareutveckling av koncepten för att kunna utfå spänningar och kostnadsberäkningar som är nära slut resultatet.
2. Vilka material som bäst klarade de givna lastfallen samt se till pris, låg vikt och korrosionsbeständighet för de specifika materialen.
3. Göra materialval och därav fastställa tillverkningsmetoder följt av uppskattning av tillverkningskostnader.
4. Beslut om slutkoncept då säkrare fakta utfåtts genom en mer detaljerad jämförelse med en Concept scoring.

En första målsättning vid detta stadie var därför att nå en detaljerad utformning av koncepten för att kunna utföra hållfasthetsberäkningar via FEM, samt att finna lösningar till att lösa kundönskemålen som koncepten tagit avstånd från. Detta med avsikt att utfå resultat så nära den verkliga slutprodukten som möjligt. Inför det fortsatta utvecklingsarbetet gjordes en FMEA för att bli medvetna om tänkbara risker till fel hos beslaget för att redan vid konstruktionsstadiet kunna förebygga dessa. Hur detta genomförts kan ses i nästkommande stycke.

4.3.10 FMEA

För att få bättre insikt om vilka risker som fanns, se innebörden av dem och hur dessa skulle prioriteras, gjordes en FMEA. Vid en FMEA analyseras och identifieras potentiella eller kända fel för att motverka att dessa inträffar innan produktionen äger rum (Stamatis, 2003). Felen ställs här upp mot frekvens, konsekvens och upptäcks i en betygsskala om exempelvis ett till fem. Med det menas hur ofta felet uppskattas inträffa, hur stora följder det förväntas få om det inträffar samt hur svårt det är att förutspå att felet kommer att inträffa. Betygen multipliceras och ut fås ett RPN-värde (Risk Priority

Number), vilket beskriver hur felet bör prioriteras. I skapandet av FMEA togs många av de risker upp som belysts under projektets gång, se Tabell 7. Syftet var att få förståelse för de fel som kan uppstå vid användning och tillverkning. Risker som upplevdes ha belysts extra under förstudien och som önskats ta extra åtgärder kring var att lucka kan lossna från beslaget, korrosion kan uppstå i aluminium vid kontakt med kolsegel samt att gängor i skruvgångar kan nötas ut om dessa är i komposit. Målet var här att få en överblick av dessa kända problems innebörd, men även att upptäcka risker som varit i ovisshet. Skalan för de olika riskerna sattes från 1 till 5. För de högst rankade riskerna planerades att ta extra åtgärder, medan de lägre rankade togs med en viss reservation. Definitionen av betygens innebörd kan ses i Bilaga 5.

Tabell 7: FMEA.

Komponent/ Egenskap	Felsätt	Effekt av fel	Orsak till fel	Frekvens	Konsekvens	Upptäcks	RPN	Rekommenderad åtgärd
Lattfäste	Latta passar ej i kropp	Latta går ej att montera till beslag	För låga toleranser på dimensioner	1	5	1	5	Högre tolerans på dimensioner.
Skruvgång	Utnötta gängor	Beslag lossnar från seglet	Gängor i komposit	2	4	4	32	Gängor i aluminium, helicoil.
		Försämrat fäste till segel		3	2	4	24	Gängor i aluminium, helicoil.
	Beslag ej anpassningsbart till olika segeltjocklekar	Går ej att fästa till segel	För korta skruvar	2	2	1	4	Förlänga skruvar.
			För korta skruvgångar	2	5	2	20	Förlänga skruvgångar.
Bakplatta	Spricker	Försämrat fäste till segel	Tunn godstjocklek	2	2	3	12	Grövre godstjocklek.
Spännskruv	Plasticeras	Försvårad användning	Stor kraft när lattan flexar Lattan spänns upp	3	4	3	36	Undvika hävarm mellan spännskruv och lattan. Större diameter på skruv. Högre sträck/brottgräns i material.
	Knäcks	Tappar huvudfunktion		2	5	4	40	
Travarfäste	Knäcks	Beslag lossnar från travare	Stor kraft från travare	1	4	4	16	Placera i linje med lattas spännriktning. Öka godstjocklek runt travarfäste.
	Utnötta gängor		Gängor i komposit	2	4	3	24	Gänggångar i aluminium, helicoil.
Skruvar	Knäcks	Förlorar fästning	Korrosion	2	4	3	24	Titanskruv, Legering.
			Stor kraft på skruv	2	4	4	32	Större skruvdiameter.
Material	Aluminium korroderar	Försämrad hållfasthetsegenskap	Kol i segel	3	4	2	24	Annat material mellan seglet och beslaget.
			Saltvatten och sol	2	4	1	8	Ytbehandling.
	Komposit korroderar		Saltvatten och sol	2	4	1	8	Ytbehandling.
Lucka	Passar inte med kropp	Går inte att fästa till beslaget	Lucka har deformerats	2	5	3	30	Starkare konstruktion.
			Fel dimensioner till tillverkare	1	5	1	5	Kontrollera toleranser.
			Tillverkaren har stora toleranser	3	5	3	45	Anpassa efter tillverkares toleranser.
	Lossnar från kropp	Latta lossnar från beslag	Stor kraft när latta flexar	3	5	3	45	Större dimension på tappar. Lucka ej centrerad över latta

Av resultatet kan ses att de högsta riskerna kommer med följd av stora konsekvenser. Gemensamt för samtliga risker som direkt kan leda till att beslaget tappar sin huvudfunktion blev de övervägande riskerna. Detta gäller alltså även för risker med ett lägre slutvärde men där en låg frekvens eller att en lätt upptäckt givit det lägre slutvärdet. För övrigt kan ses att samtliga risker fått frekvensen av att inträffa som obefintlig till medelstor. Detta antas bero på att risker som belysts under projektet kan få allvarliga följder men att fel generellt sällan inträffar då produkten som nämnts förväntas vara en problemfri komponent i seglet. För luckan kan ses att samtliga konsekvenser blev extremt allvarliga. Högst värden fick ”fel från tillverkare” samt ”kraft från latta”. Orsaken är att dessa anses kunna inträffa med en relativt stor risk eller med en medelsvår chans till att förutse. Att värdena slutar som högst av samtliga risker upplevs som rimligt då felet leder till att luckan inte är intakt till beslaget med följd av att lattan förlorar sin position. Därav skulle beslaget tappa sin huvudfunktion. Korrosion resulterade i en av de lägre riskerna då det ansågs finnas goda förkunskaper samt väl beprövade material inom företaget. Dock fick här aluminium något högre värden än komposit då galvanisk korrosion med kolsegel sågs som en extra riskfaktor med följd av en högre frekvens. ”Utnötta gängor” slutade med ett medelhögt slutvärde och det näst högsta konsekvensvärdet. Här ansågs istället att frekvensen av ett försämrat fäste till seglet var relativt hög men där ett helt förlorat fäste var en liten risk. Gemensamt är att båda incidenterna ansågs vara mycket svåra att förutspå innan det inträffar, varför detta skulle kräva en större översikt med åtgärder.

Risker som uppdagats av metoden är travarfästet som likt andra gänggångar bedömdes löpa en risk för att nötas ut vid valet av ett kompositmaterial. Dock fick denna risk ett betydligt mindre värde då dimensionen för gängan förväntades vara av betydligt grövre modell. Här ansågs även enklare åtgärder kunna tas till som en insatsgänga. Spännskruven fick högre värden än förväntat. Anledningen var att konsekvenser av en hög belastning skulle kunna leda till en plasticering eller knäckning av spännskruven. Frekvensen för plasticering ansågs ha en större chans till att inträffa fast där konsekvensen av en knäckning skulle leda till att produkten förlorade sin huvudfunktion, samt att detta skulle vara svårare att förutse.

En slutsats som dras av de höga konsekvenserna är då huvudfunktionen förloras vilket även stämmer överens med produktens enkelhet. Detta eftersom huvudfunktionen är i stort behov av samtliga komponenters funktionalitet för att uppfylla sitt funktionssyfte. Viktigt att skilja på var om risken gällde fel vid konstruktion eller användning. Om risken till fel gällde konstruktion ansågs detta att till vis mån gå att förutse innan det inträdde. Då beslaget däremot sällan används vid direkt kontakt på en segelbåt ansågs därför ett flertal risker vara svåra att förutsäga innan felet uppstod.

5 Detaljutveckling och konceptval

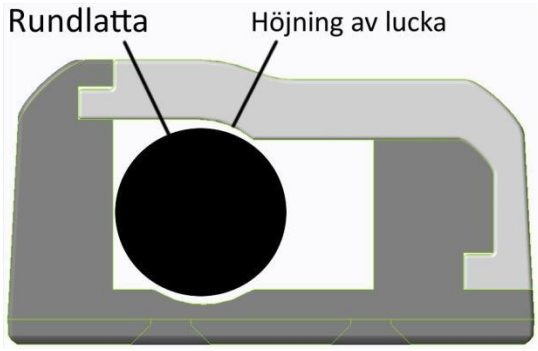
Vid inledningen av detaljutvecklingen av koncepten gavs ett antal riktlinjer av Seldén. Ett var att följa de tillverknings- och bearbetningsmetoder som givits. Ett annat var att följa vissa designdrag som av Seldén beskrevs kännetecknа deras produkter. Som exempel togs ett av företagets block för att tydligare visa på dessa specifika drag och finna en röd tråd med dessa, se Figur 36. De kännetecken som belystes var rundningar på kanterna samt de urholkningar som finns i blocket på ovannämnda figur.

Figur 36: Block för inspiration till designutveckling, hämtad från Seldén Mast AB (2016).

Formgivningen och designen av koncepten gjordes med hjälp av CAD och stödjande skissning, se Figur 37. Lösningar kring att uppfylla de önskemål som nämnts för de tidiga funktionsmodellerna gjordes genom att allt eftersom koncepten tog form följa *Form follows function*. All form gjordes med eftertanke om hur det påverkade tillverkningen och vilka typer av resurser som skulle krävas. Eftersom slutligt material inte var bestämt för koncepten, bortsågs detaljer som extra radier och släppningsvinklar som medföljer beroende på tillverkningsmetod. Radier kan vara svåra att undvika vid exempelvis fräsning då fräsverktyget roterar. Med släppningsvinkel menas att vinklar bör vara några grader ”öppna” mot den riktning som formverktyget släpps mot. Detta för att underlätta borttagningen av formverktyget. Åtgärden görs vid formsprutning av kompositer. Under detaljutvecklingen i CAD eftersträvades produktens troliga slutdimensioner för att slutligen stå med två modeller redo för FEM simuleringar samt för beställning av prototyper. Denna strävan gjordes efter de begränsande dimensionerna i stycke *3.1 Begränsande dimensioner,* samt efter vad som beskrevs som utveckling efter sunt förnuft av företaget. Med sunt förnuft menades att godstjocklek inte fick underskrida två millimeter då en sådan dimensionering skulle bli allt för skör. Följande beskrivs de lösningar som gjorts på koncepten under detaljutvecklingen.

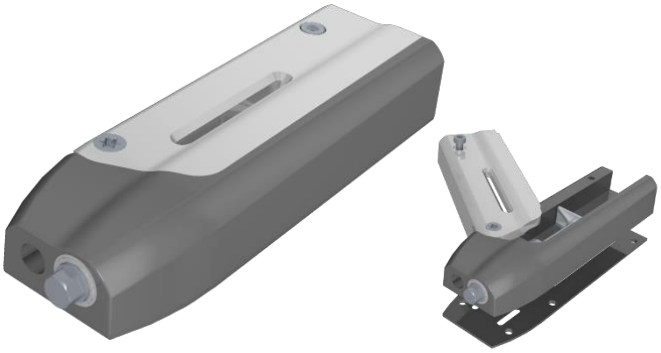
Figur 37: Skissning som hjälpmedel till CAD.

För Koncept A har en vägg konstruerats vilket löser två av de tidigare nämnda problemen som följde med den tidiga funktionsmodellen, se kroppens högra vägg i Figur 38. Problemen som löstes var de långa gänggångar för fäste till segel samt låsning av luckan. De långa gänggångarna kunde här placeras längs med beslagets kropp med totalt sex hål uppdelat i två rader på vardera långsidan. När



Figur 38: Koncept A i profil med kropp (mörkgrå) och lucka (ljusgrå).

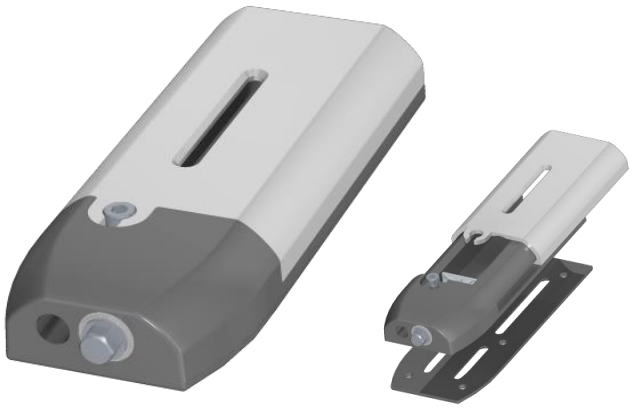
antalet hål fastställdes gjordes en undersökning om vad som var vanligast hos konkurrenter samt med bedömning i samverkan med Seldén. Låsning av luckan löstes med rostfri skruv vilket fästes i luckans bakre del med skruvgång ned i denna vägg. En medvetenhet fanns om att detta skulle gå emot önskemålet 1.4 (Skruvar i rostfritt stål ska ej gängas i aluminium) från kravspecifikationen, varför åtgärder skulle behöva tas om materialvalet för kroppen skulle bli aluminium. Anpassning förbättrades även efter rund lattprofil. Detta med en förhöjning av luckan över den runda lattans position i beslaget för att möjliggöra stängning där luckans undre kant var högre än lattans diameter. Positionen av lattan placerades mot ett av lattfästets innerväggar med syfte att få extra stöd. Detaljutvecklingen för Koncept A kan ses i Figur 39 nedan.



Figur 39: Resultat av detaljutveckling för Koncept

Ett resultat av DFA är att bakplattan gjorts symmetrisk för båda koncepten vilket ska underlätta monteringen till kroppen. Symmetrin gör att båda sidor av luckan går att vända mot kroppen med skruvhålen är spegelvända, vilket ska bidra till en smidig och enkel montering.

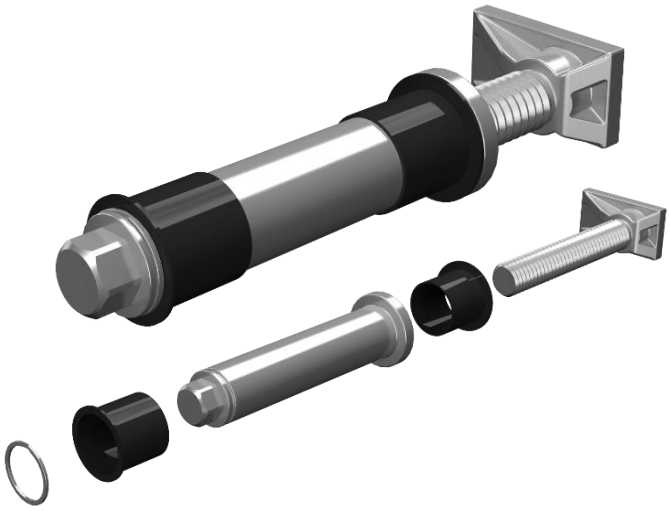
För Koncept B anpassades den runda lattprofilen efter en liknande lösning som för Koncept A där lattans position placerades mot lattfästets inre vägg. Här krävdes dock ingen större lösning i konstruktion mer än rundning invärtes i lucka och botten. Låsningen av luckan gjordes här med en rostfri skruv som fästs i kroppen, se Figur 40. Detta möjliggjorde att underkant på skruvhuvudet endast behövde skruvas upp ovanför luckans överkant vilket lösgjorde luckan. Gällande önskemålet om en icke löstagbar lucka förblev olöst i detta stadie. En lösning skulle därför behöva ses över i kommande utveckling.



