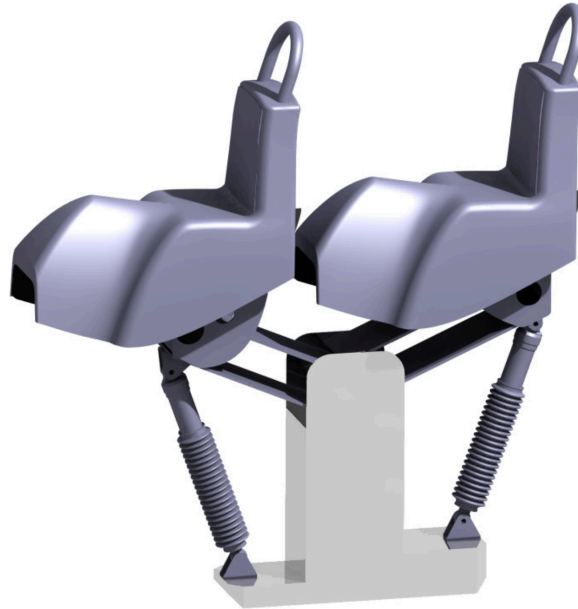




**CHALMERS**



# Konceptframtagning av dubbelsätessanordning för höghastighetsbåtar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

Nils Carlund  
James Taylor

IMSX20  
INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP

---

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2021  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)

Examensarbete 2021

# Konceptframtagning av dubbelsätessanordning för höghastighetsbåtar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

Nils Carlund  
James Taylor



**CHALMERS**

Institutionen för Industri- och Materialvetenskap CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021

# Konceptframtagning av dubbelsätessanordning för höghastighetsbåtar

©Nils Carlund, 2021

©James Taylor, 2021

Handledare: Gert Persson & Johan Ahlström, Institutionen för Industri- och  
Materialvetenskap

&

Carl Magnus Ullman, VD Ullman Dynamics

Examinator: Johan Ahlström, Institutionen för Industri- och Materialvetenskap

Examensarbete 2021 Institutionen för Industri- och Materialvetenskap

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg Sverige Telefon +46 (0) 31-772 1000

Framsida: Rendering av slutgiltigt koncept

Göteborg, Sverige 2021

## Sammanfattning

Denna rapport är skriven på uppdrag av Ullman Dynamics. Ullman Dynamics specialiserar sig på stötdämpande stolar till höghastighetsbåtar. Företaget har tagit fram en teknik med en fjäder och dämparenhet som verkar i 3 dimensioner. Genom att utnyttja två parallellt placerade bladfjädrar. De tillverkar idag enbart säten med en egen piedestal och infästning i durken på båten. Då det finns en marknadsefterfrågan på två säten monterade i en gemensam piedestal fäst i båtens durk startades detta projekt för att se över möjligheterna att använda och implementera Ullmans teknik på samma infästning i durken för två säten.

Arbetet har genomförts på Ullman Dynamics huvudkontor i Göteborg med hjälp av personalen på kontoret i ett tätt samarbete. Frågeställningar till projektet genererades tillsammans med företaget och lyder: 1. Går det att ta fram en upphängning av två säten som utgår från samma piedestal, är det möjligt utan att dämpningsförmågan försämras? 2. Finns det en lösning som möjliggör höjning och sänkning av sätet? 3. Kan en lösning tas fram där det ena eller båda stolarna kan fällas upp eller ner för att frigöra mer utrymme runt anordningen? Projektet behandlar till exempel inte design, ergonomi, utveckling av ny stol eller montering i durken på båten.

Genom en idégenerering togs 8 koncept fram som genom en konceptutvärdering rangordnades efter företagets kravspecifikation för att sedan komma fram till ett slutgiltigt resultat. Det slutgiltiga konceptet uppfyllde 2 av de 3 frågeställningar som projektet hade, där höj och sänkbarheten av båda stolarna lämnas till framtida utveckling. Det slutgiltiga konceptet bygger på 2 stolar som genom en lutning av den bakre stolen möjliggör en sned förskjutning av den främre stolen över den bakre stolen för att minimera utrymmet som anordningen tar upp på däck. Till det slutgiltiga konceptet skapades ett nytt fäste för stolen, ny lutningsfunktion av den bakre stolen och en ny piedestal för att geometrierna och lösningen ska fungera.

Concept development of a shock mitigating twin-seat configuration

NILS CARLUND, JAMES TAYLOR

Department of Industrial and Materials Science

Chalmers University of Technology

## **Abstract**

The following report is written on behalf of Ullman Dynamics and for Chalmers university of technology. In the report, the process of finding a solution for a new kind of suspension seat used in high-speed boats is presented.

Ullman Dynamics is a company located in Gothenburg, who specializes in the production and development of shock mitigating seats, designed for high-speed boat travel, with the main clientele being coastguards and naval institutions worldwide. Back injuries and fatigue are two of the main obstacles that must be cleared in this field, where weather conditions aren't within control and can heavily complicate things. Worsened weathers conditions can mean bigger waves, exposing the boat for bigger impacts and in return, its passengers. The Ullman Dynamics suspension seats are world leading in performance with a spring unit able to mitigate half the number and force of impacts endured.

Ullman Dynamics, whilst being a frontrunner in the world of shock mitigation never stops evolving and looking for new possibilities, new markets and technology reveals new challenges. As of today, the selection of Ullman seats is all mounted on an independent foundation to the hull. But with the existing demand of two seats mounted on a shared foundation, Ullman are eager to find a solution.

The central focus of this project is to explore the possibility of finding a solution to the problem at hand without the effect on the seats performance being too significant. Along with exploring the possibility of implementing a transformation of the seats to make room on deck when they aren't in use.

A result is achieved using methods of a concept development process, firstly getting acquainted with the technology and current selection. Followed by seeking documentation and inspiration from similar solutions. Generating and evaluating several concepts, to find a concept which best meets the requirements. Said concept follows a refining process to find potential flaws and make improvements. The resulting concept is presented as rendered pictures of the finalized 3D-model.

The report concludes with a discussion section regarding the strengths and weaknesses of the result, together with recommendations towards making further improvements to the product.

## **Förord**

Examensarbetet är utfört i Göteborg vid Institutionen för industri- och materialvetenskap på Chalmers Tekniska högskola. Examensarbetet är det sista momentet på högskoleingenjörsutbildningen inom maskinteknik. Arbetet är på 15 Högskolepoäng av totalt 180 på utbildningen vilket motsvarar halvtid över två läsperioder. Projektet är utfört åt Ullman Dynamics i Göteborg som säljer och utvecklar stötdämpande stolar till höghastighetsbåtar.

Vi skulle vilja tacka vår handledare Gert Persson och examinator Johan Ahlström, för all hjälp och vägledning under examensarbetet.

Vi vill även tacka vår handledare Carl Magnus Ullman på Ullman Dynamics för förtroendet och engagemanget i detta examensarbete. Slutligen vill vi tacka Jonathan Löfgren och Erik Djerf för fantastisk hjälp och frågestöd under arbetets gång.

Nils Carlund & James Taylor

## Innehållsförteckning

1. Inledning.....	7
1.1 Bakgrund.....	8
1.2 Syfte.....	8
1.3 Precisering av frågeställning.....	9
1.4 Avgränsningar.....	9
1.5 Terminologi.....	10
2. Teori.....	10
2.1 Stötreducering.....	11
2.2 Fjäder.....	14
2.3 Dämpare.....	15
3. Metod.....	17
3.1 Fastställande av problem.....	18
3.2 Problemlösning.....	18
3.3 Utvärdering av koncept.....	19
3.4 Vidareutveckling av koncept.....	20
4. Resultat.....	21
4.1 Fastställande av problem.....	22
4.1.1 Kravspecifikation.....	23
4.2 Problemlösning.....	25
4.2.1 Katalogmetoden.....	25
4.2.2 Konceptkatalog.....	27
4.3 Utvärdering av koncept.....	34
4.3.1 Elimineringsmatris .....	34
4.3.2 Fördjupning i koncept där tillräcklig information saknas.....	35
4.3.3 Pughmatris.....	39
4.3.4 Kesselringmatris.....	40
4.4 Vidareutveckling av valt koncept.....	42
5. Slutsatser och rekommendationer.....	50
6. Referenser.....	57
7. Bilagor.....	58

---

# **1. Inledning**

---

Kapitlet innefattar bakgrund, syfte, precisering av frågeställning och avgränsningarna som ligger till grund för arbetet.

## **1.1 Bakgrund**

År 1982 tjänstgjorde Johan Ullman som flottilj-doktor ombord på jagaren HMS Halland i den svenska flottan. Under sin tid ombord upptäckte han att över 80% av de som arbetat ombord på jagarens mindre motortorpedbåtar under niomånadsperioder upplevt ryggproblem i någon utsträckning. Då detta inte var något soldater eller passagerare kunde styra över, upplevde Ullman att det varken var hållbart eller rättvist.

Under sin vetenskapliga forskning på Sahlgrenska Universitetssjukhuset i Göteborg, tog han fram metoder och tekniker för att mäta stötar som en kropp utsätts för vid färd ombord på höghastighetsbåtar. Den svenska kustbevakningen kom till Ullman med en förfrågan om att ta fram teknik som kunde skydda människor från stötar till sjöss.

Genom sin forskning framställde Ullman ett revolutionerande säte som reducerade effekten av stötarna på människan. Den svenska kustbevakningen, det svenska sjöräddningssällskapet (SSRS), holländska sjöräddningen KNRM och Storbritanniens marinkår var de första organisationerna att standardisera Ullmans säten. Tre decennier senare är Johan Ullmans säten fortsatt världsledande i prestanda och kvalitet. Med över 15 000 säten i bruk, i fler än 70 länder världen över, är Ullman Dynamics standarden för stötdämpning och skyddet av människor inom marina yrken.

Med nya snabbare båtar kommer nya utmaningar. Kunderna efterfrågar effektivare, mindre och mer hållbara säten vilket leder till företagets vidareutveckling av nya produkter.

## **1.2 Syfte**

Arbetets syfte är att ta fram en ny stolsupphängning med en stötdämpningsanordning för två säten med en gemensam piedestal i durken på båten, detta uppnås genom en produktutvecklingsprocess. Konceptframtagning, utvärdering samt verifiering skall genomföras för att uppnå en konstruktion som ska eliminera behovet av två separata piedestaler

och infästningspunkter i durken, medföra någon form av hopfällning eller skjutning för att frigöra plats utanför användning. Om arbetet inte hinner nå hela vägen fram till en färdigkonstruerad produkt, skall ett konceptförslag till en lösning tas fram så att uppdragsgivaren kan ta det vidare.

### **1.3 Precisering av frågeställning**

Arbetet ska svara på följande frågeställningar listade nedan.

- Går detta att lösa utan att dämpningsförmågan försämras?
- Finns det en lösning som möjliggör höjning och sänkning av säten?
- Kan en lösning tas fram där det ena eller båda sätena kan fällas upp eller ner för att frigöra mer utrymme runt anordningen?

### **1.4 Avgränsningar**

Arbetet har tillsammans med handledare bestämts att inte behandla:

- Utveckling av sätestoppen
- Infästningar och montering i durken
- Utveckling ergonomi
- Designutformning

Arbetet omfattar de mekaniska samt den geometriska konstruktionen mellan säte och durken. Projektet avslutar i befintliga stolsfästen som ett säte kommer fästas på samt mått på bottenplatta. Genom återanvändning av företagets befintliga fjäderenheter och dämparvinklar behövs ingen simulering eller dämparverkningsberäkning för de vinklar som redan används i dagens modeller.