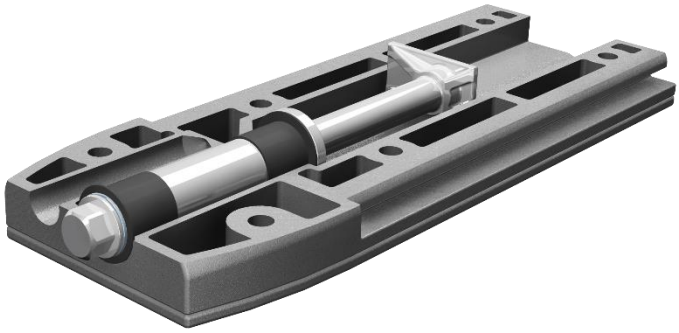
Figur 40: Resultat av detaljutveckling för Koncept B.

5.1 Spännskruv

Utvecklingen av spännskruven gjordes med stor hänsyn till det extremfall som tidigare beskrivits då lattan med en dynamisk kraft verkar in i beslaget. Spännskruven konstruerades i två huvuddelar bestående av en hylsa samt en gängstav med bricka (bracket), båda gjutna i rostfritt stål som rekommenderats av Seldén. Idéarbetet och utvecklingsprocessen gjordes i samverkan med konstruktörer på Seldén. Ytterligare gavs två flänsar och en spårring, se Figur 41. Störst kraft kommer hylsans bakre del att ta upp vilket formats med en krage. Kragen placeras vid montering som stopp med hylsan placerad genom beslagets främre del. Detta ska ge spännskruven stöd då kraft appliceras från lattan. På motsatt sida är en spårring placerad på hylsans framkant för att låsa spännskruven i motsatt riktning. På samma sida av hylsan är en mutter gjuten för att möjliggöra justering av spänningen på lattan, detta även i en vinkelrät riktning mot beslaget och seglet vilket var ett önskemål från seglare. Vid rotering på muttern roterar även den sammanlänkade hylsan vilken är utrustad med en invärtes gänggång. Här fästs gängstaven som då åker fram och tillbaka i lattfästet då hylsan roterar. Kontaktytan mellan hylsan och beslaget sker med två flänsar placerade i vardera ende av hylsan. Detta för att undvika för stor friktion mellan hylsan och hålet vilket här istället får ett visst spelrum. Spännskruven är placerad i linje med den runda lattan och även inom den rektangulära lattans riktning, vilket rekommenderats för att optimalt ta upp kraften från lattan och undvika plasticering och knäckning som upplysts i FMEA. Eftersom den runda lattan ligger placerad mot lattfästets ena vägg, följer även att spännskruven förskjuts från centerlinjen, se Figur 42. Detta möjliggör även att travarfästet kan flyttas in innanför den rektangulära lattprofilens spännriktning.



Figur 41: Spännskruven överst och en sprängskiss av spännskruvens komponenter, från vänster: spårring, fläns, hylsa, fläns och bracket.

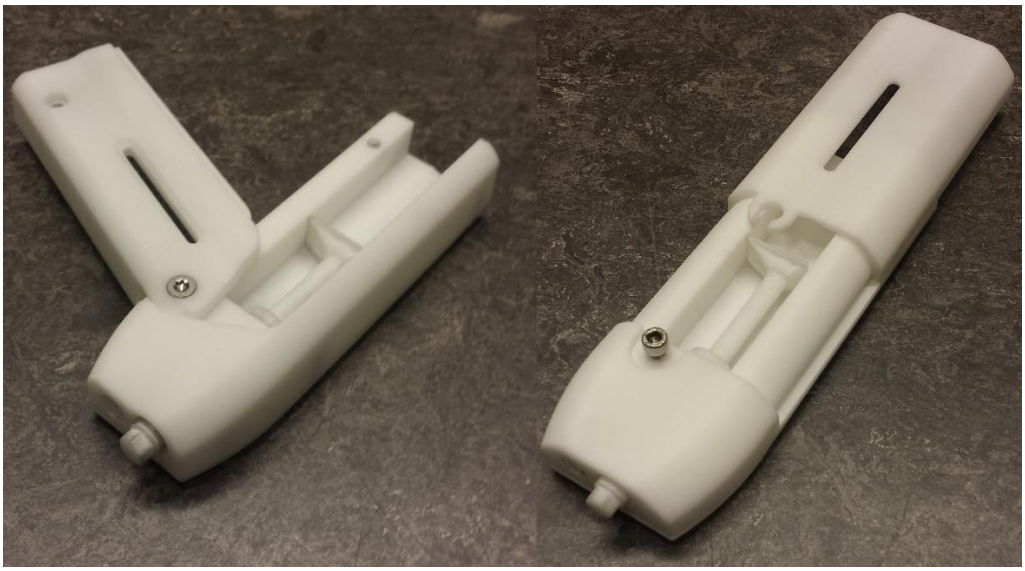


Figur 42: Spännskruvens placering på Koncept B.

Med resultatet av detaljutvecklingen bedömdes koncepten vara redo för FEM simuleringarna, se stycke *5.3 FEM* nedan.

5.2 Prototyper

Av CAD-modellerna beställdes 3D-printade prototyper, se Figur 43. Avsikten var att få en bättre verklighetsuppfattning av modellernas dimensioner och på detta vis se om kritiska områden fanns i konstruktionen som inte skulle gå att upptäcka vid simuleringar. Prototyperna visades för upp för Seldén och kund vilket gav god insikt i vilka dimensioner som var kritiska och behövde ses över ytterligare. Åtgärderna för dessa kritiska områden gjordes inte inför simuleringarna och kostnadsuppskattningarna då beställningen blev fördröjd och tidsbrist gjorde att simuleringsarbetet inte kunde vänta på leveransen. Åtgärder gjordes därför för det slutliga konceptet. Dessa kritiska dimensioner och områden med åtgärder kan ses i stycke *5.7 Vidareutveckling av slutligt koncept.*



Figur 43: Prototyp A och prototyp B.

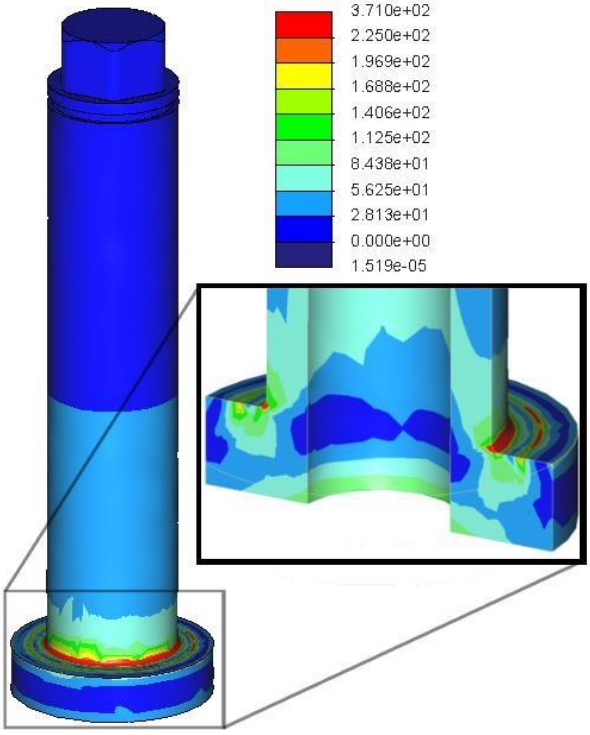
5.3 FEM

För att undersöka i hur de givna materialen klarade de olika lastfallen gjordes simuleringar med hjälp av FEM i Creo Simulate. FEM används för att ta reda på hur spänningar uppstår i en kropp under belastning genom att göra beräkningar av avancerade ekvationer. Beroende på hur kritiskt området är ses i en färgskala i följden blå till röd, där röd visar det mest kritiska området och blå det minst kritiska. I detta projekt användes en studentlicens varför endast en ”lite version” av det fullständiga simuleringsprogrammet var tillgänglig. Skillnaden var att denna version hade stora begränsningar mot den riktiga licensen i form av nivån av komplexa beräkningar. Dock ansågs fallen för simuleringarna kunna göras med linjära och enkla kraftriktningar, varför versionen ändå bedömdes vara tillräcklig. Simuleringarna strävades att efterlikna lastfallen för rektangulär latta, varför anliggningsytor från lattan även gjordes som rektangulära ytor. De komponenter som utsattes för belastning simulerades enskilt med samtliga material för att se vilket material som var bäst lämpat för den specifika komponenten, samt hur komponenten för konceptet klarade belastningen. Därav kunde en bedömning av materialet göras efter hur spänning i komponenten förhöll sig till sträckgräns och vikt.

Vid simuleringarna upptäcktes vad som kallas för singulariteter. Dessa uppstod kring anliggningsytorna mot det applicerade kraftområdet som lokala och ytliga spänningar vilket ofta sågs överstiga materialens sträckgränser. Runt dessa singulariteter sjönk även spänningen drastiskt under sträckgränsen vilket visade på att sträckgränser inte hade uppnåtts djupgående i materialet. Om dessa kritiska områden visats vara mer djupgående hade åtgärder gjorts eftersom detta talat för ett ohållbart material eller konstruktion. Vid simuleringarna begränsades skalan efter materialets sträckgräns för att få en tydligare helhetsbild av de områden där spänningen var mest kritiskt. För de potentiella material som togs vidare från denna analys noterades om materialets sträckgräns inte var överskriden med djupgående spänningar, eller om där fanns en viss marginal. På så vis kunde spänningar erhållas från beslagen med samtliga material samt för vilka material som var rimliga att gå vidare med. Se resultaten av spänningar och vikt för vardera komponenten och material i Bilaga 6.

För spännskruvens konstruktion var, som tidigare nämnts, kragen på hylsan avsedd att ta upp kraften från lattan på 4,9 kN. Därför var även denna del vad som undersöktes vid simuleringen då den ansågs vara mest kritisk. Studentversionen ansågs därför inte vara tillräcklig varför en fullicens användes för att öka antalet element i det kritiska området. Detta för att få en noggrannare analys i spänningsområdet. Med ett ökat antal element menas att upplösningen i området kan ses med en större noggrannhet.

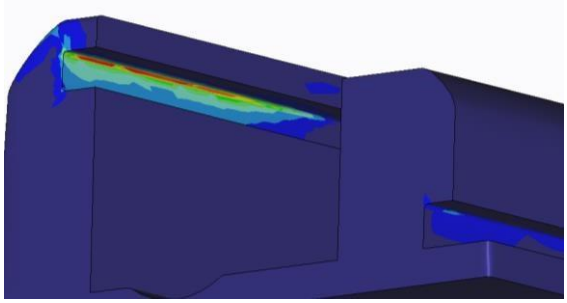
Simuleringen gav även här singulariteter då hylsan belastades, se Figur 44. Spänningar som därför noterades var vad som kan ses djupare i materialet där den uppskattade spänningen uppnådde 140 MPa mot stålets sträckgräns på 170 MPa. Vikten för den totala mängden ihopsatta komponenter uppnådde 34 gram.



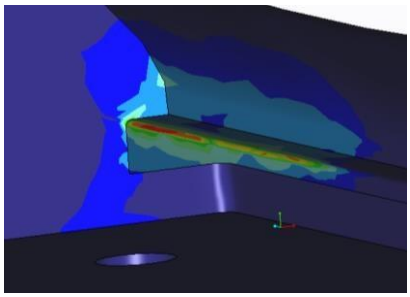
Figur 44: Simulering på hylsa.

Kroppen simulerades i två olika fall. Ett fall där hylsan verkar på kroppen med samma kraft F_H som applicerats på hylsan, samt ett fall där kraften F_V från luckans *tappar* verkar på beslagets luckspår. Samtliga komposit- och aluminiummaterial simulerades på kropparna och luckorna.

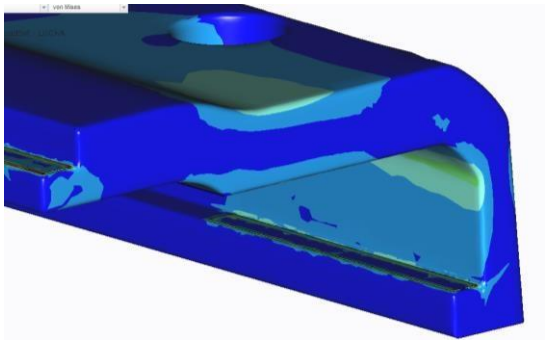
Kraften för F_H lades på som en utbredd last likt en krage för att efterlikna den yta som verkar på beslaget när hylsan belastas. Här gavs liknande resultat för beslagen fast där något högre spänningar uppstod i Koncept B för samtliga material. För F_V som givits till 1500 N, lades på som en utbredd last på luckspårens bak- och överkant med en fjärdedel av den totala längden, se Figur 45 och Figur 46. Meningen var att lägga på kraften där den förmodades uppstå då lattan flexar mot luckans bakre kant. Önskvärt var då att anlägga kraftområdet med en största kraft mot spårens bakre och övre kant som sedan minskade inåt då kraften från lattan antogs vara som störst längst ut på luckan. För denna simulering fanns endast möjlighet till att placera ytor med jämnt utbredd last, varför detta fick accepteras. För Koncept B gavs här mer än en tredjedels lägre spänning än för Koncept A, där Koncept A överskred vissa av materialens sträckgränser samt hade en viss marginal till de starkare alternativen. Detta fall blev även det mest kritiska av de två fallen med spänningar i luckspårets inre överkant, se Figur 45 och Figur 46. För båda fallen erhölls likvärdiga spänningar för både aluminium och komposit, men där vikten var betydligt lägre för komposit. Koncept B hade här en högre vikt än Koncept A.
För simuleringen av luckorna applicerades kraften F_V på samma område och anliggningsytor som antagits vid simuleringen av kroppen. Spänningarna blev här något större för Koncept A än för Koncept B, men med god marginal från samtliga materials sträckgränser. De mest kritiska områdena uppstod här vid luckornas krökningar, se Figur 47 och Figur 48. Även här skiljde sig vikten betydligt likt för kroppen, men där luckan för Koncept A var tyngre än luckan för Koncept B.



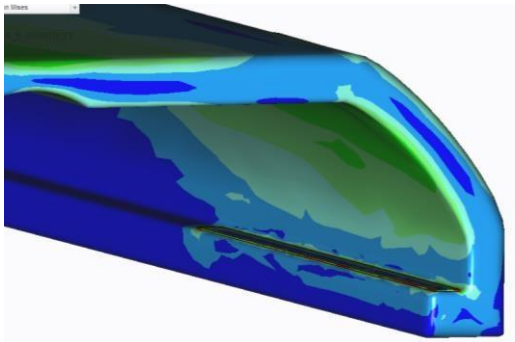
Figur 45: Kritiskt område på Koncept A i luckspår.



Figur 46: Kritiskt område på Koncept B i luckspår.



Figur 47: Kritiskt område på Koncept A lucka.



Figur 48: Kritiskt område på Koncept B lucka.