Arbete med samma fjädergeometri och dämparvinklar som dagens modeller eliminerar behovet av en effektivitetsberäkning på fjäderenheter och dämpar effektiviteten i olika vinklar. Projektet ska minimera antalet rörliga delar och hålla en hög standard för de påfrestningar som

modellen kommer utsättas för i sin verkningsmiljö. Detta gör att användande av rullningslager och dylikt är mycket svårt. Företagets fjäderenheter har en bestämd längd och en bestämd vinkel som tar upp sin yta, denna ändras inte på då det skulle kräva en ny omkonstruktion av en ny fjäderenhet med nya simuleringar och testningar.

Då stolarna gränslas över när en person sitter i dem är det inte möjligt att göra vare sig fjäderenheter eller piedestaler mycket bredare, detta då passagerarna ska ha plats för sina ben vid sidan av stolen.

Dämparen är konstruerad att ha en vertikal montering eller en montering med en mindre vinkel som på en Sisu-Compact stol i företagets utbud. Detta då dämparen tappar verkan när den har komprimerats om lutningen på fjädern är för stor då den inte längre verkar i vertikalled utan mer horisontellt. För att motverka att dämparen tappar verkan monteras den med en vinkel som är liten eller noll mot vertikalplanet.

## **1.5 Terminologi**

Beskrivning av ord och uttryck kopplade till rapporten:

Brackett – Infästningen mellan fjäderbladen och sätestopp

Piedestal – Det gemensamma fundamentet som håller båda stolarna med en infästning i durken

Durk – Golvet på båten

Kuvert - Den yta ett säte tar upp på däck

---

## **2. Teori**

---

## 2.1 Stötreducering

Ett centralt moment och vad hela Ullman Dynamics arbete kretsar kring är stötreducering, för förebygga skador och utmattning. De marina institutionerna såsom kustbevakningar är fält där arbetstagare speciellt utsatta för vibrationer och större stötar. Men de är inte ensamma, mekaniska vibrationer på kroppen är ett övergripande bekymmer i flera branscher. Två år efter millennieskiftet tog EU fram ett direktiv för att motverka skador och skydda arbetstagare utsatta för mekaniska vibrationer (Directive 2002/44/EC, 2021). Direktivet omfattade krav riktade mot arbetsgivare att vidta åtgärder för att möta villkor för en säkrare arbetsmiljö.

Kustbevakningar samt flottor är en av de miljöer där arbetstagare utsatt för ett stort antal mindre stötar samt lite färre kraftigare stötar, som bägge kan vara direkt skadliga samt över tid. Inom privat bruk och fritidsbåtar är riskerna markant lägre då man kan anpassa resor efter väderförhållande. Något som exempelvis kustbevakningar inte har privilegiet att göra, plötsliga uttryckningar kan vara nödvändiga och väderlek är utom ens kontroll. I dessa stunder är skillnaden mellan dämpande säten avgörande. För att demonstrera hur stora och många stötar man utsätts för, samt skillnaden ett stötdämpande säte kan göra genomfördes en analys (Trevor Dobbins, 2008).

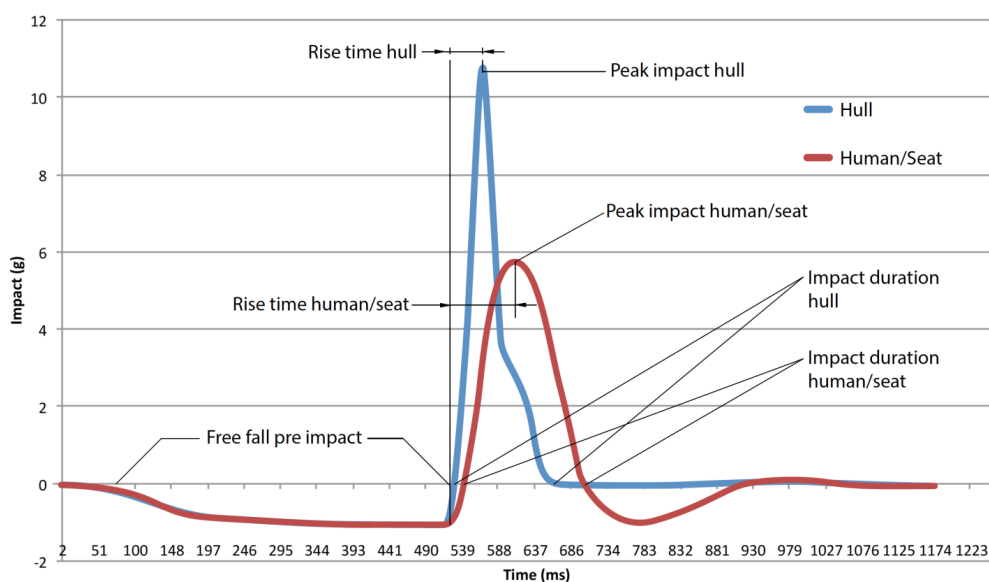
Analysen genomfördes genom att låta två identiska höghastighetsbåtar köra sida vid sida över en tre timmars period, detta gjordes i 40 knop i sjögång med vågor upp till 1.25 meters höjd. Den ena båten var utrustad med standard fixerade säten, medan den andra var monterad med kommersiella stötdämpande säten. Under dessa tre timmar uppmättes antalet stötar samt graden av varje stöt, detta gjordes med accelerometrar monterade på säten samt båtens däck.

Resultat av analysen presenteras i en rad jämförelser, en första jämförelse presenteras skillnaden i antalet stötar mellan durken och sätet på båten med fixerade säten. Där kan utläsas att durken utsätts för flera stötar, men endast upp till 5g. När det kommer till stötar över 5g är det sätet som utsätts för flest stötar av större kraft. I en andra jämförelse presenteras skillnaden i antalet stötar mellan durken och det stötdämpande sätet. Där klargjordes det att sätet kan reducera stötar av mindre magnituder helt då durken utsattes för ungefär dubbelt så många stötar än sätet. Samtidigt som sätet nästan inte utsattes för några stötar över 4g, samtidigt som

durken noterade flera stötar över 7g. I en tredje jämförelse ställs de två sätena mot varandra, där syns det tydligt hur stötarna uppmätta av det dämpande sätet avtar snabbt och sällan går över 4g, medan det fixerade sätet utsatts för en mångfald av stötar över 6g och enstaka stötar som sträcker sig över 10g.

Vid granskning av den högst avlästa stöt för respektive säte, görs en intressant notering. För sätet utan dämpning uppnås en högre g-kraft än vad däcket för samma båt gör. Det största avlästa värdet för däcket var 9,4g gentemot sätets 12,0g, alltså en skillnad på 28%, detta kan förekomma när två stötar inträffar tätt inpå varandra. Kroppen som fortfarande reagerar på den första stöten är på väg ner medan nästa stöt inträffar och två motsatt riktade krafter bidrar till en större g-kraft. Samma jämförelse på båten med dämpade säten visar betydligt mer gynnsamma resultat. Den största uppmätta kraft på däck mättes till 10,8g, medan sätet inte uppmätte någon stöt över 4,6g. Alltså en minskning på 57% gentemot däck.

Genom samma teknik av accelerometrar har Ullman Dynamics tagit fram följande graf för att demonstrera en jämförelse mellan säte/kropp och däck, samt visualisera händelseförloppet under en stöt. Den visar tydligt skillnaden av g-krafter som först durken utsatts för, sen hur pass mycket ett säte dämpar kraften och kurvan.



Figur 2.1. Händelseförlopp av en stöt mot båt samt passagerare i dämpat säte

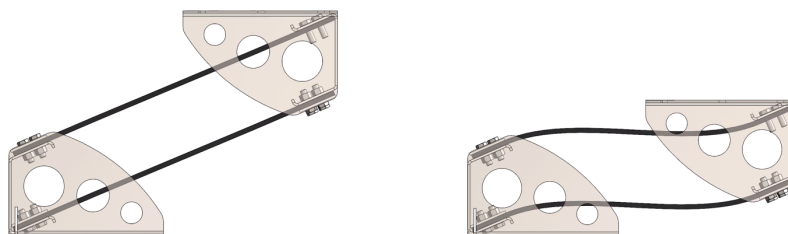
## 2.2 Fjäder

Ullman Dynamics använder sig av en fjäderenheter och en dämpare separerade från varandra i alla stolar i företagets produktutbud. Det innebär att de har en dedikerad dämpare och en dedikerad fjädringsenhet som tillsammans utgör den enheten som är stötdämpande under sätet. Fjäderenheter visas nedan i figur 2.2.



*Figur 2.2. visar hur fjäderenheter ser ut hos Ullmans befintliga produkter*

Fjädringsenheten består av parallellt placerade bladfjädrar med fasta infästningar som inte innehåller några rörliga delar. Genom att både den övre och den under infästningen av fjädern är fastsatt i en konstant vinkel böjer sig bladfjädrarna i en s-form vid en rak vertikal stöt. Se figur 2.3 som visar s-formen samt hur den övre bracketten håller ett horisontellt läge.

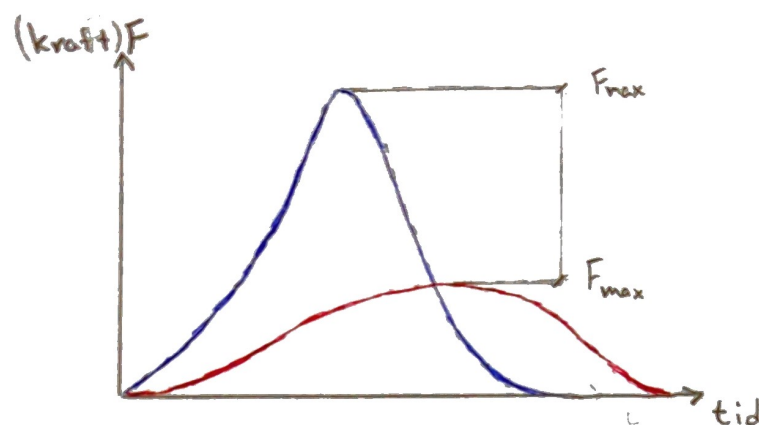


*Figur 2.3. rendering av Fjäderenheter under belastning.*

Då fjädrarna är infästa med samma vinkel med fasta vinklar i infästningspunkterna roterar inte stolen framåt eller bakåt vid en kompression i fjädern. Denna fjädergeometri möjliggör att fjädern kan verka och dämpa stötar i 3-dimensionella rörelser. Detta gör att fjädern har en verksam effekt även vid sidostötar och kast. Fjädern är konstruerad för att monteras längs med båtens riktning.

## 2.3 Dämpare

Dämparen till Ullman Dynamics stolar är en av de två komponenterna som dämpar en stöt genom båten till människan. Den är progressivt hastighetsberoende vilket innebär att om dämparen snabbt skulle tryckas ihop kommer motståndskraften vara högre, om den trycks ihop långsamt kommer den att vara mer följsam och lättare att trycka ihop. Detta gör att stolen aldrig når ett bottenat läge där dämparen är helt i hoptryckt. Dämparen är hydraulisk men har också ett gastryck. Detta för att minska impulsen genom stolen så att kraften fördelas över en så lång tid som möjligt oavsett hur stor kraften är. Det är detta Ullman Dynamics arbete kretsar kring, att impulsen som träffar durken mellan vatten och skrov, skall minimeras innan den når personer ombord. Figur 2.4 nedan demonstrerar tydligt vad som strävas efter, att minimera  $F_{max}$  och plana ut snabba kraftökningarna under en stöt.