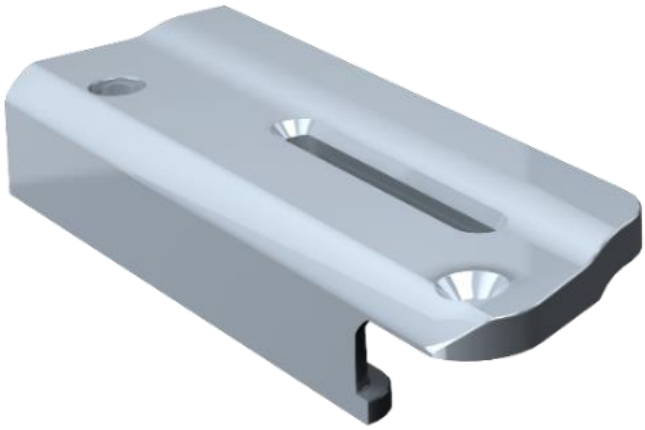
5.4 Val av material och tillverkningsmetoder

Från de givna spänningarna från simuleringarna kunde processen gå vidare till ett slutligt materialval för vardera av konceptens komponenter. De slutliga materialen valdes även med avseende till ett flertal olika aspekter som lyfts fram under projektet. Dessa var:

- Spänning som uppstår av lastfall
- Korrosionsbeständighet
- Låg vikt
- Pris

För kropparna valdes den glasfiberarmerade kompositen GV5H då detta erhöll samma spänning som aluminiummaterialen fast med en betydligt lägre vikt. Detta var inte det billigaste alternativet av kompositerna men beskrevs av Seldén att ha en god korrosionsbeständighet, vilket avgjorde det slutliga valet. Detta medförde även att en lämplig tillverkningsmetod var formsprutning.

För komposit i luckorna gavs som nämnts en likvärdig spänning som för aluminium, en lägre vikt och därav ett lägre pris. Sett till de krav och önskemål som satts upp talade detta för komposit som ett slutligt val. Dock menade Seldén att aluminium var ett lämpligare val då luckan var den komponent som skulle komma att utsättas för det mest kritiska lastfallet vid slag från den flexande lattan. En komposit skulle då riskera att få sprickbildning över tid. Simuleringarna var därför något missvisande då den applicerade kraften beräknades som en statisk kraft. Vidare menades även att aluminium talade för en robustare känsla utifrån kundperspektiv varför valet för luckan slutligen föll för detta material. Luckornas simpla utformning i profil gav även öppning för simpla bearbetningsmetoder såsom extrudering. Koncept A upptäcktes dock kräva extra fräsning för den sneda formen av luckans framkant (se Figur 49) liksom Koncept B för den klo liknande detaljen för låsningen av luckan. Här kunde dock en mindre justering göras genom att hålet för låsskruven flyttades in i luckan och därav hade en bearbetning reducerats, se Figur 50 och Figur 51. Därför ansågs aluminiumlegeringen T6 6061 vara ett lämpligt val då detta var något billigare än övriga legeringar med hög sträckgräns. Legeringen 6061 har en utmärkt resistens mot atmosfäriska förhållanden samt en god korrosionsbeständighet mot havs och sjövatten (Sapa, 2016).



Figur 49: Lucka för Koncept A.

Figur 50: Lucka för Koncept B före reducering av bearbetning.

Figur 51: Lucka för Koncept B efter reducering av bearbetning.

För spännskruven ansågs det rostfria stålet AISI CF8M vara lämpligt för hylsa och bracket. Även detta material beskrevs av Seldén som vanligt förekommande vid deras produktframtagning för produkter som ska komma att utsättas för stora krafter. För materialet föreslogs även här gjutning som en lämplig tillverkningsmetod.

Med kännedom om samtliga komponenters material och vikter kunde en totalvikt sammanställas för koncepten, där koncept A fick en totalvikt på 375 gram och Koncept B en vikt på 395 gram. Detta ger för båda koncepten en slutgiltig vikt strax under den satta maxvikten 400 gram, se sammanställning i Bilaga 7.

5.5 Kostnadsjämförelse

Med kännedom om typ av material, volym av materialet samt tillverkningsmetoder kunde en övergripande detaljkostnadsuppskattning slutligen göras för sedan kunna jämföra koncepten. Med detaljkostnad innebar att uppskattningen endast såg till maskin- och verktygskostnader, materialkostnader samt plats för tillverkningen. Detta gjordes av en person med god kunskap och erfarenhet inom företagets produktionskostnader där liknande produkters produktionskostnader användes som referenser för att uppskatta de ungefärliga tillverkningskostnaderna.

På grund av en något högre vikt på Koncept B medförde detta en något högre materialkostnad gällande kropp och bakplatta än för Koncept A, men där Koncept A fick en högre tillverkningskostnad på grund av den extra bearbetningen på luckan. För Koncept B hade därför den reducerade bearbetningen en avgörande roll på den totala kostnaden. Koncept A kan därför ses sluta med en högre tillverkningskostnad enligt sammanställningen i Tabell 8 nedan.

Tabell 8: Kostnadsjämförelse av koncept.

	A pris (USD)	B pris (USD)	Material
Kropp	1,6	1,8	GV5H
Bakplatta	0,47	0,6	GV5H
Lucka	4	2	6061
Bracket	1,5	1,5	AISI CF8M
Hylsa	1,2	1,2	AISI CF8M
Summa	**8,77**	**7,1**	

Vid kostnadsuppskattningen med de jämförda produkternas produktionskostnader gjordes bedömningen att koncepten hade en relativt låg produktionskostnad förhållandevis till genomsnittet av produkterna. Med denna kännedom ansågs nu att definitionen av en låg tillverkningskostnad hade uppnåtts med båda koncepten. En unik och en ovanlig lösning hade därför slutat med en produktionskostnad under de jämförda produkternas produktionskostnader. Den tidigare ställda frågan från förstudien, om unika och nytänkande lösningar kunde tas fram till en låg tillverkningskostnad, kunde därför besvaras med ett ”Ja”.

5.6 Concept scoring

Med en bättre insikt i värdena för spänningar, material och därav kostnader kunde en Concept scoring göras för att utse det koncept som var mest lämpligt att gå vidare med, se Tabell 9. En Concept scoring görs när en ökad noggrannhet eftersträvas för jämförelse mellan koncept. Teamet använder här en högre upplösning av betygssystemet sett till jämförelsen mot kriterierna. Koncepten vägs slutligen med summan av de satta betygen (Ulrich och Eppinger, 2012). Här eftersträvades alltså en mer utförlig utvärdering av koncepten mot den tidigare Concept screening som gjorts. Även här användes målträdet och de uppsatta områdena som grund för kriterierna. Eftersom mer detaljerade insikter nu fanns för de olika områdena gjordes vissa tillägg då det bevisligen fanns skillnader i hur koncepten exempelvis stod sig i spänningsbeständighet och kostnad. Skillnaderna som upptäcktes i bearbetning mellan koncepten bedömdes ha en stor inverkan på slutkostnaderna varför detta även lades in som kriteriet *Enkel bearbetning*. I området *Användning* bröts *Enkel montering* från Concept screening ner till *Enkel hantering* och *Skadar inte seglet*. *Enkel hantering* såg till hur lätthanterliga koncepten nu bedömdes vara vid användning för slutanvändaren. Främst då uppfattning uppkommit om att skillnader kunde finnas för hur lätthanterliga de olika luck-funktionerna var när latta ska monteras till beslaget ombord på segelbåten. *Skadar inte seglet* innebär att lattbeslaget inte på något vis gör skada på seglet och var en notis som togs upp av Seldén, vilket bedömdes vara relevant att se noggrannare till. För området *Robust* bortsågs även här från korrosion då samma materialval gjorts för koncepten och att utfallen därför skulle bli desamma. Vid fördelningen av poängen för områdena utgicks från vad företaget, kunden och användaren upplevts lägga vikt vid under utforskningsarbetet. Högst poäng (28) sattes för *Tillverkningskostnad* då detta beskrivits att alltid vara den avgörande faktorn för kunden i slutändan, men även att företaget ville se en låg tillverkningskostnad. Därefter sattes *Robust* på en något lägre poäng (22) då även denna beskrivits som en av de viktigaste faktorerna för beslaget av både företag och kund. Lägst sattes *Låg vikt* och *Kreativa lösningar* (10) då dessa områden tolkats som viktiga att se till, men inte de som kommer att ha störst avgörande i viktningen.

Tabell 9: Concept scoring.

			Koncept A		Koncept B		
Krav/Önskemål	**Vikt**		**Ranking**	**Viktad poäng**	**Ranking**	**Viktad poäng**	**Kommentar**
Robust	**22**						
Stark konstruktion		22	2	44	4	88	B har 1/3 lägre spänning än A vid luckspår.
				44		**88**	
Vikt	**10**						
Låg vikt		10	4	40	3	30	A har lägre volym och vikt.
				40		**30**	
Tillverkningskostnad	**28**						
Volym material		7	4	28	3	21	A har en lägre materialkostnad.
Lite bearbetning		7	2	14	4	28	B har en betydligt lägre bearbetningskostnad.
Enkel montering		7	3	21	4	28	A kräver extra montering av lucka till kropp.
Få komponenter		7	3	21	4	28	A kräver extra komponent för fäste av lucka till kropp.
				84		**105**	
Användning	**15**						
Få lösa komponenter		5	3	15	2	10	B-lucka är löstagbar.
Enkel hantering		5	4	20	3	15	A-luckan lättare att placera i spår.
Skadar inte seglet		2	3	6	2	4	Risk att rispa seglet med lucka B.
Ej se för stor ut på 45 fots segelbåt		3	3	9	3	9	Av de fullskaliga prototyperna bedömde Seldén att storleken var lämplig.
				50		**38**	
Anpassning	**15**						
Passa olika lattprofiler		10	3	30	4	40	B har bättre anpassning efter runda lattprofiler.
Långa gänggångar		5	3	15	3	15	A har förlängts i gänggångar med högre vägg.
				45		**55**	
Nytänkande	**10**						
Kreativa lösningar		10	5	50	3	30	Funktion för lucka A är unik på marknaden.
				50		**30**	
Total poäng				**313**		**346**	
Rank				**2**		**1**	

Högst poäng kan slutligen ses gå till Koncept B med en slutpoäng på 346 mot 313 för Koncept A. Denna seger var med en relativt låg skillnad i jämförelse med totalpoängen. Beslutet överlämnades därför åt Seldén där de slutliga skillnaderna presenterades för de målsättningar som satts upp vid projektets inledning:

- robusthet, den spänningsbeständighet som skiljde mot givna lastfall och korrosionsbeständighet (samma resultat för koncepten då samma materialval gjorts).
- kostnad, produktionskostnader som skiljer.
- vikt, skillnaden på den totala vikten.
- användning, för- och nackdelar för användning.
- modularitet, hur väl anpassningen är efter olika lattprofiler.
- unik, skillnad i originalitet på marknaden.

Seldén ansåg att Koncept B var det koncept som slutligen skulle tas vidare. Skillnaden i spänningsbeständighet och i synnerhet den lägre kostnaden var av sådan grad att detta skulle fälla det slutliga avgörandet. Att Koncept A var unikt vägde mindre för Seldén än den lägre kostnaden för Koncept B. Resonemanget var att en unik funktion skulle hjälpa marknadsföringen på det vis att beslaget skulle utmärka sig mot konkurrenter, men att det slutliga valet för segelmakaren alltid skulle falla hos det billigaste alternativet. Att Koncept B sedan visade en större robusthet sett till spänningarna hade större verkan än att detta var något tyngre än Koncept A.

Skillnaden mellan konceptens slutpoäng blev här betydligt mindre i jämförelse med Concept screeningen vilket antogs ligga i särskilt två saker. Concept screening kan ge ett större utslag i skillnad i slutpoäng då metoden är grövre i sitt betygsystem och utslagen för uppskattningarna som gjordes visade ett större utfall än den mer detaljerade Concept scoringen. Koncept A förbättrades under vidareutvecklingen i detaljer som vid det tidiga funktionskonceptet sänkte detta. Ett högre betyg gavs därför i den slutliga värderingen.

För att få en mer precis och noggrann kostnadsuppskattning krävdes ritningar med exakta mått och vikt. Arbetet gick därför vidare med att nå det slutliga resultatets dimensioner. Med valet av Koncept B hamnar beslaget i den tidigare beskrivna positioneringskartan något längre ned i kartan då denna luck-funktion som beskrivits vara mer ovanlig än unik på marknaden. Detta eftersom lösningen av luckan existerar på marknaden i liten grad.

5.7 Vidareutveckling av slutligt koncept

Utvecklingen av det slutliga konceptet baserades på de kritiska och svaga punkterna som upptäcktes med prototyperna. En ökning i godstjocklek ansågs behövas i luckan runt den runda lattprofilens position samt mellan spännskruv och travare, dels för att underlätta åtkomsten till spännskruven men även för att minska risken för knäckning. Detta stod i konflikt med att travarfästet och spännskruven eftersträvades att placera inom lattas spännriktning eftersom travarfästet då skulle behöva flyttas något utanför denna riktning. Även om utfallet för en knäckning i travarfästet visat att vara relativt låg risk i FMEA, ansågs detta ändå vara viktigt att försöka motverka.

Beslutet togs att en ökad godstjocklek mellan travarfästet och spännskruven gav en starkare konstruktion då travarfästet endast flyttades något utanför denna linje varför detta kunde ses som tillräckligt starkt, samt att en smidigare användning av spännskruven medfördes.

Resultatet av den ökade godstjockleken i luckan medförde även en rundning som kunde fortsätta fram och ge extra gods runt spännskruvens placering då spännskruven placerats i linje med den runda lattan. Travarfästets djup dimensionerades efter längden på gängstaven till den travare Seldén förmodade att beslaget skulle komma att sammankopplas med av segelmakare i framtiden, där resultatet blev en 30 millimeter lång gänggång. För att åter se till FMEA fanns även här en risk med att gängor kan bli utnötta, men bedömdes av erfaren person på företaget att en sådan längd på gänggången skulle vara mer än tillräcklig för att klara kraften från lattan. Vidare tittades här på en lösning för önskemålet 4.5 (Skala bör finnas för mätning av hur lång sträcka latta är spänd), där förslag om hur en skala lämpligast kunde visa sträckan för lattans spänning. Den slutliga lösningen blev här en streckad variant av vartannat långt och kort streck. Detta för att urskilja strecken emellan och underlätta igenkänning av hur lång sträcka lattan har spänts upp tidigare, se skala i Figur 57.

Slutliga detaljer på kroppen såsom delningar, släppvinklar och slutlig godstjocklek diskuterades med konstruktörer på Seldén. På grund av att många teorier fanns om hur delningarna lämpligast skulle läggas, fastställdes aldrig någon slutlig lösning och därav heller inget förslag på släppvinklar. Därför lämnades detta åt en rekommenderad vidareutveckling. Även den löstagbara luckan förblev ett olöst problem i tidsbrist och prioritering av andra problemlösningar, varför även detta togs vidare till en vidareutveckling. Det slutliga resultatet kan ses nedan i kapitel *6 Resultat*.

6 Resultat

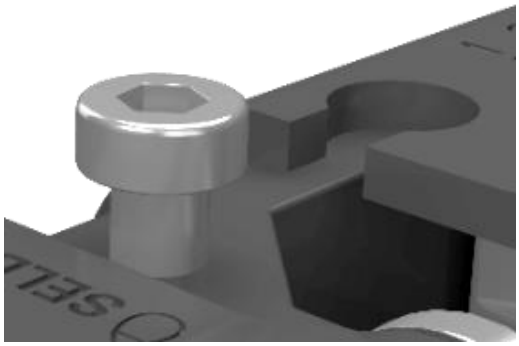
I Figur 52 nedan kan det slutliga konceptet och resultatet ses för detta projekt. Utvecklingen har skett efter anpassning till de krafter, förhållanden och funktioner som det förväntas att klara av för att fungera som en obemärkt komponent i seglet. Materialet är därför även utvalt med avsikt att klara dessa påfrestningar där kropp och baklucka kommer att tillverkas i den glasfiberarmerade plasten Grivory GV5H samt en lucka i aluminiumlegeringen T6 6061. Designen har växt fram med *Form follows function* där dimensioner framförallt präglas på de begränsande dimensioner som satts upp. Fäste för latta har anpassats efter rektangulär och rund lattprofil där dimensioner för OS6 latta använts för rektangulär lattprofil samt 16 mm i diameter för rund lattprofil. Anpassning efter rund lattaprofil kan ses i den utformning som givits i locket. Vidare har luckan har även formats med en omslutande infästning till kroppen för att ge ett starkt grepp. Luckans omslutande infästning är en lösning som existerar på marknaden men beskrivs som ovanlig.

Figur 52: Fram och baksida av slutligt resultat.

Tillverkningen är anpassad efter lämpliga tillverkningsmetoder (se Tabell 10, sid 59) vilket innebär att de baserats på de valda materialen och vad som finns tillgängligt inom företagets produktionsenheter.

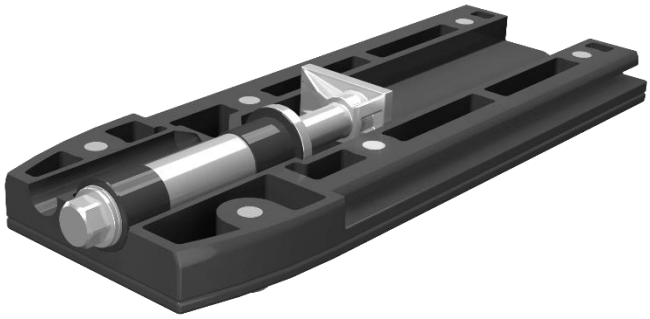
Den omslutande infästningen av luckan leder även till att det enda återstående sättet att avlägsna luckan på, är att skjuta av den från kroppen, se Figur 53. För att låsa luckan är en låsskruv gängad i kroppen vid luckans framkant. Denna låser luckan genom att skruvhuvudet skruvas ned i ett hål i luckan och förhindrar på så vis luckan från att skjutas ut. För att lösgöra luckan skruvas skruvhuvudet istället upp och luckan kan med hjälp av en öppning från hålet till luckans framkant skjutas ut med skruven kvar i kroppen, se Figur 54.

Figur 53: Luckan skjuts ut från kroppen.



Figur 54: Låsskruv är uppskruvad och luckan frigjord.

Spännskruven kommer att tillverkas i det rostfria stålet AISI CF8M och är konstruerad i två huvudkomponenter, en hylsa och en gängstav med platta, se Figur 55. Placeringen ligger i linje med den runda lattan, vilket gör att utformningen i locket även kan fortsätta fram och runt spännskruvens placering, se Figur 56. Detta leder till en bättre anpassning och ökad godstjocklek runt spännskruven. Funktionen för att kunna justera lattans spänning är framtagen för att kunna utföra arbetet ohindrat från mast och segel.



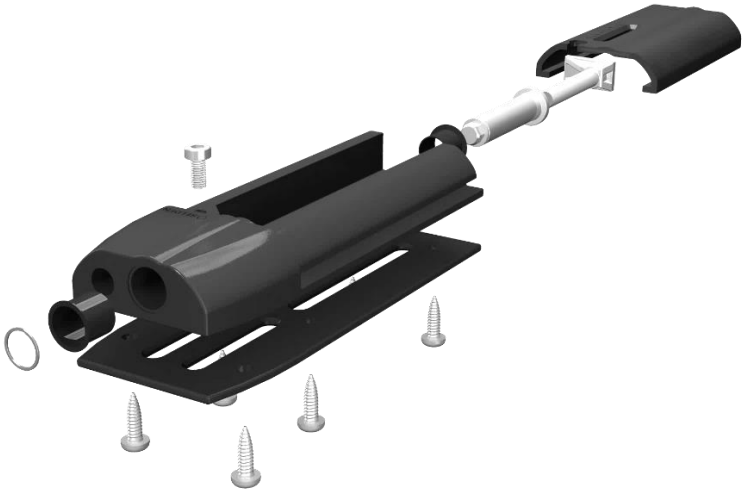
Figur 55: Spännskruven med placering i lattbeslaget.

Figur 56: Rundning runt spännskruvens position.

En skala är märkt på luckan för att visa sträckan lattan spänts upp, se Figur 57.

Figur 57: Skala på lucka.

Nedan i Figur 58 visas samtliga komponenter för resultatet med teknisk data i Tabell 10. För de konstruktionsritningar som tagits fram för resultatet kan ytterligare dimensioner ses, se i Bilaga 8.



Figur 58: Sprängskiss av lattbeslaget.

Tabell 10: Teknisk data.

	Material	Vikt (gram)	Dimensioner	Tillverkning och bearbetning	Uppskattat pris (USD)
Kropp	Glasfiberarmerad plast (EMS Grivory GV5H)	122	Längd: 163 mm Höjd: 21 mm Bredd: 63 mm	Formsprutning	1,6
Bakplatta	Glasfiberarmerad plast (EMS Grivory GV5H)	39	Längd: 163 mm Höjd: 3 mm Bredd: 63 mm	Formsprutning	0,6
Skruvar x6	Rostfritt stål	18	M5 Round head, Insex Längd: 17 mm	-	-
Lucka	Aluminium (Aluminium T6 6061)	87	Längd: 122,5 mm Höjd: 19,15 mm Bredd: 63 mm	Extrudering, stansning, borrning	1,5
Låsskruv	Rostfritt stål	3	M5 Flat head, Insex Längd: 10 mm	-	-
Hylsa	Rostfritt stål (AISI CF8M)	38	Längd: 58,3 mm Ytterdiameter: 12 mm Kragdiameter: 17 mm	Gjutning, gängning	1,3
Fläns 1	Plast	0,37	Innerdiameter: 12 mm Ytterdiameter: 13 mm Kragdiameter: 15 mm	-	-
Fläns 2	Plast	0,41	Innerdiameter: 12 mm Ytterdiameter: 13 mm Kragdiameter: 17 mm	-	-
Spårring	Rostfritt stål	0,14	Innerdiameter: 11 mm Ytterdiameter: 12 mm	-	-
Bracket	Rostfritt stål (AISI CF8M)	37	M8 Längd: 59 mm Höjd: 14 mm Bredd: 25 mm	Gjutning, gängning	1,3

6.1 Rekommendationer för vidareutveckling

Om Seldén vill fortsätta och avsluta arbetet med lattbeslaget är det ett antal saker som behövs göras. Det som krävs är mer detaljerade undersökningar om hållfastheten, titta närmre på spännskruvens funktioner och tillverkning, mer detaljerat hur kroppen ska tillverkas, anpassningen för olika stora lattor, se hur luckan inte ska vara lös och sist se över tillverkningskostnad mer detaljerat.

När det kommer till hållfastheten i beslaget borde noggrannare simuleringar och tester genomföras än vad som gjorts i detta arbete för att kontrollera att beslaget klarar de krafter som de utsätts för. I detta arbete har endast enkla tester genomförts med hjälp av FEM. Dessa tester gjordes på hur kroppen, luckan och spännskruven tar krafterna från en rektangulär latta men det behöver även testas för rund latta samt hur kroppen påverkas av travaren.
En risk som kan komma att påverka hållfastheten är de rostfria skruvarna som fäster beslaget på seglet, de kan komma att korrodera vid kontakt med kolsegel.
En önskan från Seldén var att lattbeslaget skulle kunna skalas upp för att passa större segelbåtar mellan 60 och 80 fot där ännu större krafter verkar på beslaget men detta har inte setts över i detta arbete.

En risk som finns med spännskruven är att det inte finns något som hindrar den från att gängas helt ut vid spänning av lattan. Med andra ord borde det finnas någon stoppfunktion som kan hindra att detta händer.
Spännskruvens komponenter hylsa och bracket borde granskas om det finns mer lämpliga tillverkningsmetoder då de är relativt svåra att tillverka. Ett förslag för att göra bracket-delen enklare att tillverka är att tillverka den i två separata delar, en gängstav och en bricka som sedan monteras ihop. Om gängstaven är en separat del skulle det leda till en bättre precision på gängorna och sedan fästs till den gjutna brickan, till skillnad från om hela delen skulle gjutas.

Kroppen i lattbeslaget är inte helt redo att tillverkas. Kroppen som är av glasfiberarmerad plast och ska formsprutas måste förberedas med släppvinklar, godstjocklek och de delningar som krävs. Ett förslag för en billigare formsprutning av kroppen är att ta bort de material som är under luckspåren och på det sättet avlägsna en delning.

En önskan var att beslaget skulle vara anpassningsbart efter olika stora lattor och ett förslag för att lösa detta var med ett ilägg som skulle läggas i lattfästet. Med ett sådant ilägg skulle glappet mellan latta och lattfäste minskas vilket några kunder önskade men detta är något som borde jobbas vidare med.

Luckan för lattbeslaget sitter nu endast fast med hjälp av låsskruven och om den skruvas upp är det inget som hindrar luckan från att glida av. Luckan borde på något sätt hänga ihop med kroppen när luckan är avplockad för att uppfylla användares önskemål om få lösa delar. Ett förslag på detta skulle vara med en bit snöre som limmas fast i bägge delar.

De kostnadsuppskattningar som har gjorts i detta arbete har gjorts väldigt grovt och det finns även kostnader som inte har tagits upp i detta projekt. Till exempel verktyg för formsprutning av kroppen och volymen av hur många beslag som ska produceras. Därav finns inte heller en slutgiltig tillverkningskostnad av produkten.

7. Diskussion

Förstudie

I förstudien antecknades ny information på det vis som varit önskvärt, där allt dokumenterades och strukturerades upp. Det har däremot upplevts vara svårt att urskilja i vad som varit krav och vad som varit önskemål. I intervjuerna med segelmakarna framkom olika åsikter om vilka egenskaper som var viktiga hos beslaget. Då dessa ofta rörde olika områden eller var motsägelsefulla, upplevdes heller inte Seldén ha definitiva svar på vilken segelmakare som var mest relevant att fokusera på. Vi försökte istället att vända de olika argumenten mot varandra genom att fråga den ena segelmakaren om den andres åsikt, för att på så vis få ett tydligt svar. Detta gav inte heller klarhet i vad som var mest relevant och därför inte heller hur argumenten skulle klassas i kravspecifikationen.

Intervjuer

Det gjordes ett försök att få fler intervjuer med olika segelmakare för att kunna se tydligare mönster och leda till starkare slutsatser. Anledningen till att fler segelmakare inte intervjuades var att när vi tog kontakt med dessa var de inte intresserade då de aldrig, eller extremt sällan tillverkade segel för det sökta båtstorleksintervallet. Vi tyckte ändå att det hade varit intressant att få ta del av deras erfarenheter som kunnat vara relevant i detta projekt. Eftersom segelmakare endast kontaktats lokalt i Göteborg var även antalet begränsat. Detta skulle kunna tagits ett steg längre genom att kontakta segelmakare i andra delar av Sverige eller även internationellt. Teorin är då att resultatet kunnat bli ännu mer anpassat efter segelmakares behov. Eftersom undersökningen nu istället gjorts lokalt finns fortfarande en oklarhet över vilka krav och önskemål som finns hos internationella kunder. Om beslaget även uppfyller dessa kunders behov förblir därför oklart.

Eftersom framtagningen av lattor baserats på de segelmakare som intervjuats i det här projektet, finns även funderingen om andra kunder använder andra lattmodeller och profiler. Eftersom denna undersökning endast gav lattmodeller med rektangulära lattprofiler, finns en oklarhet för vilka följder som kommer med en rund lattprofil. Lattbeslaget har därför inte heller anpassats efter denna lattprofil mer än i uppskattad dimension utifrån konkurrenter. Av den anledningen förblir det oklart om hur en sådan latta uppför sig i seglet och om andra typer av lastfall uppstår som inte tagits upp i detta projekt.

Vi hade även en önskan att fler hade svarat i enkätundersökningen. Frågan kan ställas om de givna resultaten och slutsatserna speglar den generella slutanvändarens erfarenheter och interaktioner med beslag. Om ett resultat istället hade givits från ett tusental svarande hade resultatet kanske sett annorlunda ut. Enkätundersökningen var dock ett viktigt komplement till intervjuerna med segelmakarna då likheter kunde dras i interaktionerna. Denna undersökning kan därför i efterhand sammanfattas som en lämplig och viktig informationsinsamling för projektet. Vi ansåg oss få en god förståelse för hur beslag uppfattas av slutanvändaren och kunde dra tydliga slutsatser av svaren.

Frågan kan även här ställas hur resultatet sett ut om enkäten riktats internationellt till erfarna seglare i exempelvis Karibien.

Det har även framkommit att segelbåtsbranschen är en värld med relativt långsam utveckling med argument som, ”saker ska vara som det alltid varit”. Om en produkt med nytänkande egenskaper är rätt kan av den orsaken diskuteras.

Vid intervjun med marknadsavdelningen framkom att det fanns en viss oenighet om vilken väg som utvecklingen skulle gå, låg tillverkningskostnad eller att beslaget skulle sticka ut på marknaden. Följden blev att vår process blev fördröjd då det slutade med att vi försökte följa båda linjerna.

Kravspecifikation

Det var problematiskt att fatta beslut om hur kraven skulle delas upp i kravspecifikationen. Valet stod mellan om det skulle följa produktens livscykel, delas upp i produktens olika funktionsområden eller om de huvudsakliga målen från målträdet skulle sättas upp. Strukturen med målträdet upplevs som det bästa alternativet då vi tyckte oss få bättre kopplingar genom processen från målträd, kravspecifikation och att samma struktur kunde följas vid utvärderingen av koncepten.

Utöver en välfunnen uppdelning kunde formningen även gjorts på andra sätt. Vi anser i efterhand att det hade varit välordnat med flera kolumner. Först och främst, om vi hade haft ett datum hade det kunnat berätta när ett kriterie lagts till. Vi skulle då vid ett senare skede i processen fått insikt om att kriteriet kanske behövt ses över igen. För kriterierna vore även lämpligt att två kolumner fanns för två olika värden med ett optimalt värde (Önskan) och ett måstevärde (Krav). Detta antas kunnat underlätta viktningen av koncepten mot kriterierna. Slutligen önskas att en kolumn lagts till för vart och vem kriteriet kommer ifrån. Tanken är att detta skulle ge ett större förtroende för kriteriet då detta skulle gå att söka upp.

Konceptgenerering och utvärdering

Detta stadie har inte utförts så grundligt och strukturerat som vi önskat, eftersom Seldén ansåg att konstruktionsarbetet i CAD skulle bli mycket tidskrävande och av den anledningen behövde vi komma igång tidigt. Detta arbete blev mycket riktigt en tidskrävande fas men gjorde också att genereringsstadiet blev något stressat. En följd som antas bero på detta är att idéerna ur lattfäste 2 och 5 kan ifrågasättas om dom verkligen var lämpliga att gå vidare med sett till lastfallet med lattans slagkraft.

Tack vare att vi ändå har känt en trygghet för vad som efterfrågats hos beslaget, kändes koncepten som genererades fram lovande och spännande då även Seldén var positiva och menade att det fanns potential för dessa.

Concept screening

Även utvärderingen i Concept screening upplevs ha fått vissa följder av att konstruktionsarbetet av de tidiga koncepten skulle komma igång. Koncepten upplevdes i detta stadie vara allt för tidiga för att vikta mot kravspecifikationen. Istället gick vi för

det mer generella målträdet för att detta ansågs vara lättare att göra mer övergripande bedömningar mot, men kan också vara en effekt av en stressad handling med känslan av att arbetet ville tas vidare.