Figur 2.4 Graf av en kurva med dämpad kraft

Dämparen verkar även på vägen tillbaka upp efter en kompression i dämparen som gör att den medåkande personen inte slängs av sätet i en kraftig stöt. Figur 2.4 visar en bild på hur fjäderenheten och dämparen sitter på ett Compact säte.



*Figur 2.5. Studiobild på ett Compact säte från företagets utbud. (Ullman-Dynamics, Ullman Dynamics, 2021)*

Som beskrivet i 1.3 avgränsningar så är dämparen konstruerad för att monteras i vertikalled under stolen för att ha bästa möjliga verkan för att dämpa stöten i alla kompressionshöjder. Företaget har en modell Sisu Compact som har en vinklad dämparenhet. Sisu Compact är en modell som genom att fälla upp stolen minskar de däcksutrymme som stolen tar upp bakom infästningspunkterna i däck i båten. Denna modell på stol är testad för att ha en vinkel på dämparen utan att tappa verkan under en lång kompression. Då fjädern komprimeras ändras vinkeln på dämparen från vertikal mot horisontell. Förmågan att dämpa en stöt minska för varje grad den vinklas mot horisontellt läge där den i helt horisontellt läge inte har någon verkan i vertikalled. Då Sisu Compact är utvecklad och testad av företaget kan slutsatsen om att en vinkel likt vinkeln på Sisu Compact är möjlig och applicerbar på den modell som genereras.

---

## **3. Metod**

---

I metodkapitlet handläggs de val som görs och tillvägagångssätt som använts under arbetsgång.

### **3.1 Fastställande av problem**

Efter en kortare digital konversation med VD Carl-Magnus Ullman gick startskottet för arbetet med ett besök hos företaget i Långedrag. Det första mötet innefattade att formulera ett problem som önskas lösas, sätta upp en tidsram för projektets start och slutpunkt. Initiala mötet inkluderade även en genomgång av företagens produktlinje och verksamhet.

I de inledande mötena med företag och handledare preciserades även de frågeställningar som skall besvaras under arbetet. Förtydliga vilka moment som skall behandlas, likaså inte behandlas genom att sätta upp avgränsningar.

Tidigt i processen tog företaget fram en detaljerad kravspecifikation med samtliga krav och önskemål för vad ett tänkt slutgiltigt säte i produktion skall uppfylla. Denna kravspecifikation uppdaterades och reducerades med de avgränsningar som tagits fram, detta gjordes för att eliminera de krav och önskemål som ej kommer behandlas under arbetets gång.

### **3.2 Problemlösning**

Med kunskap om vilka problem som skall lösas, vilka krav samt önskemål som eftersträvas, kunde en idégenereringsprocess inledas. I denna process utnyttjades *katalogmetoden* som ett underlag och hjälpmedel till den fria idégenereringen.

Som ett stöd för det kreativa tänkandet användes katalog- eller litteraturmetoden (H. Johannesson, 2013). Katalogmetoden är väldigt simpel och utnyttjas ofta utan att tänka på det. Metoden går ut på att söka redan befintlig information och befintliga lösningar till liknande problem, för att alstra inspiration och väcka egna idéer. I detta arbete söktes information från konkurrenters lösningar, Ullman Dynamics bibliotek av 3d modeller samt produktritningar fanns även till förfogande att studera.

Med en klarare uppfattning om problemets natur och likartade lösningar, tillsammans med Ullmans Dynamics bibliotek som stöd kunde en konceptgenereringsprocess börja ta form. Konceptuella ritningar togs fram med lösningar som använde diverse tekniker för att lösa problemet. Med produktritningar användes även spartanska metoder som att klippa ut säten för att pröva olika geometrier och kombinationer.

### 3.3 Utvärdering av koncept

Från konceptgenereringen skapades flertalet koncept för utvärdering och djupare undersökning. För att nå fram till en slutbedömning av vilket koncept som skall vidareutvecklas krävs en sällning och rangordning av samtliga koncept som underlag för att komma fram till ett beslut. Detta uppnås genom en rad olika beslutsmatriser.

Som ett första steg i utvärderingsprocessen utnyttjades en elimineringsmatris (H. Johannesson, 2013). Detta för att effektivt sortera ut de koncept som potentiellt inte uppfyller kraven eller är realiserbara. I ritningsstadiet kan det vara en näst intill omöjlig uppgift att avgöra om exempelvis ett koncept är geometriskt realiserbart, därför tas vissa av koncepten vidare till en 3d miljö där de kan undersökas närmre.

Därefter genomfördes en utvärdering med Pughs relativa beslutsmatris (H. Johannesson, 2013), matrisen är ett verktyg som används för att jämföra huruvida bra ett kriterium eller önskemål uppfylls av varje individuellt koncept. Ett av de kvarstående koncepten från en tidigare sällning väljs som referenslösning, därefter jämförs alla koncept mot referensen om det uppfyller aktuellt önskemål bättre (+), lika bra (0) eller sämre (-) än referenslösningen. Poängen från samtliga önskemål sammanställs till ett nettovärde för varje koncept, detta nettovärde rangordnas sedan för att skapa en uppfattning om vilket koncept som är starkast. Pughs matris genomfördes i en andra iteration, i den andra matrisen byttes referenslösningen ut för att styrka den rangordning som erhålls från första matrisen.

Kesselrings viktbestämningsmatris (H. Johannesson, 2013) utnyttjades även i ett sista steg av utvärderingsprocessen. I Kesselringsmetoden ges de väsentliga önskemålen en värdering, i detta arbete tilldelades de vikten från kravspecifikationen. Med en vikt på varje önskemål bedöms varje koncept hur bra det uppfyller sagt önskemål och jämförs sedan mot en ideal lösning som har maxpoäng i varje avseende. Resultatet blir en rangordning av varje koncept

och den bästa lösningen kan väljas. Utvärderingen med Kesselrings matris genomfördes med målet att utöka underlaget för att nå ett beslut och fastslå att rätt koncept valts.

Parallellt med utvärderingsprocessen fördes nära dialog med handledare samt konstruktörer på Ullman. Dialogen fördes i form av diskussion om att valda koncept är något som kan realiseras och en lösning som Ullman har förtroende för.

### **3.4 Vidareutveckling av koncept**

Följt av utvärderingen samt valet av ett koncept, genomfördes en vidareutveckling och finslipning av tidigare nämnt koncept. Den större delen av vidareutvecklingen och detaljkonstruktionen gjordes även i Catia (Catia V5, 2006). Catia ansågs vara det naturliga valet av verktyg, då stora delar av konceptgenereringen samt utvärdering redan utförts i Catia. Utöver detta eftersträvades konstruktionen att maximera återanvändningen av Ullmans befintliga komponenter, som alla fanns till förfogande i Catia.

Vidareutvecklingen genomfördes med mål att uppnå en slutkonstruktion att överlämna till uppdragsgivaren. Slutkonstruktionen omfattar en 3d modell, med slutgiltig geometri och utseende.

---

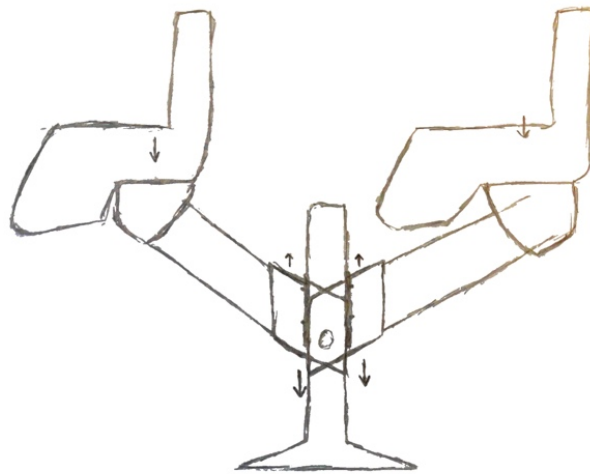
## **4. Resultat**

---

I detta kapitel utvärderas koncepten mot varandra som leder till ett slutgiltigt koncept som presenteras.

## 4.1 Fastställande av problem

Under första mötet med företaget genererades en skiss, bilden skulle ge ett första intryck av vad projektet skulle utgöra. Vid genereringen av bilden ville företaget inte delge vilka tankar de redan hade kring projektet. Detta då de ville ha en öppet antagande på projektet. Figur 4.1 visar den skiss som genererades under mötet.



Figur 4.1: Första ritning av problemet

Första dagen och första mötet med företaget genererade en problemformulering som bestod av frågor som projektet skulle besvara. Frågorna kring projektet uppkom genom en projektbeskrivning kring konstruktionen av den nya upphängningen samt en ritning på de tankar och idéer företaget hade på projektet. En genomgång av företagets befintliga utbud och de önskemål de hade på en ny produkt i deras utbud skapade följande frågeställningar:

*Går det att ta fram en upphängning av två säten som utgår från samma infästningspunkt i durken, är det möjligt utan att dämpningsförmågan försämras?*

Ullman Dynamics jockeystolar har en unik konstruktion för dämpningen av sätet med sina två bladfjädrar och en dämpare som är en beprövad och framgångsrik lösning. Genom att använda sig av den befintliga fjädervinkeln samt den befintliga infästningsgeometrin kring fjädrarna kan

man uppnå samma dämpningsförmåga som de befintliga stolarna på marknaden. Dämparens geometri har idag en vertikal placering på jockeysätena och på Sisu Compact sätet har den en liten lutning. Om fjädern konstrueras med en lutning kan följderna bli att dämparen tappar viss verkan. Om konstruktionen leder till en geometri med dämparen som bygger på en större vinkel än Sisu Compact sätet kräver det en dämpningsberäkning för att se att dämparen är tillräckligt verksamt i belastat läge.

*Finns det en lösning som möjliggör höjning och sänkning av säten?*

Går det att bygga in en höjjustering i sätet för att möjliggöra en åkposition i anpassad höjd för den medåkande personen. Denna justering skulle kunna sitta på den gemensamma infästningen i durken så att den påverkar båda stolarna eller justering av varje stol enskilt.

*Kan en lösning tas fram där det ena eller båda sätena kan fällas upp eller ner för att frigöra mer utrymme runt anordningen?*

Att flytta eller fälla upp en eller båda stolarna i den nya konstruktionen för att skapa mer utrymme ombord på båten när stolarna inte används. Målet med frågan är att från en bra verksamt position där stolarna har en bra användbar geometri i det utfällda belastningsläget kunna fällas ihop och göra den använda däcksytan mindre på båten genom att ändra geometrin på stolarna. Stolarna behöver inte vara verksamma i hopfällt läge.

Utrymme ombord kommer benämnas som modellens kuvert ombord vilket avser den ytan som modellen tar upp sett uppifrån. Den tar alltså inte hänsyn till höjden på modellen då den inte anses vara ett problem på de båtar där denna stolsmodell förväntas appliceras. Kuvertet blir då definitionen på längden och bredden av modellen.

#### **4.1.2 Kravspecifikation**

En omfattande kravspecifikation togs fram av företaget, se bilaga A. Kravspecifikationen genererad av företaget har reducerats med avgränsningarna beskrivna i 1.4. Reduceringarna gäller främst de krav/önskemål gällande sätestoppen samt infästningarna i durken. Den nya kravspecifikationen är sorterad med uppdelat krav och önskemål. Detta för att göra det tydligare att överskåda. I kravspecifikationen, se tabell 4.1 nedan, finns två uppdelningar, krav som har

högst prioritet och är ett krav att de uppfylls i projektet samt önskemål som önskas uppfylla med projektet. Önskemålen har en viktning mellan 1-4 efter hur viktigt önskemålets uppfyllnad är med projektet där 4 är viktigast och 1 är minst viktigt.

Tabell 4.1. Avgränsad kravspecifikation

Funktion/krav	Vikt	Kommentar
Krav		
Dubbelmontage	K	Två stolar på en piedestal
Vertikal stroke	K	150mm, Utrymme nertill för den vertikala dämpningsrörelsen
Hålla professionell standard	K	Hålla likvärdigt utförande motsvarande Ullman Dynamics befintliga säten, med livslängder på 10+ år
Önskemål		
Platsbesparing	3	Däcksparande utförande/transformation
Vertikal stroke	3	200mm+
Symmetrisk prestanda	4	Främre och bakre säte med samma dämpande prestanda
Möjliggöra höjdinställning	3	50 mm
Kuvert	2,5	Minsta möjliga monterat kuvert på däck
Minimera rörliga delar	3	Antalet rörliga delar
Minimera miljöpåverkan	2	Miljöpåverkan för produktionen
Retrofit	2	Möjliggöra montering av existerande sätestoppar/fjäderenheter
Montering	4	Möjliggöra montering utan specialverktyg
Minimera produktionskostnad	4	Produktionskostnad under 10000kr
Användarvänlighet	4	Lättanvänd stolstransformation

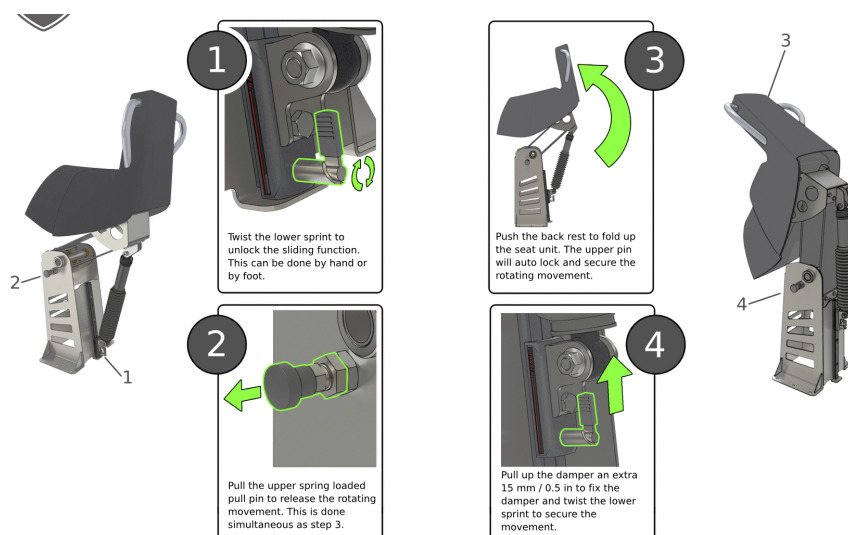
## 4.2 Problemlösning

I följande avsnitt presenteras resultatet från problemlösningen, genom fri idégenerering och med hjälp av katalogmetoden.

### 4.2.1 Katalogmetoden

Inspirationen till idégenereringen och konceptframtagningen, tillfördes till största del från utnyttjandet av katalogmetoden. Då Ullman Dynamics i dagsläget inte har en produkt med två säten monterade på en gemensam piedestal, finns det konkurrenter som erbjuder just det. Katalogmetodens användning innebar att hämta inspiration från dessa konkurrenters metoder för att lösa problembeskrivningen. En av de lösningar som studerades närmre var framtaget av konkurrerande företag baserat i Kanada. De hade lyckats ta fram en spännande dubbelsäteskonfiguration med gemensam piedestal. Lösningen innefattar en konfiguration där en mittpiedestal med spår på vardera sida, där sätena sitter monterade och kan röra sig i vertikalled med stötarna. Vertikala spår medför dock en del begränsningar i att den exempelvis endast tar upp stötar i vertikal led, men med sina begränsningar har lösningen även fördelar. Konfigurationen är mycket platsbesparande i utfällt läge och kan fällas ihop ytterligare så att den endast tar upp 828 [mm] på däck. Då mångfalden av komponenterna är unika och centrala i Ullmans säten finns det inte mycket att hämta i någon större utsträckning. Men deras platseffektiva lösning kunde utnyttjas som en mätstolpe för framtida lösningar att jämföras mot.

Utöver konkurrenters lösningar fördjupades kunskaperna inom Ullmans befintliga utbud av dämpande säten. Här samlades information av bilder från hemsidan, men mer konkret i form av ritningar samt 3d modeller i cad miljö. En modell som väckte ett större intresse var sätet vid namn Compact Sisu, som kan ses nedan i figur 4.2.



Figur 4.2: Bild av Sisu-säte och dess funktioner (Ullman-Dynamics, Ullman dynamics, 2021)

Compact Sisu ansågs innehålla flera element av vad kravspecifikationen efterfrågade. En kompakt design och en smart, användarvänlig hopfällbar funktion med få rörliga delar. Med dessa egenskaper sågs stolen som högst intressant och om ett eller flera av elementen kunde återanvändas i en konfiguration med två säten skulle det vara fördelaktigt.

Utöver Sisu Compact, finns flera säten inom kategorin Jockey hos Ullman Dynamics, merparten har en liknande utformning med några mindre skillnader. Samtliga jockeysäten har ett mer eller mindre likvärdig piedestal fäst i durken och skillnaden ligger i sätestoppen. En modell har namnet Biscaya, se bilaga B, och är aningen större än ett compact säte, med en större sittyta samt en högre rygg. Patrol heter ett säte med ytterligare bredare säte, samt en högre utgångshöjd på sätet för en mer upprättstående position, se bilaga C. Samtliga sätestoppar kommer i en variant kallad Bulldog, där nosen av sätet är bortkoplat för att kunna placera säten närmre in tätt på varandra eller skapa utrymme nertill.

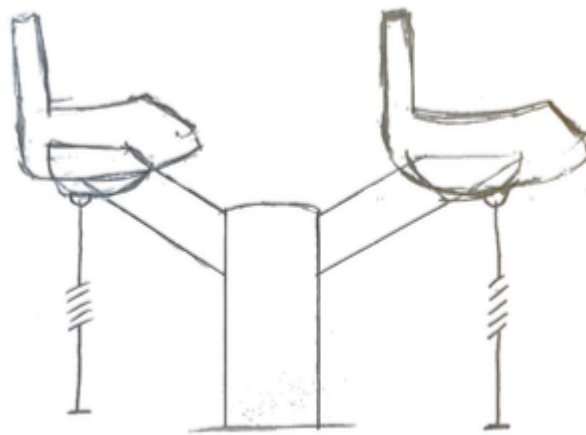
Vid sidan av sina säten erbjuder Ullman Dynamics flertalet tillbehör med sina säten, såsom handtag, bälten och fotstöd för att nämna några. Ett tillbehör som uppmärksammades extra var det som kallas slider, se bilaga D, en variant av spår som kan fästas mellan säte och durk för att möjliggöra förflyttning av hela sätet i färdriktning. Att kunna skjuta säten eller möjligen bara delar av sätet och möjligheterna det öppnar ansågs vara spännande.

## 4.2.2 Konceptkatalog

I följande kapitel presenteras de koncepten som är framtagna med en signifikant funktion eller geometrisk lösning på problemställningen. En utsällning är gjord bland alla koncept som är framtagna och har mycket gemensamt eller identiska lösningar på problemet. De utsållade konceptens skillnader kan komma att lyftas om ett likt koncept tagit sig genom urvalsprocessen med bra resultat.

### Koncept 1 – K1

I koncept 1 testas de geometriska möjligheterna till att använda 2 fjäderenheter som utan förändring monterats på samma piedestal. En skiss på konceptet visas i figur 4.3.



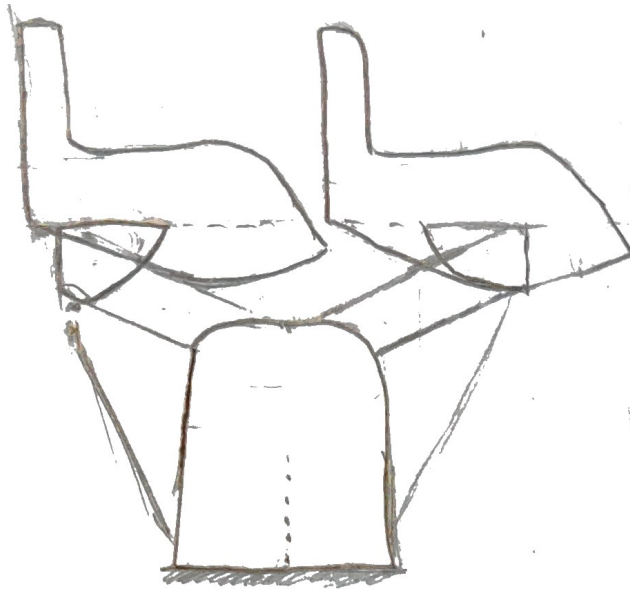
*Figur 4.3: Första ritning av Koncept 1*

Konceptet skapades för att testa de geometrierna som gavs under projektets första möte med en enkel skiss på två stolar monterade på samma infästning i duken. Detta koncept uppfyller önskemål på en gemensam infästning till båda stolsupphängningarna. Bladfjädrarna behåller sin vinkel som de vanligtvis verkar i samt dämparen fästs vertikalt under stolen liksom på företagets jockey-säte modell Biscaya. Sätena till konceptet är två stycken Biscaya säten som fästs i båtens riktning. Konceptet är inte hopfällbart eller höj och sänkbart i sätena då det är en fast konstruktion.

Modellering i 3d miljö i programmet Catia V5 ger en uppskattning av kuvertet och de geometrier som är svåra att ta fram i en 2d skiss. Modellmått från stolsryggen bak till främre delen av stolen fram visar att nyttan kuvertmässigt med att sätta stolarna på samma piedestal inte är lönsamma.

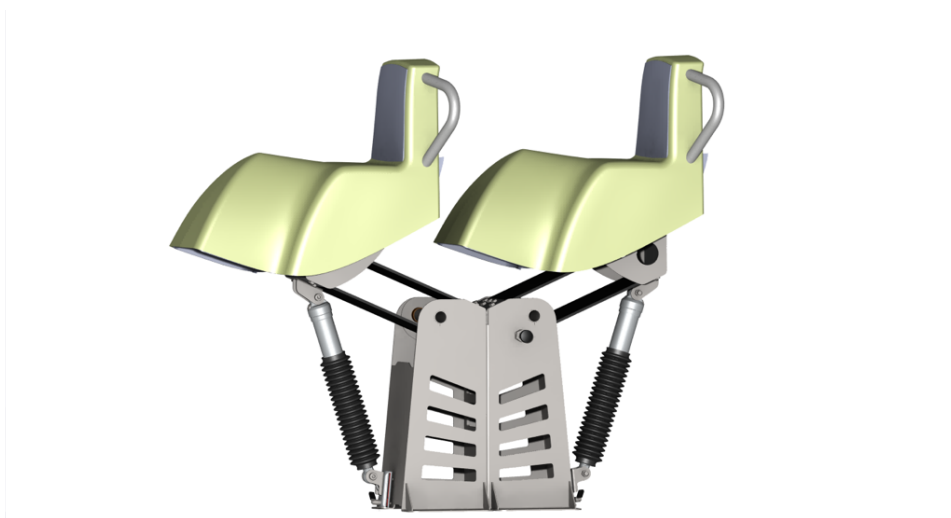
## Koncept 2 – K2

Koncept 2 testar återanvändningen av företagets befintliga modell som heter Sisu Compact. Denna sätesmodell är ett jockeysäte med en hopfällbar lösning som minimerar kuvertet på däck. I konceptet sattes 2 sisustolar mot varandra med en av stolarna vänd 180 grader vilket gjorde att båda sätena var riktade åt samma håll. I figur 4.4 är en skiss av konceptet.