Ett möjligt alternativ till hur koncepten viktades hade varit att en konkurrent använts som referens och att för- och nackdelarna för koncepten på så vis skulle lyfts fram. Ett annat liknande alternativ som tas upp är om ett av koncepten satts som referens. Möjligt är att det hade varit ett mer konsekvent tillvägagångssätt då koncepten viktats mot varandra istället för den mer enskilda betygssättningen som gjordes. Det kan ifrågasättas om det var rimligt att ta med kraven eftersom det beskrivs att inget tvivel fanns om dessa skulle uppfyllas utan snarare hur väl. Hur mycket detta tillförde för utvecklingen kan därför diskuteras.

Metoden upplevs för övrigt att ha haft en stor påverkan för vilka områden det fortsatta arbetet skulle fokuseras åt. Genomförandet upplevs i efterhand att ha gett erfarenhet av hur metoden kan genomföras om färre koncept viktas istället för om målet är att sålla bland ett större antal koncept, vilket också kan vara syftet när denna metod väljs.

Concept scoring

Vid utförandet av Concept scoring användes även här målträdet som struktur och för de insatta kriterierna, men där kravspecifikationen och utvecklingen av koncepten hade utvecklats sedan i tidigare Concept screening. I efterhand önskas att kriterierna istället tagits ur kravspecifikationen och att det på så vis blivit mer tydligt vad koncepten viktats mot samt hur koncepten uppfyllde dessa kriterier. En risk som upplevs med upplägget är att det kunde blivit inkonsekvent om vilka krav och önskemål som kriteriet innefattade. Resultaten för koncepten i spänningar, kostnader och övriga detaljer som dimensioner, anses varit tillräckligt goda för att koncepten skulle kunnat ställas mot kriterier tagna ur kravspecifikationen och fått en korrekt viktning. En lärdom som därför tas med av det här genomförandet är värdet av att alltid ha kravspecifikationen som en central roll.

Det kan även här resoneras kring hur utfallet blivit om kraven inte tagits med. Säkrare fakta fanns nu för att koncepten uppfyllde de uppsatta kraven med marginal, varför det anses ha varit mer lämpligt att viktningen endast gjordes mot önskemålen.

Fördelningen av poängen skulle kunna överlåtits till företaget. När detta gjordes fanns inte den kontaktperson tillgänglig på företaget som var insatt i projektet. Istället valdes att göra fördelningen efter vilket område som vi uppfattat att företaget, kund och seglare lagt mest vikt vid. Risken som kan finnas med det här är att en subjektiv faktor kan ha spelat in. *Användning* kan exempelvis ha uppfattats som en viktigare faktor än *Låg vikt* men där företaget kanske egentligen skulle prioriterat tvärt om. Sett till *Nytänkande lösningar* som fick ett av de lägsta poängfördelningarna, gav Koncept A en stor utdelning på 50 poäng vilket kan anses som en relativt stor del av totalpoängen (313 poäng) och antalet kriterier. Om detta område verkligen hade en sådan stor roll i avgörandet borde även diskuterats med företaget.

Eftersom ingen maximalt tillåten tillverkningskostnad gavs under projektet, fick vi istället försöka se till de aspekter som vi såg kunde få ner kostnaderna. Likaså i denna Concept screening sattes de faktorer in som vi upplevde ha avgörande roller i kostnaderna. Eftersom bearbetning visats skilja för luckorna sattes *Lite bearbetning* in och *Få komponenter* då vi visste att antalet delar även skiljde. På så vis ansåg vi att vi skulle kunna komma så nära en noggrann jämförelse för kostnaderna som möjligt. Ett alternativ till detta vore att vi använt oss av den detaljkostnadsuppskattning som faktiskt gjordes. Dock fanns som sagt inget kriterium i kravspecifikationen för vad detta värde skulle uppnå, varför detta sågs som en lämplig lösning.

För att ta lärdom och kunna hantera svårigheten att urskilja vad är krav och vad är önskemål i framtiden, ska tid avsättas redan från projektplaneringen för kontinuerlig uppdatering av kravspecifikationen. Reflektion och viktning förväntas då göras frekvent varje gång information erhållits ifrån informationsgivande skeden såsom diskussion med uppdragsgivare, konkurrensanalyser eller intervjuer. På så vis resoneras att detta dokument automatiskt kommer få en mer central roll i projektet. Lärdomen som tas med är alltså, att om detta görs noggrant från början ökar chansen markant att den fortsatta utvecklingen kommer att gå lättare och chansen till ett lyckat resultat kommer att gå lättare. Detta eftersom vi nu har fått uppleva hur en sådan miss kan straffa utvecklingen senare i processen.

Process

Inför arbetet hade det varit mer lämpligt med en mer strukturerad process än den grova *Fyrstegsmetod* som valdes. En mer lämplig designprocess hade istället varit vad Cross (2008) beskriver som *French´s model of the design process.* Denna har mer strukturerade faser och går även tillbaka till analysen av problemet under både framtagningen av lösningar samt i detaljutvecklingen. På så vis antas den tidiga planeringen av projektet kunnat struktureras upp bättre och blivit lättare att följa under arbetets gång. Kanske att detta skulle gjort planeringen lättare att följa under projektet än vad den stundtals upplevts. Eftersom den process som följdes var så pass grov, gav den mycket frihet till egen planering. Planeringen som gjordes blev detaljrik med förväntade metoder, men kanske hade varit lättare att följa om det fanns en tydlig grundstruktur med tydliga faser.

Personas och scenarios

Personas och scenarios förväntades att ge en tydligare koppling till arbetet av hur beslagets utveckling kunde utvecklas efter användaren, men upplevs inte ha gett några direkta kopplingar som påverkat projektet. Vad som skulle kunnat göras för att få mer användning av dessa, vore en återkoppling senare i utvecklingen för att stämma av att behoven som använts också uppfyllts.

Kraftexperiment

Krafterna som gavs av Seldén var betydligt större än de krafter som togs fram via experimentet, vilket av dem beskrevs bero på flera aspekter. En teori som kommit upp i efterhand är att lattans längd är den aspekt som bör ha störst påverkan på dessa krafter. De beskrev att krafterna som gavs var beräknade för lattan högst upp i seglet och därav den kortaste. Sett till den formel som användes för knäckningsfall är längden på lattan

nämnaren och upphöjd i kvadrat, vilket ger teorin om att kraften som utfås är mycket beroende på vilket längd som sätts in. Kraften som gavs var på 4,9 kN för den kortaste lattan medans den kraft som erhölls från experimentet var på 934 N med en längd på närmare tre meter. Det vore därför intressant om vår beräkning gjorts för en kortare latta, men framförallt att få reda på vilken längd lattan beräknades ha för kraften som gavs. Även om denna slutsats gjorts under projektet hade förmodligen ändå Seldéns värden använts då deras test fortfarande är gjort med mer avancerad teknik och bättre kunskap.

Kraftexperimentet gjordes uppskattat och ungefärligt då värdet från golvvågen svajade och var svårt att avläsa när lattan flexades över. Det är möjligt att exempelvis handen då verkade med en viss kraft nedåt på vågen när lattan flexades över. Eftersom resultatet dock endast användes som jämförelse mot de verkliga värdena hade detta ingen större påverkan på projektets riktning. I efterhand kan frågan ställas om det var för tidskrävande i förhållande till vad resultatet gav. Den frågeställningen kan vändas till att, om värdet varit känt från start kanske inte experimentet hade gjorts i den utsträckning som det nu gjordes och insikten om krafternas omfattningar hade gått förlorad. Därför anses ändå denna insikt ha varit av stort värde för vår förståelse av de aspekter som spelar in på en segelbåt.

Montering

Eftersom anpassningen för rund lattprofil inte är centrerad i beslagets mitt, kan detta medföra att anpassningen för denna lattprofil inte går att uppfylla om beslagets position på segelduken redan monterats efter rektangulär lattprofil. Orsaken beror på att den rektangulära lattprofilen är centrerad i beslagets centerlinje och om lattfickan i seglet då redan lagts i linje med denna position, hamnar riktningen för den runda lattprofilen inte i linje med lattfickan. Positionen för den runda lattprofilen kanske därför skulle placerats centrerat istället för på kanten ur montering och anpassningssynpunkt. Detta skulle i så fall kunna underlätta monteringen då lattan skulle ligga mitt i lattfickan precis som den rektangulära lattprofilen. Följden vore att spännskruven inte längre skulle ligga i linje med denna latta. När beslutet togs om placeringen av den runda lattprofilens position kan vikten av en robust konstruktion överstigit fokus åt de övriga kriterierna såsom enkel montering och anpassning.

Användning

Arbetet har endast sett till hur ett enskilt beslag kan utvecklas, inte hur samtliga beslag samspelar i seglet på sådant vis att exempelvis underlätta en likvärdig spänning på lattorna. Den närmaste lösning som tagits fram i detta projekt är den skala som satts på locket men där endast en latta kan avläsas åt gången. Något som därför ses som intressant vore en lösning för hur en likvärdig spänning skulle kunna utfås i lattorna då seglet är riggat.

Om mer tid funnits för att förbättra kritiska områden och att minska kostnaden för Koncept A, kanske resultaten från simuleringarna och kostnadsuppskattningen talat mer för detta koncept och i slutändan varit det mest lovande konceptet. Sett till tiden som

lagts på koncepten är Koncept A det som tagit mest tid av utvecklingsarbetet men som fortfarande inte gav bäst resultat vid utvärderingen. Koncept B upplevs därför som det koncept som var mest rimligt för den tidsbegränsning som fanns i detta projekt.

Anpassning

Önskemålet om en uppskalning av resultatet för segelbåtar mellan 60 och 80 fot hann inte ses över. Skälet antas först och främst bero på att planering inte gjordes för att uppfylla detta varpå önskemålet försvann ur fokus. Fokus riktades istället endast åt att uppfylla anpassningen till 45 och 60 fot vilket också nådde ett resultat med liten marginal. Om planering istället gjorts för att uppfylla detta önskemål, kan det diskuteras om hur vida något annat i den huvudsakliga utvecklingen hade drabbats eller effektiviserats.

Eftersom Seldén beskriver att det mesta säljs internationellt, men där det här projektet sett till lokala segelmakare och fritidsseglare i Göteborgsregionen, är det därför oklart om resultatet uppfyller de behov som kan skilja internationellt.

Det slutliga resultatet kunde inte utvecklats med de sista detaljerna på kroppen såsom släppvinklar, förslag till delningar samt lämplig godstjocklek med anledning att tillräckliga kunskaper och erfarenhet inom sådan tillverkning inte fanns. Som beskrivits tidigare i diskussionen har val och genomförandet av metoder kunnat sättas ifråga. Det vi tar med oss är den lärdom och erfarenhet som vi fått ut vid genomförandet av dessa och även den kunskap som vi fått av att arbeta med kunniga konstruktörer. Det slutliga resultatet anses vara lyckat då vi enligt konklusionerna från detta projekt uppnått målen med att ta fram ett robust koncept till en låg tillverkningskostnad.

8 Slutsats

Seldén uttrycker att det slutliga resultatet av det här projektet har stor potential att kunna vidareutvecklas och bli en verklig produkt. Slutsatsen görs därför att målet med att ta fram en potentiell produkt har uppnåtts.

9 Referenser

Agarwal, B. D., Broutman, L. J., Chandrarashekhara, K. (2006) *Analysis and performance of fiber composites.* 3. Uppl. United States: Wiley, John and Sons

Ascendmaterials. *Vydyne R550* http://catalog.ides.com/Datasheet.aspx?I=26119&U=0&E=253506 (Hämtad 2016-02-12)

Arronche, L., Cheng, L., Gordon, K., Ryu, D., Saponara, V. La. (2011) Electrochemical investigation of galvanic corrosion between aluminium 7075 and glass fibre/epoxy composites modified with carbon nanotubes. Vol. 43(2): 183 – 194, doi: 10.1016/j.compositesb.2011.08.001

Ashby, M. F., Johnson, K. (2014) *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design.* United Kingdom: Butterworth-Heinemann

Baxter, M. (1999) *Product Design: A Practical Guide to Systematic Methods of New Product Development.* Oxford: Nelson Thornes Ltd

Björklund, S., Hågeryd, L., Lenner, M. (2002) *Modern Produktionsteknik: Del 1.* 2. Uppl. Stockholm: Liber AB

Chandler, C., Unger, R. (2012) *A project guide to UX design: For user experience designers in the field or in the making.* 2. Uppl. Barkeley, CA: New Riders Publishing

Creveling, C., Fowlkes, W. (1995). *Engineering methods for robust product design*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Pub. Co.

Cross, N. (2008) *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design.* 4. Uppl. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Dalen, M. (2008) *Intervju som metod.* Malmö: Gleerups Utbildning AB

Ejlertsson, G. (2005) *Enkäten i praktiken: en handbok i enkätmetodik.* 2. Uppl. Lund: Studentlitteratur

EMS Grivory. (2014) *Grivory GV* http://www.emsgrivory.com/fileadmin/ems-grivory/documents/brochures/5010_en_GrivoryGV.pdf (Hämtad 2016-02-12)

Ezuber, H., El-Houd, A., El-Shawesh, F. (2007) *Materials & Design: A study on corrosion behavior of aluminum alloys in seawater.* Advances in Production and Processing of Aluminum. Vol. 29(4): 801 – 805. doi: 10.1016/j.matdes.2007.01.021

Lantz, A. (2013) *Intervju metodik.* 3. Uppl. Lund: Studentlitteratur AB

Movaghar, A., L'vov, G. I. (2012) *Experimental investigation of the fatigue strength of stéf-1 fiberglass composite.* Strength of Materials:44(2): 218-225. doi: 10.1007/s11223-012-9375-4.

Nationalencyklopedin. *Aerodynamik*.
http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/aerodynamik (Hämtad 2016-06-03)

Nationalencyklopedin. *Brottgräns*.
http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/brottgräns (Hämtad 2016-06-02)

Nationalencyklopedin. *Densitet*.
http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/densitet (Hämtad 2016-06-02)

Nationalencyklopedin. *Krypning*.
http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/krypning (Hämtad 2016-06-02)

Nationalencyklopedin. *Sträckgräns*.
http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/sträckgräns (Hämtad 2016-06-02)

Olofsson, E., Sjölén, K. (2005) *Design Sketching*. 3. Uppl. Klippan: Ljungbergs Tryckeri AB

Parment, A. (2015) *Marknadsföring: kort och gott.* 2. Uppl. Egypten: Sahara printing,

Phull, B. (2010) Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. Vol. 2: 1107 – 1148. doi:10.1016/B978-044452787-5.00046-9

Qu, R.T., Liu, Z.Q., Wang, R.F., Zhang, Z.F. (2015) *Yield strength and yield strain of metallic glasses and their correlations with glass transition temperature*. Journal of Alloys and Compounds 637(1): 44-54. doi: 10-1016/j.jallcom.2015.03.005.

Sapa. *Aluminum Alloy 6061*
http://www.sapagroup.com/pages/494853/Brochures/Sapa%20Alloy%206061.pdf (Hämtad 2016-02-12)

Sabic. *LNP Thermocomp Compound RC006*
https://www.sabic-ip.com/gepapp/eng/weather/weatherhtml?sltUnit=British&sltRegionList=1002002000&sltPrd=1002003091&sltGrd=1002028870&sltModule=DATASHEETS&sltType=Online&sltVersion=Internet&sltLDAP=0 (Hämtad 2016-02-12)

Sjösportskolan. *Seglarordlista*
http://www.sjosportskolan.se/fritid/seglarordlista/ (Hämtad: 2016-04-26)

Stamatis, D. H. (2003) *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. 2. Uppl. Milwuakee, Wiscounsin: ASQ Quality Press

Sundström, B. (2010) *Handbok och formelsamling i hållfasthetslära.* Stockholm: Instant Book AB

Tracy, B. (2014) *Marketing.* United States of America: Amacom

Ulrich, K., Eppinger, S.D. (2012) *Product Design and development.* 5. Uppl. New York, NY: McGraw Hill Higher Education

Österlin, K. (2010) *Design i fokus.* Uppl. 3:1. Egypten

9.1 Bildreferenser

Antal
http://www.antal.it/data/files/prodotti_img/Full_Batten/609.325_G_635845735741027377.jpg (Hämtad 2016-03-11)

Bainbridgeint
http://www.bainbridgeint.com/photos/Large/U01532.jpg (Hämtad 2016-03-11)

Sailbattens
http://www.sailbattens.com/pix/content/aalr14x600.jpg (Hämtad 2016-06-15)

Sailbattens
http://www.sailbattens.com/pix/content/aclr1182x400.jpg (Hämtad 2016-03-11)

Schaefermarine
https://hardware.schaefermarine.com/images/1900entry.jpg (Hämtad 2016-03-11)

Seldén Mast AB. *Batten receptacles*
http://www.seldenmast.com/files/1431952994/excerpts/597-213-E-6-7.pdf (Hämtad 2016-03-11)

Seldén Mast AB
http://www.seldenmast.com/imgcache/pi_items/0/3300/3350.006b0f53ebb845a9da9ce453964940e9.jpg (Hämtad 2016-04-16)

Bilaga 1 – Konkurrensanalys

Konkurrensanalys

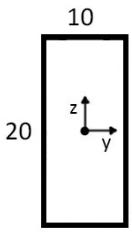
Företag	Modell	Längd (mm)	Bredd (mm)	Vikt (g)	Lattmodell	Lattprofil	Lattprofilmått (mm)	Intervall (mm)	Travare	Material	Båtstrl. (Fot)
Rutgerson	1601	128	55	295	-	Rund/ Rektangulär	16/ 22 x 10	-	M10	Aluminium	-55
	1602	128	55	295	-	Rund/ Rektangulär	16/ 22 x 10	-	M12	Aluminium	-55
	1610	153	67	475	-	Rund/ Rektangulär	22/ 34 x 14	-	M10	Aluminium	-70
	1590	-	-	-	Bluestreak	Rektangulär	40 x 6	-	M10	Komposit	33-50
	1596	-	-	-	Bluestreak	Rund	12	-	M10	Komposit	33-50
Antal	60932 310	150	64	450	-	Rund	22	-	M10	Aluminium	-100
	60932 312	150	64	450	-	Rund	22	-	M12	Aluminium	-100
	60932 412	200	64	540	-	Rund	22	-	M12	Aluminium	-100
CT Sailbattens	NPLR2 2C	155	55	262	CT22	Rektangulär	24 x 12	-	M10	Acetal plast, Kolfibersidor	30-55
	NPLR3 3C	160	56	448	CT33	Rektangulär	36 x 20	-	M12	Acetal plast, Kolfibersidor	50-90
	ACLR	160	60	300	CT22, CT33, CT33S	Rund/ Rektangulär	19/36 x 19	40	M10, M12	Kolfiber, Acetal plast	50-80
	NALP	110	50	155	CT22	Rektangulär	25 x 14	-	M10, M12	Tough acetal plastic	18-50
	APLR2 2P	155	44	262	-	Rektangulär	24 x 14	40	M10	Acetal plast	30-55
	APLR3 3C	160	56	448	-	Rektangulär	36 x 20	40	M12-14	Acetal plast	50-90
	CCLR	108	-	80	CT22, CT33 (small)	Rektangulär	25 x 10	25	-	Kolfiber	18-65
Schaefer marine	1900_ 10	172	76	-	-	Rund/ Rektangulär	16/22 x 10	38	M10	Formsprutad höghållfast uv behandlad plast.	-50
	1900_ 12	172	76	-	-	Rund/ Rektangulär	16/22 x 10	38	M12	Formsprutad höghållfast uv behandlad plast.	-50
	1900-BR	172	76	-	-	Rund/ Rektangulär	16/22 x 10	38	-	Formsprutad höghållfast uv behandlad plast.	-50
	301-10	146	66	-	-	Rund	19	51	M10	Hård beläggning med svart anodiserad finish	-50
	301-12	146	66	-	-	Rund	19	51	M12	Hård beläggning med svart anodiserad finish	-50
Bainbridge int	Series 35	120	62	-	-	Rund/ Rektangulär	-/30 flat	-	M10	-	30-50
	Series 55	127	72	-	-	Rund/ Rektangulär	10/30 x 6.3	-	M10	-	30-50
	Series 55	127	72	-	-	Rund/ Rektangulär	16/30 x 12.7	-	M10	-	30-50

B

Bilaga 2 – Beräkningar från experiment

Beräkning av E-modul i en OS4 latta.

$$P_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l^2} \rightarrow E = \frac{P_k \cdot l^2}{\pi^2 \cdot I_z}$$



$$\underline{l} = \underline{2{,}95\ m}$$

$$P_k = m \cdot a$$

$$\underline{P_k} = (8{,}9 - 0{,}9 - 1{,}05) \cdot 9{,}81 = \underline{68{,}17\ N}$$

(8,9 kg visade vågen.

0,9 är vikten på lattan och den togs bort då denna vikt inte påverkar i ett verkligt scenario när lattan är placerad horisontellt.

1,05 är vikten på en ring som var placerad på vågen för att hindra lattan att glida av.)

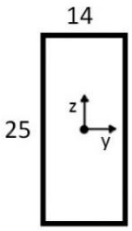
$$I_z = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

$$I_z = \frac{20mm \cdot 10mm^3}{12} = 1{,}67 \cdot 10^{-9} m^4$$

$$E = \frac{68{,}17\ N \cdot 2{,}95^2\ m}{\pi^2 \cdot 1{,}67 \cdot 10^{-9}\ m^4} = \underline{\underline{35{,}99\ GPa}}$$

Beräkning för kraft på en OS6 latta.

$$P_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l^2}$$



$$\underline{l} = \underline{2{,}95\ m}$$

$$I_z = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

$$I_z = \frac{25mm \cdot 14mm^3}{12} = 5{,}72 \cdot 10^{-9}\ m^4$$

$$P_k = \frac{\pi^2 \cdot 35{,}99 \cdot 10^9\ Pa \cdot 5{,}72 \cdot 10^{-9}\ m^4}{(2{,}95\ m)^2} = \underline{\underline{233{,}47\ N}}$$

Detta värde multipliceras sedan med 4 som ficks från Figur 25, se kapitel *3 Restriktioner*.

$$233{,}47\ N \cdot 4 = 934\ N$$

Bilaga 3 – Personas och Scenarios

Kenneth – Segelmakare
Kenneth är 46 år och arbetar som produktionschef på ett segelmakeri i Västra Frölunda i Göteborg där han har varit i 15 år. Kenneth är gift med Lena, 42 år som arbetar som lärare på en lågstadieskola i Mölndal. Tillsammans har de två barn, Emma 6 år och Matilda 8 år. Segling är ett stort intresse för Kenneth då han racingseglat vid yngre ålder, men är nu ett avslutat kapitel då familj kommit in i hans liv. Därför är nu fritidssegling ett gemensamt intresse med Lena, då dom äger en Bavaria på 50 fot och brukar tillägna större tiden av sommarsemestern åt att segla längs med Sveriges västkust. När Kenneth varken arbetar eller seglar går mycket av den övriga tiden åt döttrars skola och handboll. Företaget som Kenneth arbetar på är litet. Därför krävs det även att han arbetar som montör i produktionen av seglen. Då företaget har 10 anställda är gruppen väl sammansvetsad, varför han även trivs mycket bra på sin arbetsplats. I Kenneths arbetsuppgifter innefattas utöver monteringen att övervaka budgeten, godkänna inköpsordrar och säkerställa att produktionen gör respektive arbete enligt uppsatt tidsram och budget.

En morgon för Kenneth på arbetet
Kenneth har under längre tid köpt in ett visst lattbeslag på företaget vid ordnarna för de större seglen mellan 45-55 fot, vilket fungerat monteringsmässigt men varit något för dyrt. Därför har nu ett nytt lattbeslag köpts in som kommit upp på marknaden till ett billigare inköpspris.

Det är måndag morgon och Kenneth har precis anlänt till företaget. Han går och tar sitt vanliga morgonkaffe varpå han möter kollegan Johan som berättar att den försenande leveransen av det nya lattbeslaget äntligen anlänt. Detta betyder även att den försenade tillverkningen av det färdigsydda seglet kan fortsätta. Kenneth inleder monteringen med att placera ut de fyra lattbeslagen på segelduken på den plats där de ska monteras till seglet. Han tar det första lattbeslaget och sätter bakplattan på ena sidan duken och kroppen på andra. Kenneth inser att lattbeslaget precis som många andra har lösa skruvar med muttrar liksom många andra han har stött på. Det är pilligt och tar tid eftersom han med sina grova fingrar måste placera den lilla muttern på rätt plats på bakplattan, medan han med skruvdragaren ska placera skruven rätt i skruvhålen på kroppen. Tack vare hans erfarenhet går det hyfsat smidigt. Därefter ska han trä in lattan i lattfickan från mastliket av seglet för att sedan placera endan i lattbeslaget. Han inser nu att lattbeslaget hamnat något snett eftersom lattan hamnar snävt i infästningen i beslaget. Kenneth får åter lätta på muttrarna till segelfästet för att justera riktningen.

Julia - Fritidsseglare
Julia är 30 år gammal, och bor tillsammans med sin man Olle som är 33 år gammal i en 70 kvm villa ute på Marstrand. Julia och Olle träffades för 10 år sedan och har i år varit gifta i 3 år. Julia jobbar som personal chef på Grand Hotel Marstrand och trivs mycket bra med sina kolleger. Olle jobbar som kustbevakare och trivs också men

jobbar ofta obekväma tider vilket resulterar att de inte alltid får spendera så mycket tid tillsammans. Bägge gillar havet väldigt mycket och tillsammans äger de än 45 fot segelbåt som de mer än gärna seglar på sommaren men på grund av Olles jobb brukar det tyvärr inte bli den mängd segling de vill ha. Både Olle och Julia har litegrann seglat under deras ungdom, med andra ord har de hyfsad bra koll på hur det går till. Utöver seglingen är Julia en friluftsperson, hon tycker om att var ute och röra på sig men åker även gärna in till Göteborg med sin man eller vänner och hittar på något kul.

En solig sommar dag i juli

Klockan är 9 på morgonen den 1 juli och Solen skiner. Julias semester har precis startat, hon står i sin och Olles segelbåt och riggar upp seglet i väntan på att snart äntligen få åka ut och segla tillsammans med Olle. Olle har jobbat natt på sitt jobb som kustbevakare och är på väg hem med längtan av att till sist få sova. Olle har lovat Julia att de ska sticka ut med segelbåten efter han har sovit. Julia är nästan klar med riggningen och de hon har kvar är att montera är deras nya lattbeslag som de fick av en vän och att spänna upp lattorna. När hon monterar lattbeslagen tycker hon de går ganska lätt, deras lattbeslag kräver endast 6 skruvar per lattbeslag för att montera i seglet. Deras tidigare lattbeslag krävde även en massa skruvar vilket de inte var förtjusta i. Efter monteringen av alla lattbeslagen träder hon in alla lattorna i lattfickorna i seglet och därefter lägger hon i lattorna vinkelrät i beslagen. Hon trär sedan över alla luckor till beslagen och till sist spänner hon lattorna med lattbeslagen med en skruvmejsel. Det enda hon inte gillar med deras nya lattor är att spänningen sker bak på beslaget. Vilket gör att hon måste skruva intill seglet vilket hon tycker är krångligt men hon försöka tänka positiv och säger till sig själv att hon bara behöver spänna upp lattorna 1-2 gånger per år. Efter ca 20 min är hon klar med lattorna och deras beslag. Julia bestämmer sig då för att gå hem och pack i ordning lite kläder och mat inför hennes och Olles segling.

Leonardo - Rik och oerfaren seglare

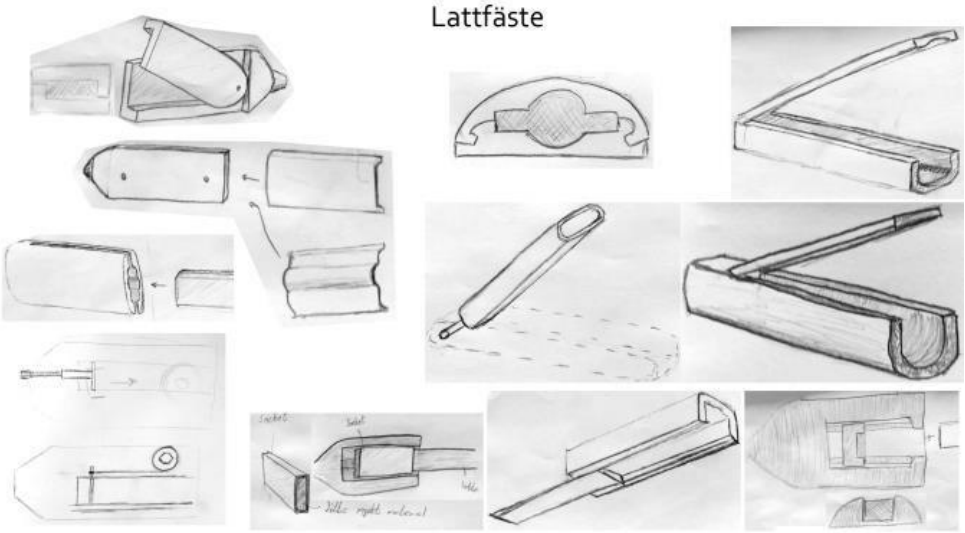
Leonardo är 56 år gammal, skild sedan 7 år tillbaka då hans ex-fru tyckte han jobbade alldeles för mycket och gav för lite tid till henne. Han är en egenföretagare som nu vid 55 års ålder lämnat sitt företag i andras händer och jobbar nu endast halvtid. Hans företag tillverkar Italiens lyxigaste kostymer, Leonardo hade ett stort intresse för kläder i sina unga dagar med detta intresse har minskat med åren. Leonardo bor i än lyxig lägenhet på 135 kvm i Venedig alldeles själv men med planer att flytta därifrån. Ursprungligen kommer han från Belluno, en mindre stad strax norr om Venedig. Enda sedan Leonardo var barn har han velat äga en egen segelbåt men genom hela sin uppväxt och arbetsliv har han antingen inte haft pengar eller tid till det. Men nu när började jobba halvtid gick han och köpte sig än Hallberg-Rassy 55 segelbåt som han har tänkt lära sig segla med. Efter han startade jobba halvtid har ett flertal olika intressen växt fram som han tidigare inte har haft tid för. Nästan alla dessa intressen är av det dyrare slaget som till exempel formel 1 racing och fallskärmshoppning.