*Figur 4.4 Skiss koncept 2*

Detta koncept använder sig av samma fjäder- och dämparkonstruktion som ett enkelt säte vilket gör att systemet är beprövat i dagens produkter och tillhandahåller den dämpnings-förmåga som efterfrågas av företagets produkter i användbart läge.

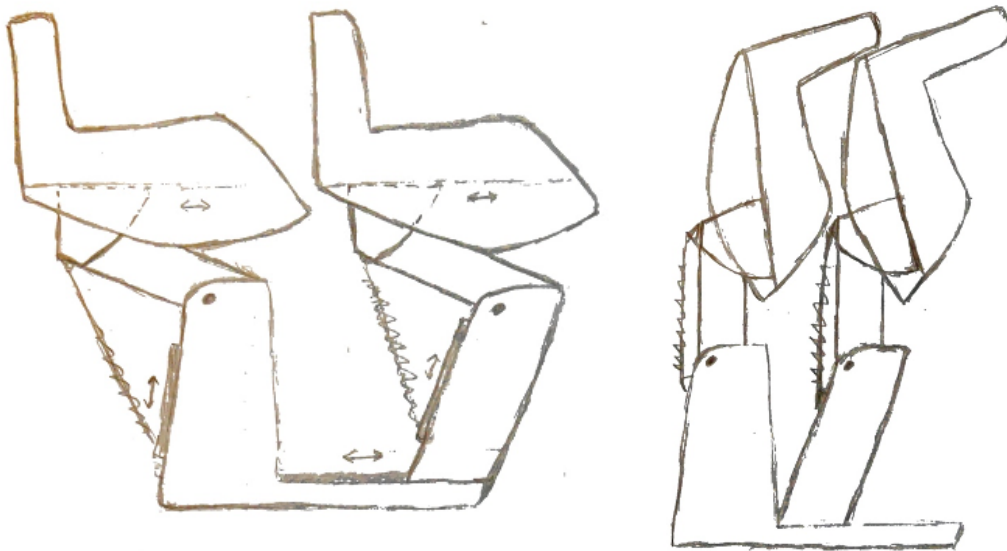


*Figur 4.5 Renderad 3d-modell av koncept 2*

Modellen skapades i 3d miljö för att testa de geometriska möjligheterna till att fälla upp stolarna för att minska modellens kuvert på däck. Geometrin i modellen möjliggjorde ungefär 3cm uppfällning vilket anses lite. Platsbesparingen är mindre i jämförelse med två individuellt placerade Sisu-Compact stolar från företagets befintliga produkter.

### Koncept 3 – K3

Detta koncept återvinner den fundamentala mekanismen från Ullmans befintliga sätesmodell “Sisu” med kompletterande funktioner för att uppfylla önskemålet om platsbesparing. Sisu-sätets uppfällningsteknik ses som en effektiv och lättanvänd befintlig lösning till problemet att spara plats, så att återanvända den tekniken och applicera den för två säten ses som fördelaktigt. Koncept 3 är därför konstruerat med två säten med gemensam riktning på fjädrarna i läget där de är i bruk. Utanför användning kan sätena fällas ihop i flera steg för att spara plats. Först skjuts sätestoppen bakåt på spår fästa mellan sätesbotten och brackett. Därefter återanvänds uppfällningen från Sisu-modellen så samtliga sätes eget platskuvert minskas, sist skjuts det främre sätet bakåt på spår kloss an det bakre sätet. Konceptet visualiseras i figur 4.6 nedan.

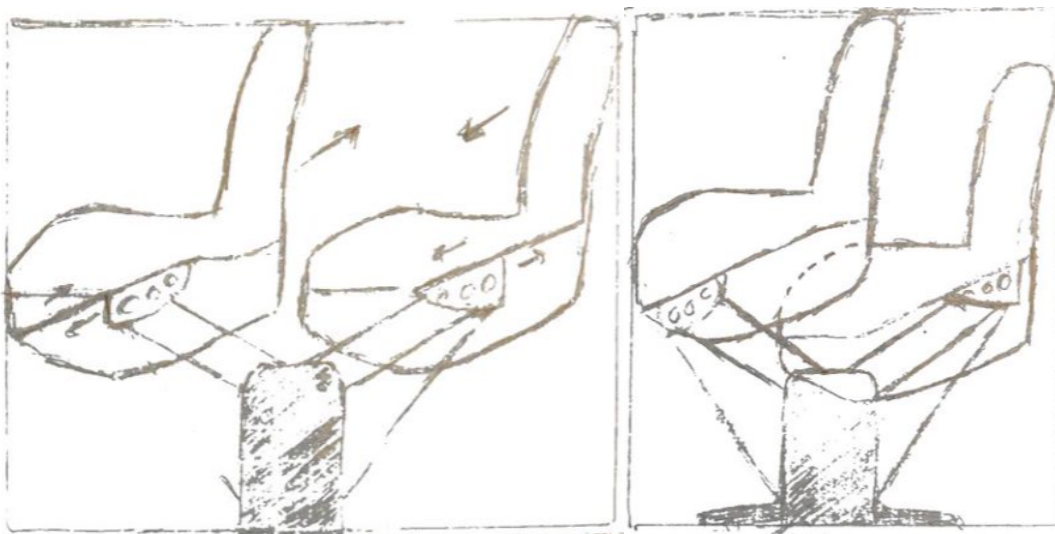


Figur 4.6: Ritning av det tredje koncept i läge där det används samt är hopfällt

Resultatet av koncept 3 ses som en mycket bra platsbesparande lösning, men på bekostnad av flera oönskade rörliga delar och steg för att uppnå hopfällt läge.

## Koncept 4 – K4

Det fjärde konceptet löser problemet med att möjliggöra platsbesparing utanför användning genom att skjuta sätestopparna mot centrum av stolpen, detta görs på vinklade spår monterade på undersidan av sätet. Med spår som har lämplig vinkel kan sätena som redan har en ihålig utformning placeras inuti varandra. Med denna lösning behåller både fjäderenheten samt dämparen sin plats i rummet och underlättar konstruktionen under sätet. Figur 4.7 visar skisser på hur modellen är i utfällt läge och hur stolarnas förflyttas på skenor in mot mitten för att göra kuvertet mindre.

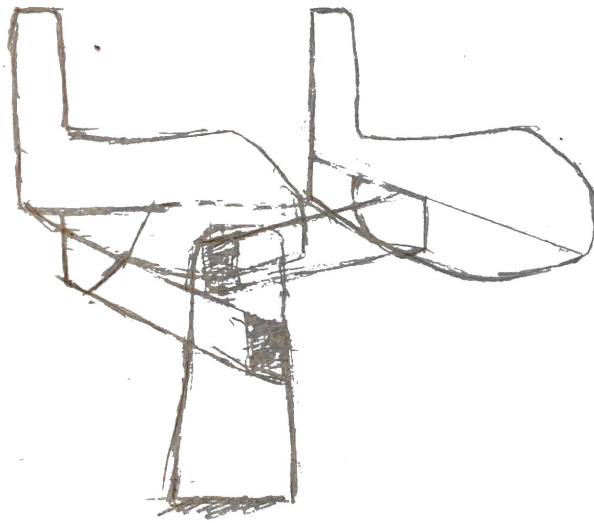


Figur 4.7. Första ritning av det fjärde konceptet i användningsläge samt hopfällt läge

Det fjärde konceptets utformning har sina fördelar i få rörliga delar samt okomplicerad konstruktion. Frågan är hur mycket plats lösningen egentligen sparar.

## Koncept 5 – K5

Det femte konceptet är en vidareutveckling av koncept 4. Detta koncept använder sig av en tilt till den bakre stolen för att sänka fronten på stolen nedåt. Den tilt som sker på den bakre stolen möjliggör att man kan skjuta den främre stolen på horisontella skenor bakåt över den bakre stolen. Genom att sätta fjädrarna omlott över och under möjliggör det en platsbesparing i utfällt läge mot att använda sig av två individuella stolar. Nyttjandet av att de fästs på samma piedestal är det överlapp skapat i piedestalen mellan fjäderinfästningarna. Denna geometri skapar en platsbesparing på cirka 10-12 cm i utfällt läge.



*Figur 4.8: Ritning av koncept 5*

Figur 4.9 visar hur koncept 5 ser ut i utfällt läge där den är i position för att användas och belastas, samt hur sätet tänks se ut när den är hopfälld.

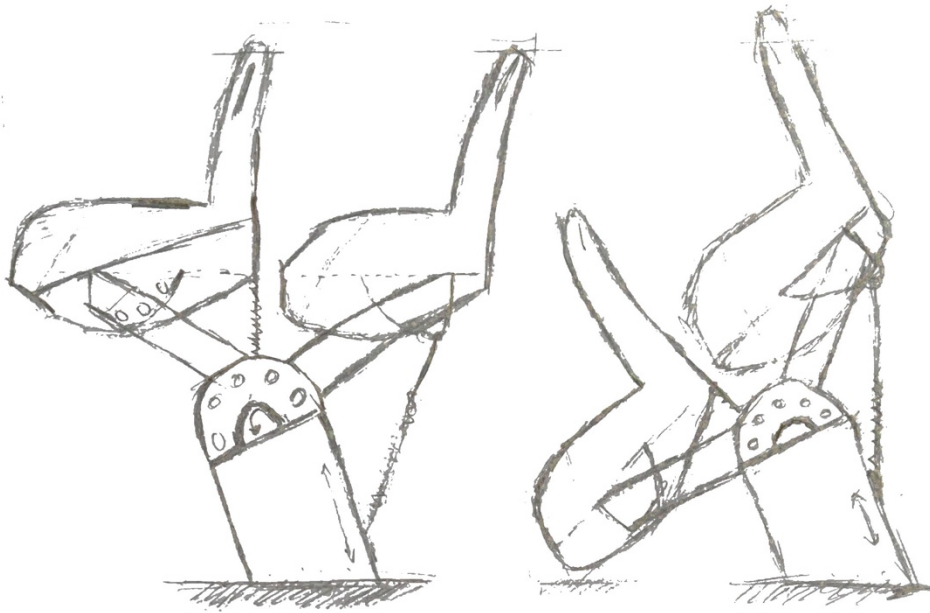


*Figur 4.9. Renderade bilder av koncept 5 i aktivt läge samt hopfällt läge*

Konceptet modellerades i 3d miljö i Catia v5 för att sätta in stolar i de slutpositioner konceptet hade. Modellen är en förenkling av den skiss som utformades tidigare. Denna 3d modell använder sig av en annan sätestopp som inte lämpar sig för lutning av den bakre stolen då den slår i fjädern i tidigt läge. Då en stol med annan geometri i främre delen av stolen existerar i företagets befintliga utbud fanns den med i åtanke när renderingen av 3d modellen skapades.