Segling i medelhavet

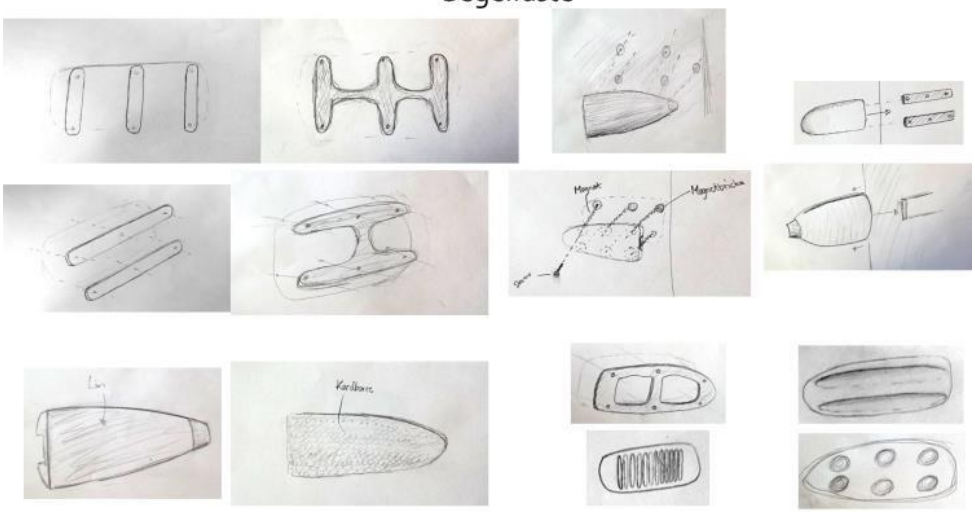
Leonardo är för första gången ute med sin segelbåt, hallberg-rassy 55. Det är den 15 maj och Leonardo har bestämt sig för att segla själv fram och tillbaka längs hela Italiens östra kust. Det blåser friskt. Han tittar ner på hastighetsmätaren och ser att båten går i ca 8 knop. Han sitter i sittbrunnen i båten och njuter av vinden som blåser han i ansiktet. Nästan riggen kan styras med hjälp av knappar som finns i sittbrunnen, detta gör det relativt lätt för Leonardo att segla själv. Efter han har seglat i ungefär 1 timme märker han att seglet inte ser optimalt ut och börjar fundera om han har möjligheten att justera detta. Leonardo plockar fram sin iPad där han har en instruktionsbok för segelbåten och söker på "optimering av segelform", då hittar han lattbeslag och läser att de kan justera lattorna i seglet vilket i sin tur formar seglet. Han ser i instruktionsboken var lattbeslagen är placerade och tänker att detta kan han lösa själv. Mitt ute till havs hissar han ner sitt segel och tar en närmare titt på beslagen och ser en symbol som tydligt visar att den har möjligheten att justeras. Han märker att för att kunna justera behöver han en insexnyckel vilket han fick höra av de han köpte båten av är bra att ha med. Han plockar fram insexnyckeln och börjar spänna lattorna, han vet inte hur mycket han ska justera så han drar åt tills han tycker det är lagom. När han sedan har spänt alla lattor hissar han upp seglet igen med en knapp i sittbrunnen och märker att segelformen ser bättre ut och han ser en ökad hastighet på hastighetsmätaren.

Bilaga 4 – Skisser

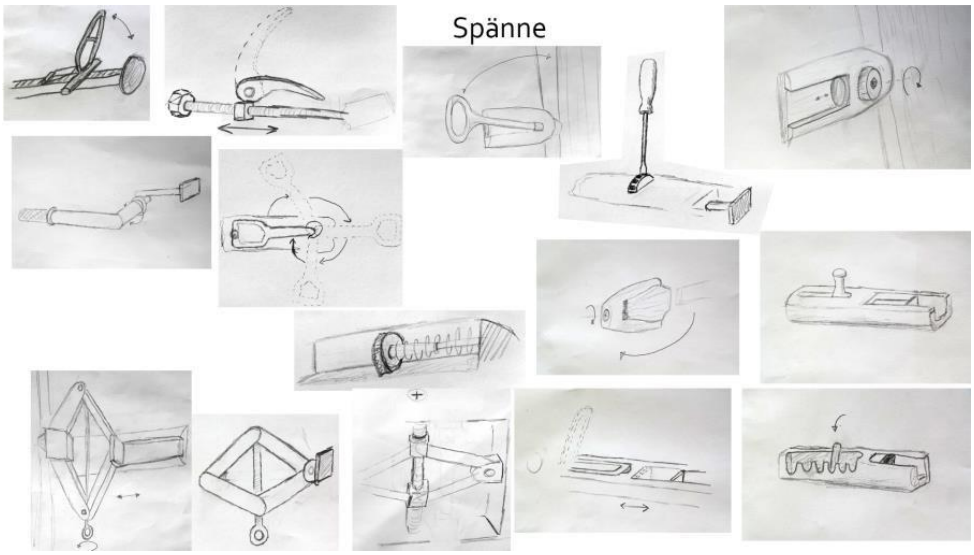
Lattfäste



Segelfäste



Spänne



Bilaga 5 – Definition av FMEA

Frekvens	1 = Inträffar inte alls
	2 = Liten risk att inträffa
	3 = Kan inträffa
	4 = Stor risk att inträffa
	5 = Inträffar
Konsekvens	1 = Inte allvarligt
	2 = Mindre allvarligt
	3 = Allvarligt
	4 = Mycket allvarligt
	5 = Extremt allvarligt
Upptäcks	1 = Upptäcks
	2 = Lätt att upptäcka
	3 = Kan upptäckas
	4 = Svårt att upptäcka
	5 = Går ej att upptäcka

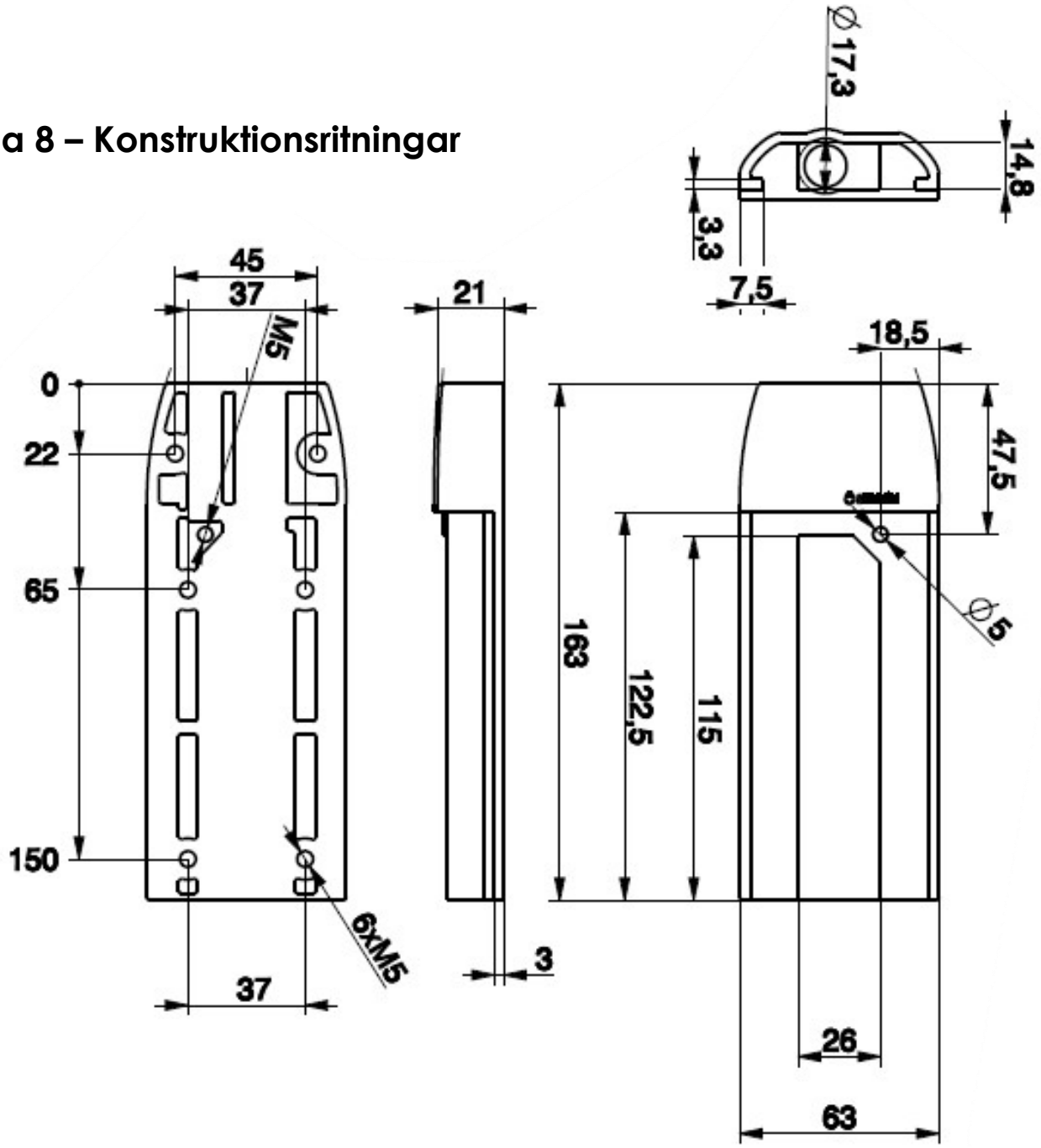
FEM

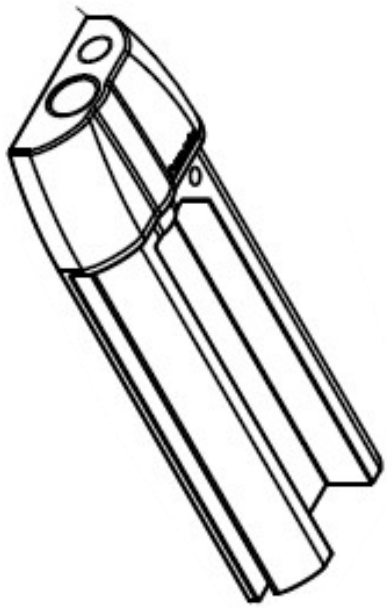
		Kropp						Lucka			
		Koncept A			Koncept B			Koncept A		Koncept B	
	Sträckgräns [MPa]	Spännkrage (MPa)	Lucka(bak) (MPa)	Vikt (gram)	Spännkrage (MPa)	Lucka(bak) (MPa)	Vikt (gram)	Lucka(bak) (MPa)	Vikt (gram)	Lucka(bak) (MPa)	Vikt (gram)
Glasfiberarmerad plast(PA66)											
Ascend Vydyne R513H	75	103	153	117	112	44	135	100	44	100	36
Ascend Vydyne R533	145	103	153	133	113	44	153	100	50	100	41
Ascend Vydyne R550	190	103	153	150	113	44	173	100	56	100	47
Glasfiberarmerad plast(PPA)											
EMS Grivory GVN35H	140	112	153	133	120	44	154	100	50	100	41
EMS Grivory GVX7H*	260	112	153	175	120	44	203	100	67	100	55
EMS Grivory GV5H	220	112	153	148	120	44	171	100	56	100	46
Kolfiberarmerad plast(PPA)											
THERMOCOMP RC006*	266	112	153	119	120	44	138	100	45	100	37
Aluminium Alloy T6											
6061	240	110	154	257	120	44	297	100	98	100	80
6063	170	112	153	254	120	44	294	100	96	100	79
6005	200	112	153	254	120	44	294	100	96	100	79
6082	260	112	153	257	120	44	297	100	98	100	80

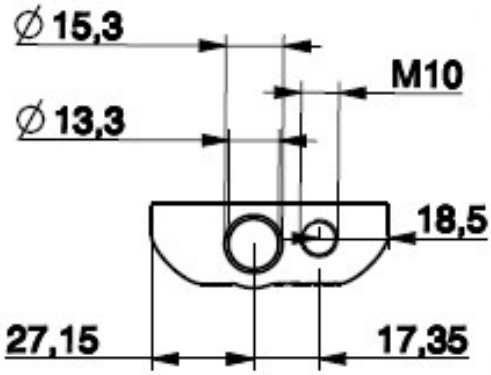
Bilaga 7 – Viktuppskattning av koncept

	VIKT (gram)		
Nr.	**Komponent**	**A**	**B**
1	Lucka	98	88
2	Kropp	148	171
3	Bak	30	40
4	Skruv	4	4
5	Skruv	4	4
6	Skruv	4	4
7	Skruv	4	4
8	Skruv	4	4
9	Skruv	4	4
10	Luckskruv	4	4
11	Luckskruv2	4	0
12	Hylsa	34	34
13	Bracket	30	30
14	Fläns	1	1
15	Fläns 2	1	1
16	Ring	1	1
		375	394