## Koncept 6 – K6

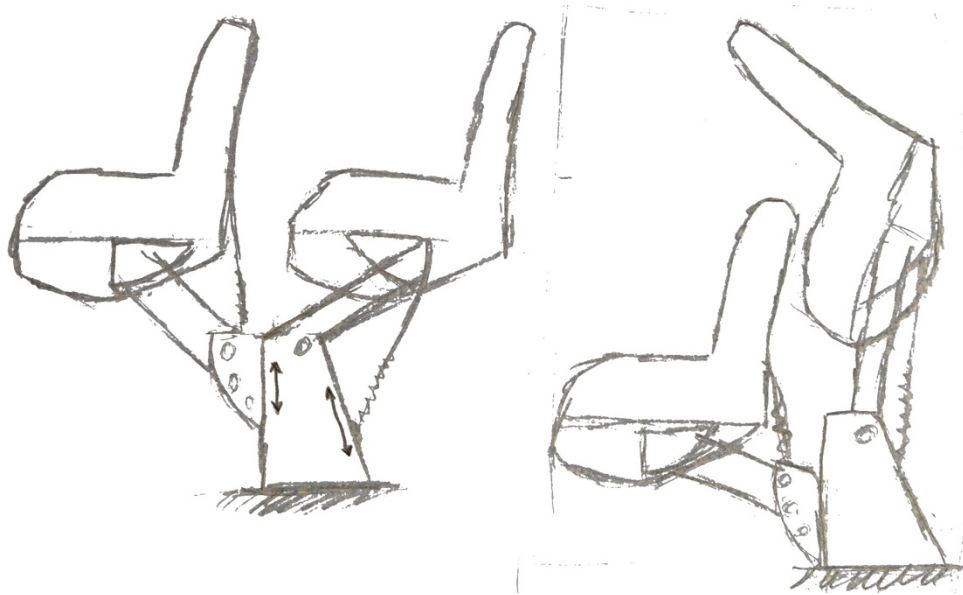
I det sjätte konceptet fästs de två sätena på en gemensam roterande axel, den bakre dämparen agerar som ett typ av ankare och sitter på ett spår som kan låsas i två lägen. De båda sätena behåller sin orientering och hela konstruktionen roterar endast runt den gemensamma axeln. Figur 4.10. är en skiss som visar konceptet i verksamt läge och i nedfällt läge där den genom lutningen av hela infästningen gör det att konstruktionen tar upp ett mindre kuvert på däck.



*Figur 4.10. Ritning av det sjätte konceptet och hur den tänks fungera*

## Koncept 7 – K7

Det sjunde konceptet bygger på två skjutningsfunktioner, det bakre sätet tar inspiration från Sisu-modellen och kan fällas upp utanför användning. Det främre sätet kan skjutas i vertikal riktning, utanför användning skjuts det ner för att göra plats för att det bakre sätet ska kunna fällas upp. Figur 4.11 visar en skiss på hur koncept 7 ser ut och fungerar. Skissen visar modellen i utfällt verksamt läge och hopfällt läge med så litet kuvert möjligt med denna geometri.

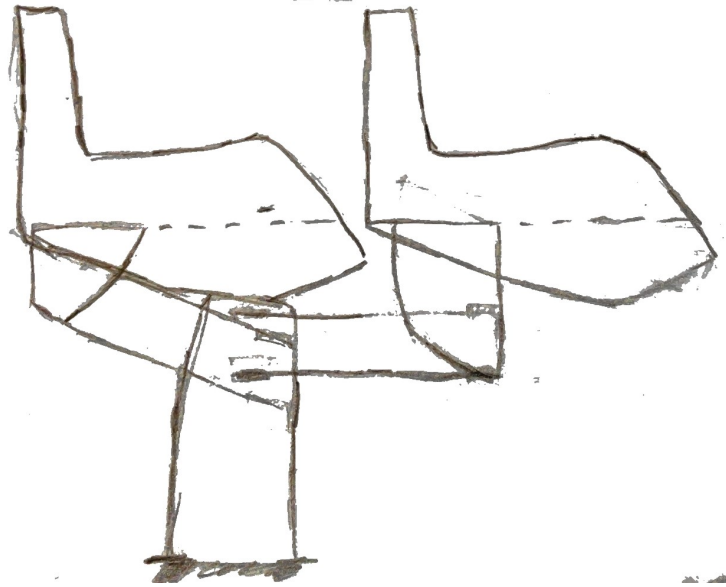


*Figur 4.11. Ritning av det sjunde konceptet i de två olika lägena*

Vidare undersökning av modellens geometri i 3d miljö behövs då geometrin är komplicerad och svår att visualisera i en skiss. Om konceptet placeras som intressant/realiserbart i teorin vid genomförande av matriserna skall en geometrisk mätning av effektiviteten och realiserbarheten mätas i en CAD-modell.

### **Koncept 8 – K8**

Det åttonde konceptet lånar delar av tidigare koncept i form av en slider på det främre sätet för att skjuta ihop dem utanför användning. Men det som utmärker detta koncept är placeringen av fjäderbladen, i ett försök att krympa den plats som konstruktionen tar upp på däck, labbades med en idé om att väva fjäderbladen i varandra. För att maximera det utvunna utrymmet monteras fjädrarna även i horisontellt läge. Detta tror vara möjligt då fjädringsenheten under böjning rör sig i en S-form och slaglängden inte skulle påverkas. Konceptet tas vidare för utvärdering men kan komma att behöva vidare undersökning, då den besitter oprövad komponent.



*Figur 4.12. Ritning av koncept 8 och de tänkta horisontella fjäderbladen*

### **4.3 Utvärdering av koncept**

I detta kapitel redogörs för processen för utvärderingen av samtliga koncept i form av urvalmatriser. I första hand utfördes en elimineringsmatris, Arbetet utfördes i nära kontakt och dialog med handledare samt konstruktörer hos Ullman. Detta på uppmaning av handledare då företaget tidigare jobbat med idén om två säten på samma infästning på ett tidigt stadie, samt besitter kunskapen om vad som är realiserbart och inte. För att sedan jämföra kvarstående koncept mot varandra genomfördes först en Pughmatris följt av en Kesselringmatris.

#### **4.3.1 Elimineringsmatris**

En första utvärdering av koncepten genomfördes hjälp av en Elimineringsmatris. Denna undersöker om ett koncept löser huvudproblemen, uppfyller samtliga krav, är geometriskt realiserbar. Dessa utvärderas med hjälp av "Ja", "Nej" eller "?" om tillräcklig information saknas nedan i tabell 4.2.

Tabell 4.2. Elimineringssmatris

Koncept	Uppfyller alla krav	Symmetrisk Prestanda	Realiserbar	Beslut
K1	Ja	Ja	Nej	Förkasta
K2	Ja	Ja	Nej	Förkasta
K3	Ja	Ja	Ja	Behålla
K4	Ja	Ja	Ja	Behålla
K5	?	Ja	?	?
K6	Ja	Ja	Ja	Behålla
K7	Ja	Ja	?	?
K8	Ja	?	?	?

Några av koncepten förkastades efter utsällning med hjälp av elimineringssmatrisen. Här ansågs exempelvis att K1 var icke realiserbar då den inte minskar kuvertet på däck. Det tar mindre plats att använda sig av två enskilda stolar på individuella infästningar istället. K2 förkastades då den inte möjliggör en större vinning i kuvertet hopfälld som utfälld då sätestopparna tar i varandra innan fällningsfunktionen har någon större verkan.

Andra koncept bedöms behöva undersökas närmre, dessa omfattar koncept 5,7 samt 8. Samtliga tre koncept är i ett för tidigt stadiet att kunna utvärderas ordentligt och kan behöva framställas i en 3d miljö där de kan granskas ytterligare. Fördjupningen av dessa tre koncept redogörs för i avsnitt 4.3.2 nedan.

#### 4.3.2 Fördjupning i koncept där tillräcklig information saknas

##### Koncept 5 - K5

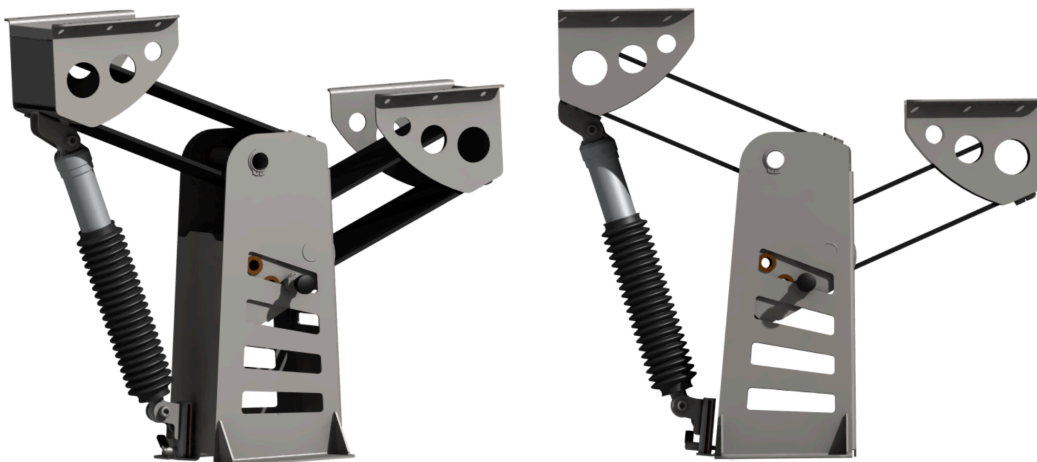
Då koncept 5 saknade information för att beslut om kvarvarandet av konceptet efter elimineringssmatrisen gjordes en 3d modell av konceptet med fullständiga mått för att se om modellen var realiserbar. De geometriska begränsningarna med stolsmodellen för sätestoppen visade sig när främre delen av stolen tog i fjädern när tiltfunktionen vinklade ner det bakre sätet. 3D modellen mättes för att konstatera att slaglängden ner till fjädern för det bakre sätet var för kort. Detta studerades med en ny sätestopp från företagets befintliga utbud och kunde bytas ut

till en "Bulldog" sätestopp med en urskärning i fronten av sätet som möjliggör en större lutning på stolen innan den tar i fjädern. Den nya sätestoppen mättes upp i CAD för att konstatera att slaglängden med den nya geometrin på sätestoppen inte uppfyller de kraven som var på en slaglängd på minst 150mm. Figur 4.13. visar på en renderad bild av den nya sätestoppen av "Bulldog"-modell.



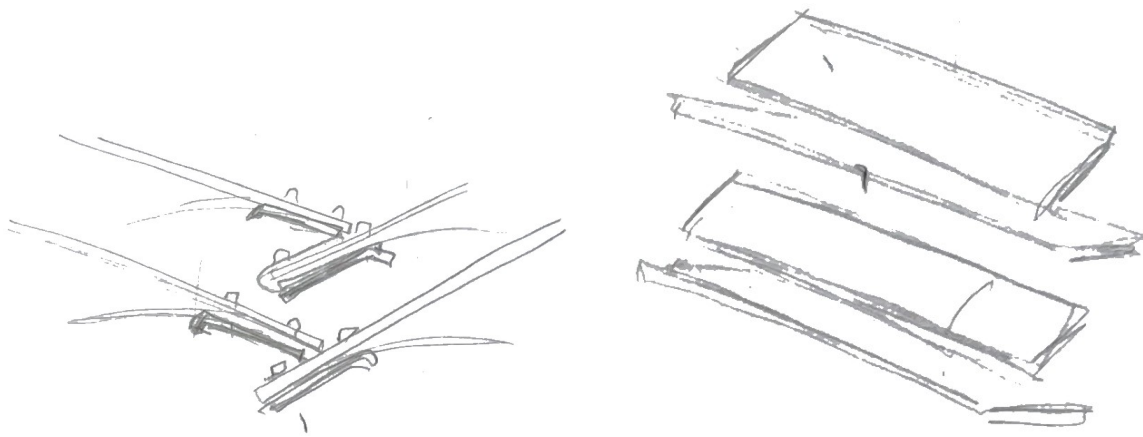
*Figur 4.13. Rendering av en Compact-Bulldog sätestopp*

För att konceptet ska fungera med en slaglängd på 150 mm så behöver fjäderinfästningen förändras för att skapa mer plats för sätet att under kompression ha tillräckligt med utrymme under den främre delen av sätet. Figur 4.14 nedan visar på en renderad bild av den första tänkta geometrin för fjädrarna från koncept 5.



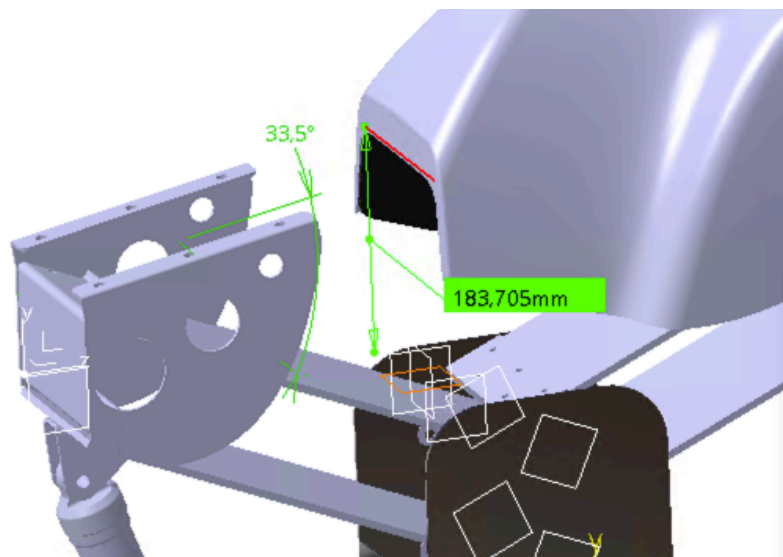
*Figur 4.14. Renderad bilder av fjädrar staplade ovanför varandra*

För motverka den stora höjdskillnaden spånades om en liknande lösning som koncept 8, med en vävning av fjäderbladen. Genom en diskussion med handledare och konstruktörer hos uppdragsgivaren om idén att kunna väva fjäderbladen in i varandra. En vävning som hade inneburit en liknande platsbesparing i av stolarna i utfällt läge, samtidigt som både den stora höjdskillnaden undviks och utrymme för slaglängden uppnås. Idén om en vävning var något som uppmuntrades a handledare och enligt konstruktörer var fullt realiserbart, därmed uppdaterades koncept 5 med en ny utformning.



Figur 4.15. Första ritning av vävda fjäderblad

Genom vävningen av fjädrarna och den nya sätestoppen av modell Bulldog möjliggjorde detta en slaglängd på över 150mm för stolen i vertikalled, demonstrerat i figur 4.16 nedan. Genom att konceptet klara de geometriska kraven efter utvärderingen i 3d miljö behålls konceptet och går vidare till Pugh-matris som en reviderad version av koncept 5, namnges i matriser som K5 (2).



Figur 4.16. Bild av Cad-modell, med måttet på slaglängd med nya utformningen

## **Koncept 7 - K7**

Det sjunde konceptet ansågs ha sina fördelar utifrån ett ritningsstadie, med simplare mekanismer och en återanvändning av Sisu-modellens uppfällning på det bakre sätet. Men för att fastställa att konceptet är geometriskt möjligt var ytterligare undersökning i cad-miljö nödvändig. Genom att införa ett andra säte samt fjäder i en befintlig 3d modell av Sisu sätet, kunde det tidigt observeras att sätesryggen på det främre sätet och nosen av det bakre krockar tämligen tidigt när det bakre sätet fälls upp. Därmed togs beslutet att konceptet ej var realiserbart och förkastades för vidare utvärdering.

## **Koncept 8 - K8**

De horisontella fjäderbladen samt vävningen är väl platsbesparande i koncept 8, men tveksamheter rådde kring realiserbarheten. Vävningen är möjlig och verifierat mot uppdragsgivaren likt koncept 5(2). De horisontella fjäderbladen skulle vara möjliga i praktiken, men innebär oprövad teknik som blir tidskrävande. Det man vinner på en horisontell placering jämfört med vävningen i koncept 5(2) bedöms inte vara lönsamt. Därmed i brist på tid och resurser förkastas koncept 8.

### 4.3.3 Pughmatris

Följande avsnitt presenterar resultaten från Pughmatriserna.

Tabell 4.3: Den första Pughmatrisen

	Referens	Uppdaterad: 2021-05-10		
Kriterier	K3	Koncept:		
		K4	K5 (2)	K6
Platsbesparing i hopfällt läge		-	-	-
Minsta monterat kuvert		0	0	0
Minimera rörliga delar		+	+	+
Användarvänlighet		+	+	0
Slaglängd 200+		-	-	-
$\Sigma +$		2	2	1
$\Sigma 0$		1	1	3
$\Sigma -$		2	2	2
Nettovärde		0	0	-1
Rangordning		1	1	2

Efter utvärdering med första Pughmatrisen, stod det klart att Koncept K3, K4 och även K5 visade bäst egenskaper (presenterat ovan i tabell 4.3). Skillnaden i nettovärde för de olika koncepten var endast ett, därför bedöms det att samtliga koncept behöver utvärderas ytterligare.

Samtliga önskemål från kravspecifikationen togs inte med till utvärderingen i Pugh matrisen, med anledning att vissa av kraven inte ännu är relevanta eller möjliga att utvärdera när koncepten är i detta tidiga stadiet. Således bortsågs från önskemål som tillverkningskostnad och miljöpåverkan i denna utvärdering.

Tabell 4.4 Den andra Pughmatrisen

	Referens	Uppdaterad: 2021-05-10		
Kriterier	K5 (2)	Koncept:		
		K3	K4	K6
Platsbesparing i hopfällt läge		+	0	-
Minsta monterat kuvert		0	0	0
Minimera rörliga delar		-	+	0
Användarvänlighet		-	-	-
Slaglängd 200+		+	0	0
$\Sigma$				
$\Sigma +$		2	1	0
$\Sigma 0$		1	3	3
$\Sigma -$		2	1	2
Nettovärde		0	0	-2
Rangordning		1	1	2

Resultatet av den andra Pughmatrisen med en ny referenslösning, presenteras ovan i tabell 4.4. Likt första utvärderingen var det sjätte konceptet som hade lägst nettovärde och därmed kom sist i rangordningen. Det var även fortsatt jämnt mellan de tre andra koncepten och svårt att urskilja deras fördelar och nackdelar. Med resultatet i de första två utvärderingsmatriserna togs beslutet att utvärdera koncepten ytterligare, men att det sjätte konceptet utgår i anknytning till rangordningen från de båda Pughmatriserna.

#### 4.3.4 Kesselringmatris

En Kesselringmatris genomförs för att jämföra de olika de koncept som behölls efter elimineringsmatrisen och placerades högst i Pugh-matrisen. Önskemålen från kravspecifikationen används som kriterier i Kesselringmatrisen. Viktningen "w" är en värdering efter viktningen på kravspecifikationen där värdet på kravspecifikationen var 1-5 så har viktningen i Kesselringmatrisen multiplicerats med 2 för att få en skala 1-10. Högsta värdet på "w" är 10 och minsta värdet är 1, 10 är om det är högst prioriterat och 1 är om det är minst prioriterat önskemål. Därefter sätts ett värde på "v" ut efter hur väl önskemålet är uppfyllt, även

här används en skala mellan 1-10. "t" är värdet av "w" multiplicerat med "v" som då det ett värde på hur bra konceptet uppfyller de högt prioriterade önskemålen. Det totala värdet på t räknas sedan ut och sedan rangordnas de olika koncepten.

Tabell 4.5. Kesselringsmatrix

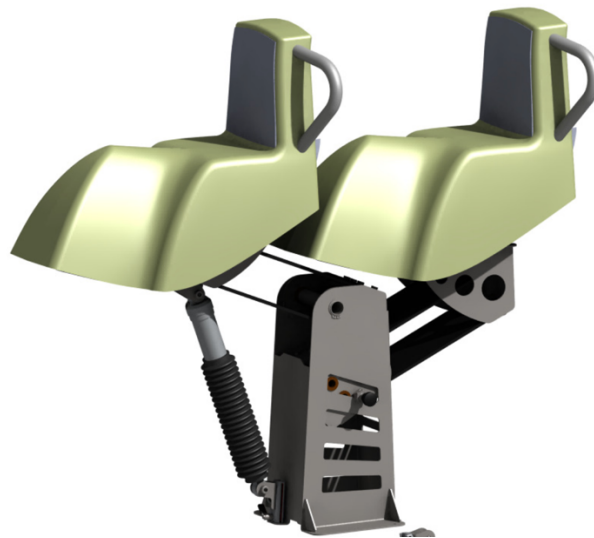
Kriterium	Koncept								
		Ideal		K3		K4		K5 (2)	
	w (1-10)	v	t	v	t	v	t	v	t
Platsbesparing i hopfällt läge	6	10	60	8	48	6	36	6	36
Minsta monterat kuvert	5	10	50	5	25	5	25	5	25
Minimera rörliga delar	6	10	60	1	6	5	30	6	36
Användarvänlighet	8	10	80	2	16	7	56	7	56
Slaglängd 200+	6	10	60	9	54	5	30	4	24
<b>T = <math>\Sigma t</math></b>		310		149		177		177	
<b>T / T<sub>max</sub></b>		1		0,48		0,57		0,57	
<b>Rangordning</b>		-		3		1		1	

Koncept 4 och den reviderade versionen av koncept 5 är de koncepten som hade högst betyg och rangordnades högst genom de olika matriserna. Då koncept 5 och koncept 4 har en del gemensamt används båda som förslag till fortsatt utveckling vid en presentation för företaget.

De båda koncepten presenterades för företaget och det bestäms att ett slutgiltigt koncept med kombinerade egenskaper från de båda koncepten är en bra lösning för ett vidare arbete där den geometriska kombinationen behöver testas.

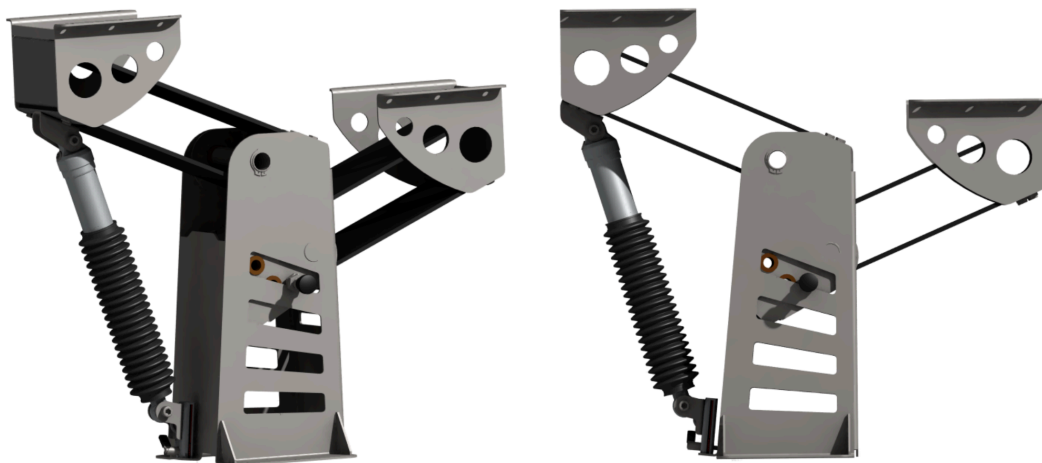
## 4.4 Vidareutveckling av valt koncept

Vidareutveckling av det valda koncept utvecklas från modellen som visas i figur 4.17.