Bilaga 8 – Konstruktionsritningar

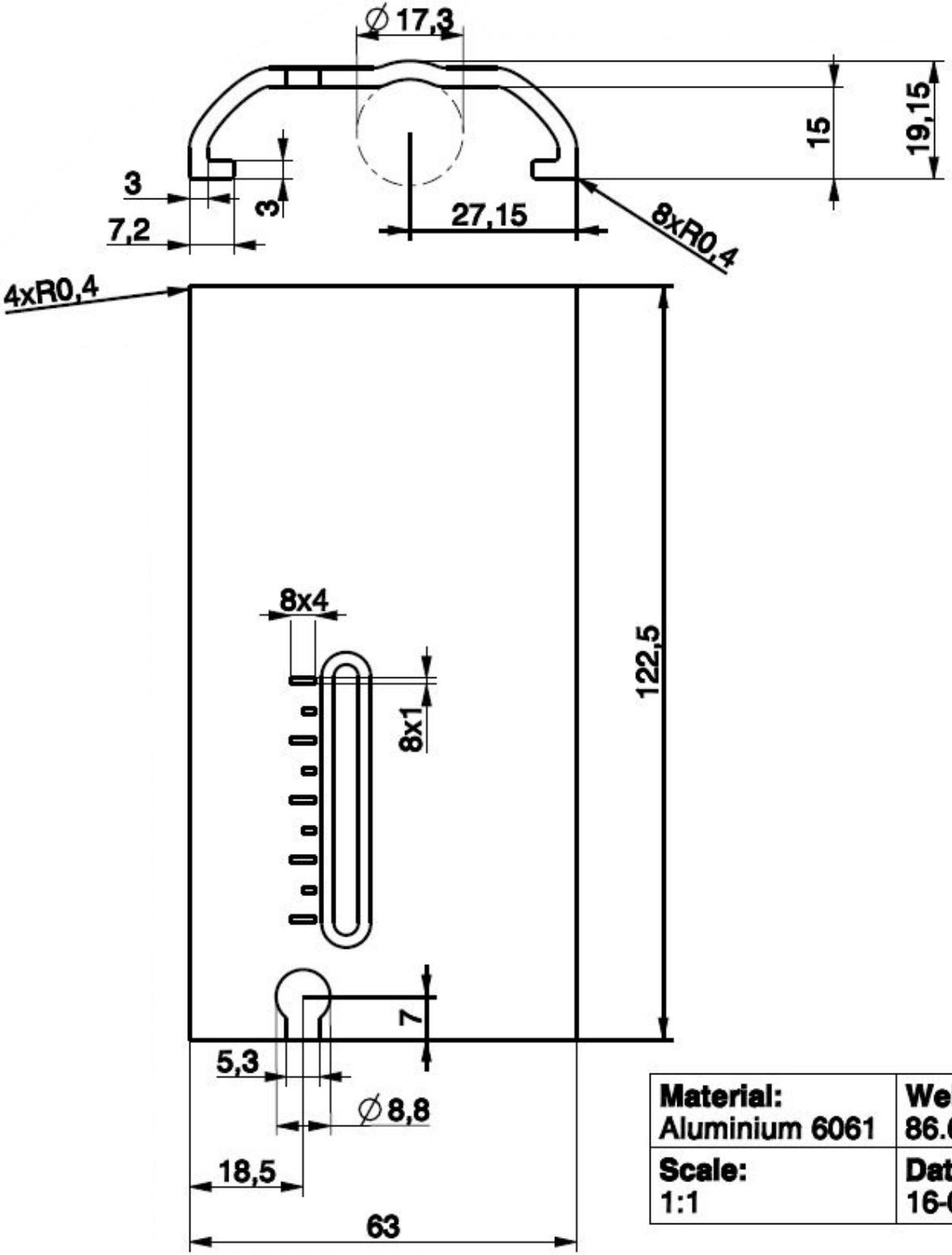


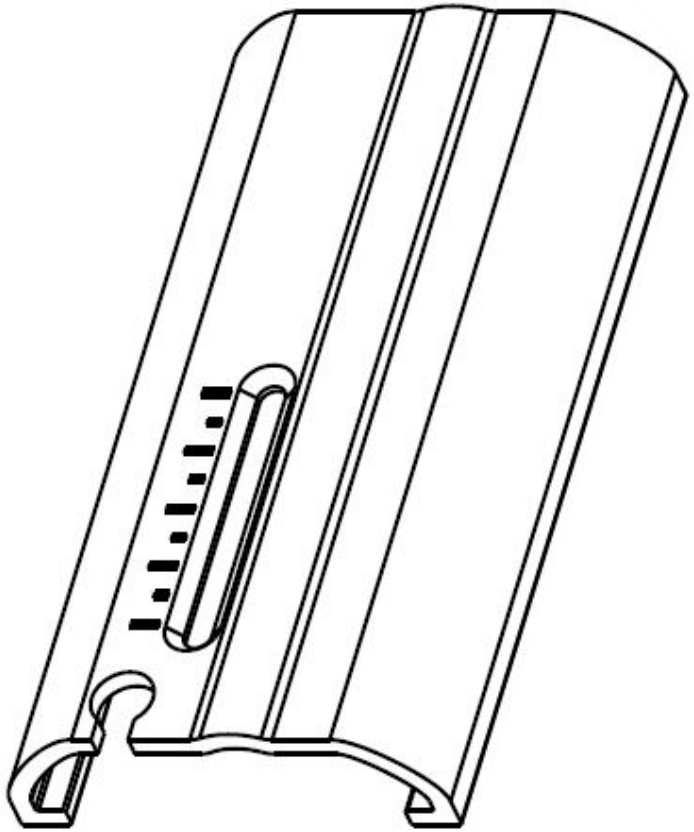




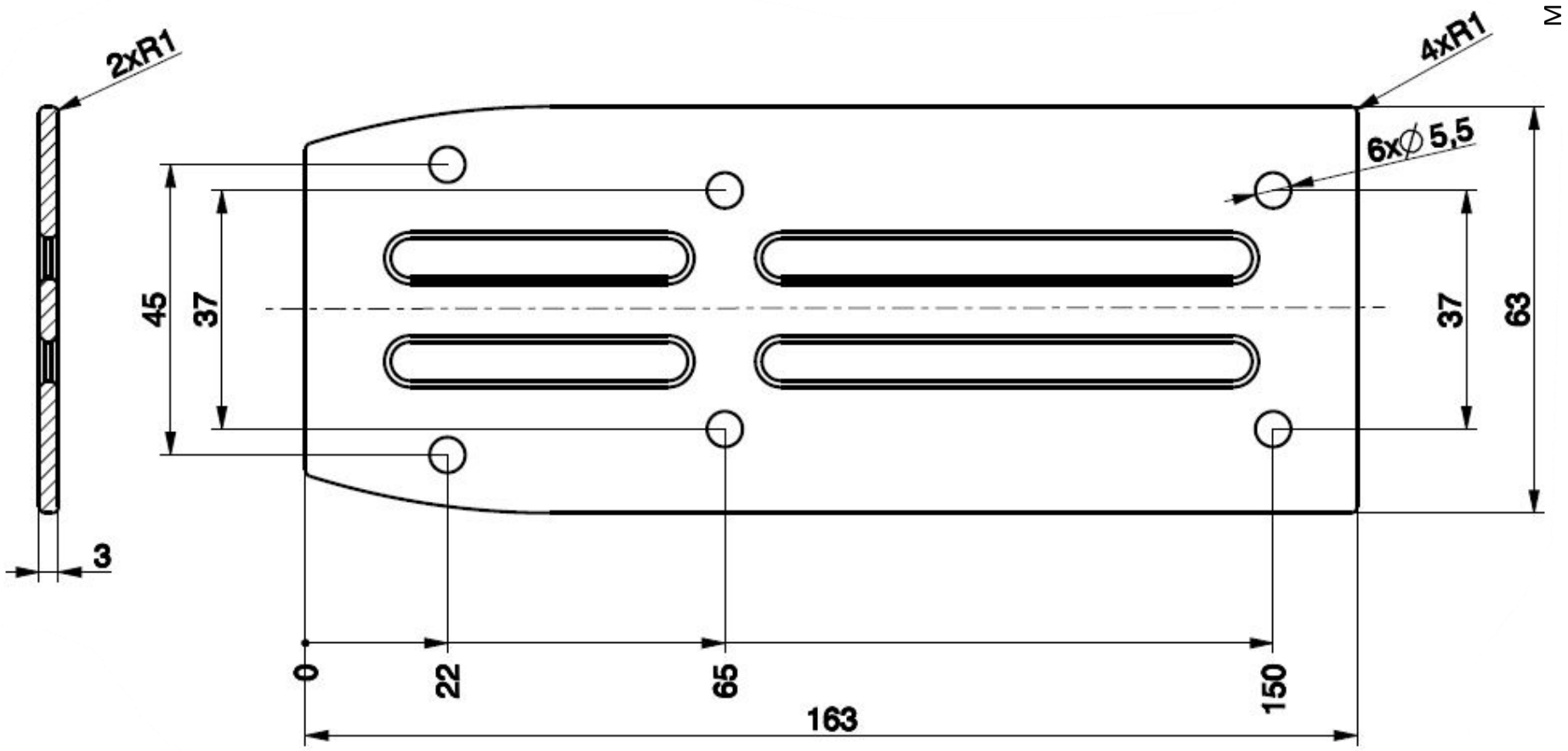
Material: Grivory GV5H	**Weight:** 122.05 g	**Volume:** 78.24 cm3	**Density:** 1.56 g/cm3	**First angle projection**
Scale: 1:2	**Date:** 04-05-27			

K

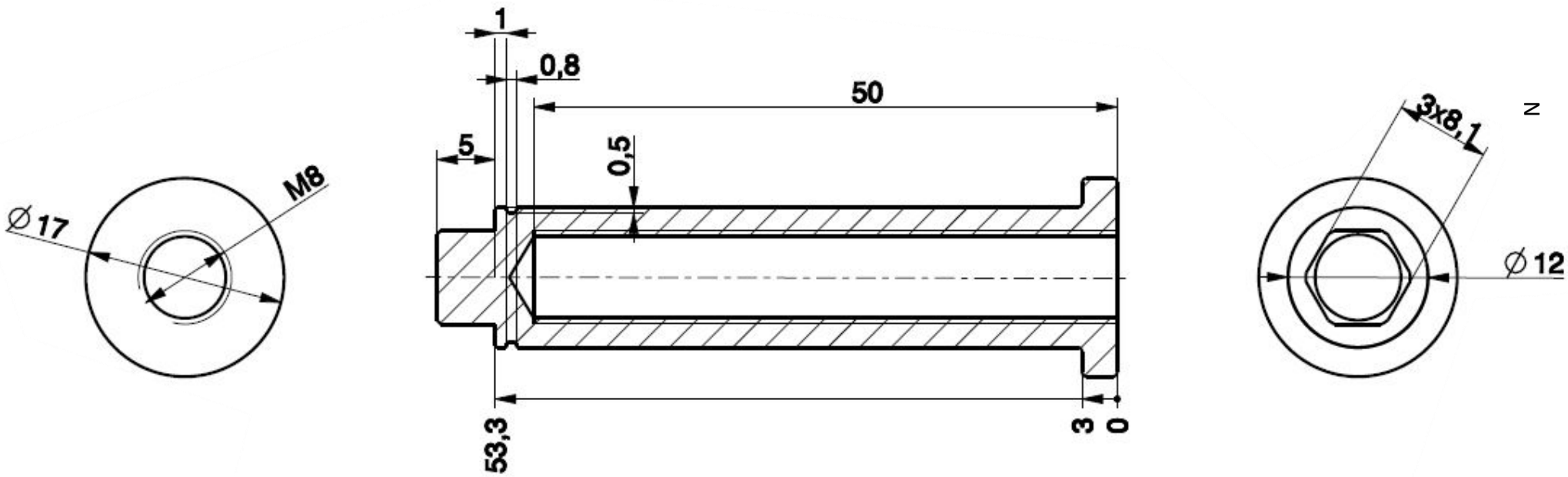


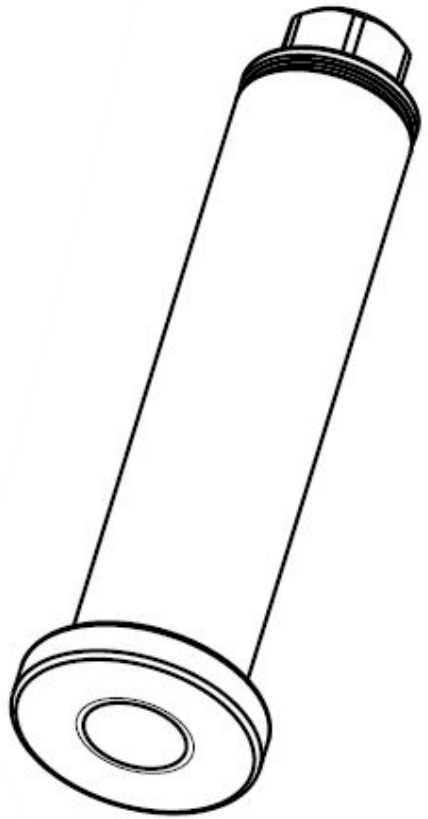


Material: Aluminium 6061	Weight: 86.67 g	Volume: 31.98 cm3	Density: 2.71 g/cm3	First angle projection
Scale: 1:1	Date: 16-05-27			

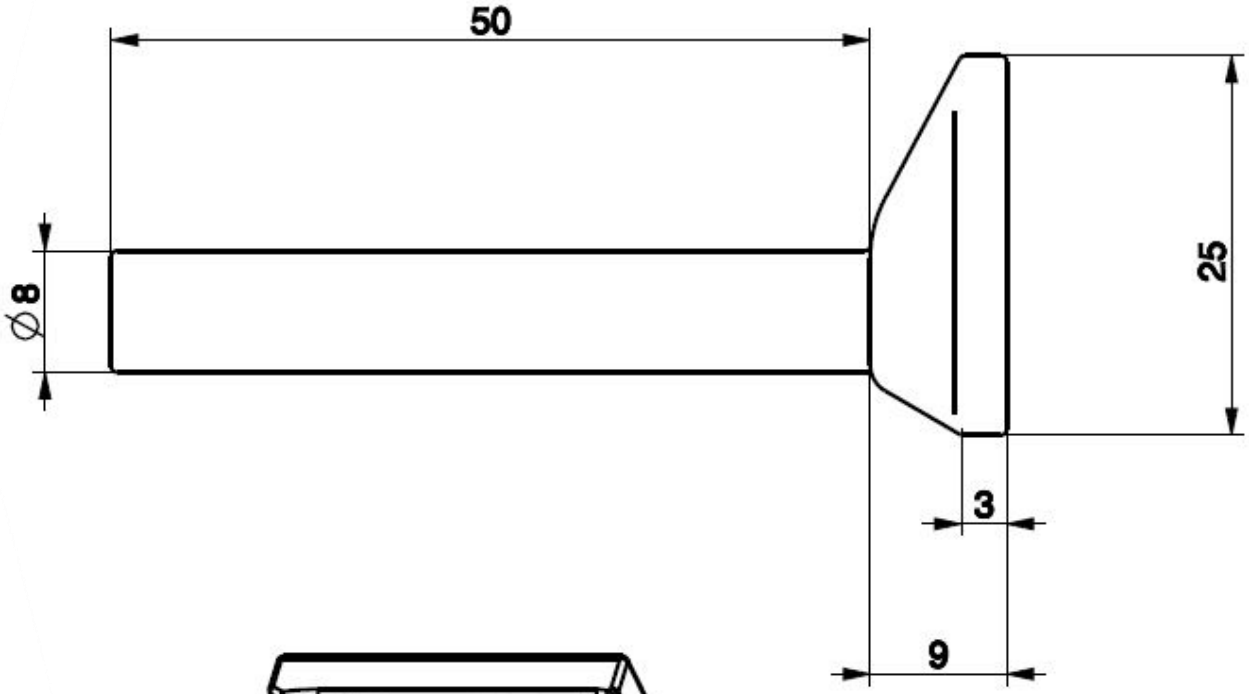


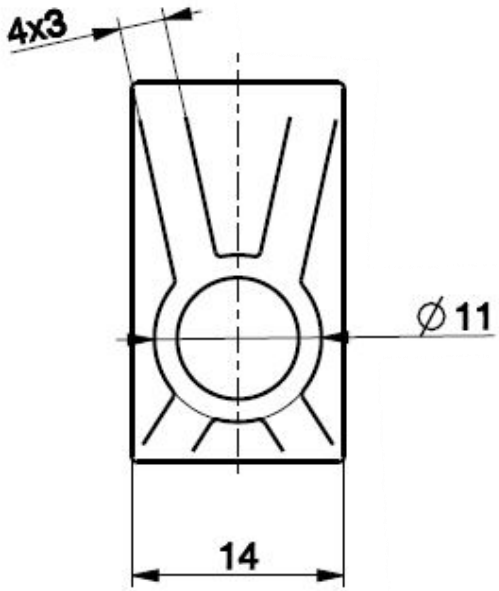
Material: Grivory GV5H	Weight: 38.88 g	Volume: 24.92 cm3	Density: 1.56 g/cm3	First angle projection
Scale: 1:1	Date: 16-05-27			

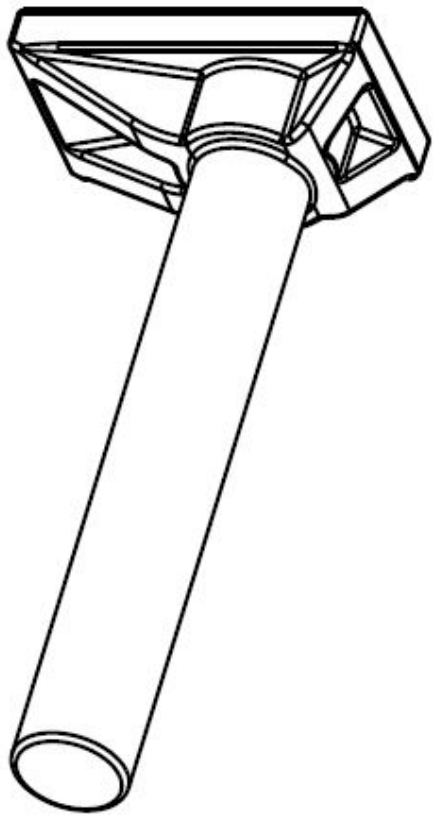




Material: AISI CF8M	Weight: 37.89 g	Volume: 4.72 cm3	Density: 8.03 g/cm3	First angle projection
Scale: 2:1	Date: 16-05-27			







Material: AISI CF8M	**Weight:** 37.38 g	**Volume:** 45.03 cm3	**Density:** 8.03 g/cm3	**First angle projection**
Scale: 2:1	**Date:** 16-05-27			