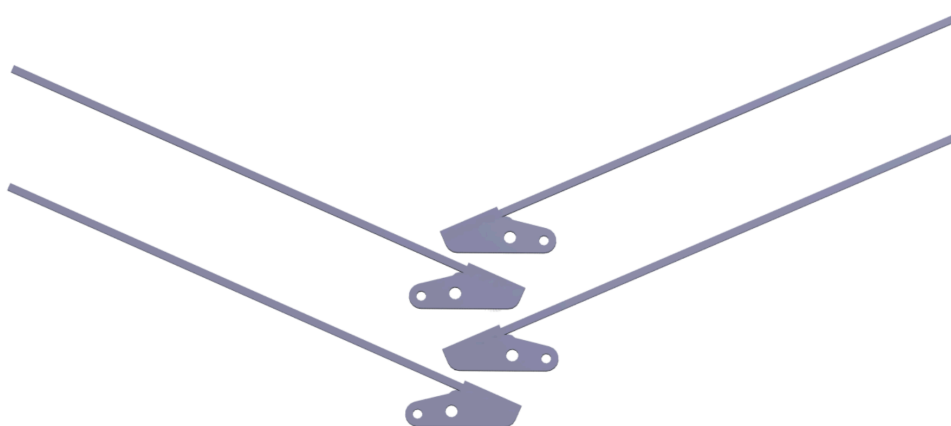
*Figur 4.17. Renderad bild av koncept 5*

Utvärderingen av koncepten speglat mot kravspecifikationen visade att koncept 4 och 5 var mest lämpliga att gå vidare med, under vidareutvecklingen till det slutgiltiga konceptet tas en ny form av fjäderinfästning i piedestalen fram för att skapa en jämnare säteshöjd på de 2 stolarna i utfällt läge. Detta då en onödig distans på den nedre stolen hade behövts för att kompensera för de olika nivåerna bracketterna sitter på. Figur 4.18 visar höjdskillnaden på koncept 5 utan stolar monterade.



*Figur 4.18. renderad bild av koncept 5 utan stolar*

Genom att skapa en vävning i fjädrarna så att de ligger “omlott” i piedestalen kan man minska det avståndet stolarna har från varandra i monterat läge. Vävningen av fjädrarna är den mest bidragande faktorn till att stolarna i monterat läge utgör en kortare längd jämfört med två individuella stolar på däck. Vävningen av fjädrarna behåller den vinkeln som Ullman Dynamics använder idag. Genom att bibehålla den fjädervinkel som finns i dagens utbud hos företaget behöver inte nya beräkningar genomföras för att säkerställa fjäderverkan i en ny vinkel. Figur 4.19 och figur 4.20 visar den nya fjädervävningen lämpad för infästning i piedestalen föra all minska den höjdskillnad som bildades i koncept 5.



*Figur 4.19. Ny Fjädergeometri för koncept 5.*



*Figur 4.20. Ny fjädergeometri för koncept 5.*

Avståndet mellan fjädrarna möjliggör enkel montering, monteringen börjar med den fjäder som är monterad närmast durken på båten och följer sedan i ordning uppåt.

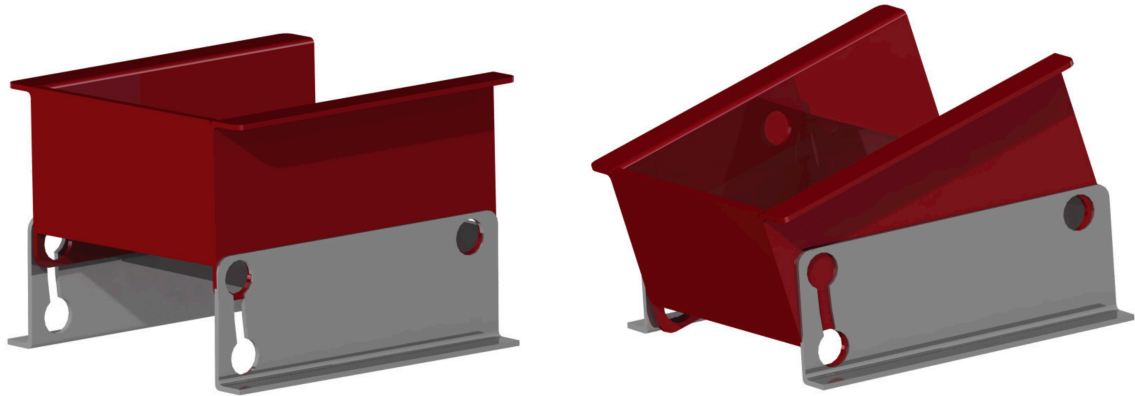
Den nya piedestalen anpassades för att invändigt montera fjädrarna på sidorna av stålkonstruktionen. Då fjädrarnas vävning har ett fjäderpar högre än de andra gör det att dämparna måste ha en anpassad infästning i piedestalen på olika höjder. Detta är något som senare kan ändras med en annan längd på dämpare. Piedestalen har anpassade öppningar på båda sidor där fjäderns s-form kan nyttjas fullt ut.

Till den främre stolen används företagets vanliga brackett till fjäderinfästningen för stolen. Detta är möjligt då vinkeln och höjden för den fjädern är lika med andra modeller hos företaget. Figur 4.21 visar hur bracketten ser ut med dämparinfästningen under samt de monteringshål som stolen sedan kommer skruvas fast i.



*Figur 4.21. Renderad bild av Ullman Dynamics Brackett för fjäderinfästning.*

En lutning för det bakre sätet utvecklades, en så kallad “tilt” funktion för att sänka den främre delen av sätet på den bakre stolen så att det främre stolen kan skjutas på skenor över de bakre stolen för att spara plats på däck. För att sänka stolens främre del utvecklades en tilt med två huvudkomponenter, två bockade och böjda plåtar som försköts i varandra i ena änden och satt fast med en axel i bakre delen av de bockade plåtarna. De låstes med en sprint som drogs ut från sidan så att bara den främre delen av stolen tippades medans den bakre delen var kvar på samma höjd. Figur 4.22 visar på hur en renderad bild av prototypen såg ut där ena komponenten är färgad för att visualisera funktionen lättare.



*Figur 4.22. Renderad bild av prototyp tilt*

Ett samtal med företaget skapade diskussioner kring om detta var den mest effektiva metoden för att skapa lutningen på. Efter en idégenerering mellan studenterna och företaget kom gruppen gemensamt till en lösning att det smidigaste alternativet för att luta det bakre sätet är att sätta ett gångjärn i den främre delen av bracketten vid sätesinfästningen och hålla ner den bakre leden med en spärr för att använda så få avancerade nyframtagna delar som möjligt men fortfarande uppnå lutningen på sätet som efterfrågades. För att hålla ner sätet i bakkant används ett så kallat “Quick Release Mount” som företaget idag använder för att fästa en jockey-pod i durken. Dessa klarar de miljöpåfrestningar som är ombord och den finns i det befintliga utbudet vilket gör det billigare att tillverka. Figur 4.23 visar en bild på hur “Quick Release Mount” anordningen fungerar.

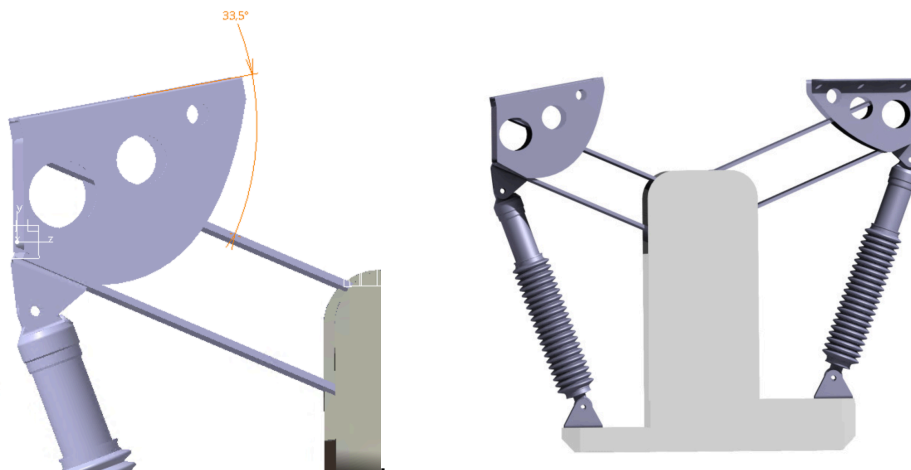


*Figur 4.23. Ullman Dynamics “Quick Release Mount” (Ullman-Dynamics, Ullman dynamics, 2021)*

Med den nya lösningen på tilt så blir det en större höjdskillnad på sätena, skenorna för att flytta den främre stolen bak bygger inte upp många centimeter på bracketten. Detta skapade en diskussion om hur höjdskillnaden mellan bracketterna bak och fram skulle användas.

Då tilt funktionen inte resulterade i en påbyggnad på bracketten är det smidigare att vända på modellen och sätta den bakre stolen på det högre monterade fjäderparet. Detta gör att utvecklingen av bracketten fram har mer frihet i höjddled under utvecklingen.

En ny brackett till den främre stolen togs fram för att skapa en lutning till infästningarna för skenorna. Den nya bracketten använder sig av samma infästningar av fjädrarna som företaget använder på jockey modeller i företagsutbudet. Figur 4.24. visar den nya lutningen på bracketten mot fjäderkonstruktionen som har en vinkel på 33,5 grader.



Figur 4.24. Rendering av ny brackett med vinkelmått och allmän vy

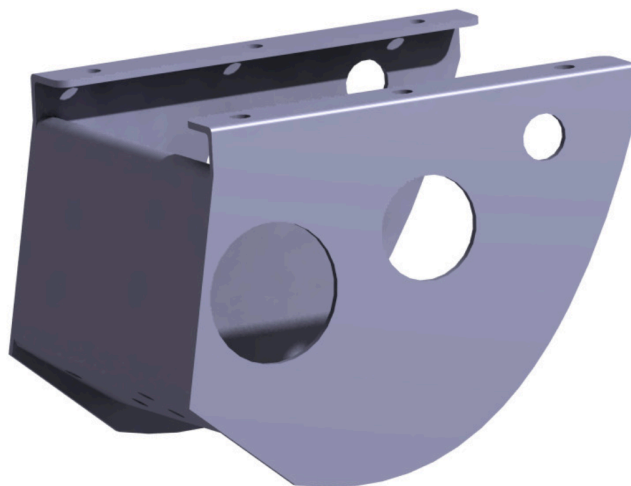
Under ett geometriskt test i Catia v5 med den nya bracketten upptäcktes att bracketten slog i stolen när man skjutit stolen längst bak på skenorna (hopfällt läge). Detta då de fästpunkter ("vingarna") där normalt sätt stolen sitter monterad tar i stolens undersida.

Lösningen på detta är en brackett med samma lutning som innan, skillnaden är att "monteringsvingarna" eller monteringsplattan böjs invändigt som visas nedan i figur 4.25.



*Figur 4.25. Renderad bild av ny brackett med invändiga "vingar"*

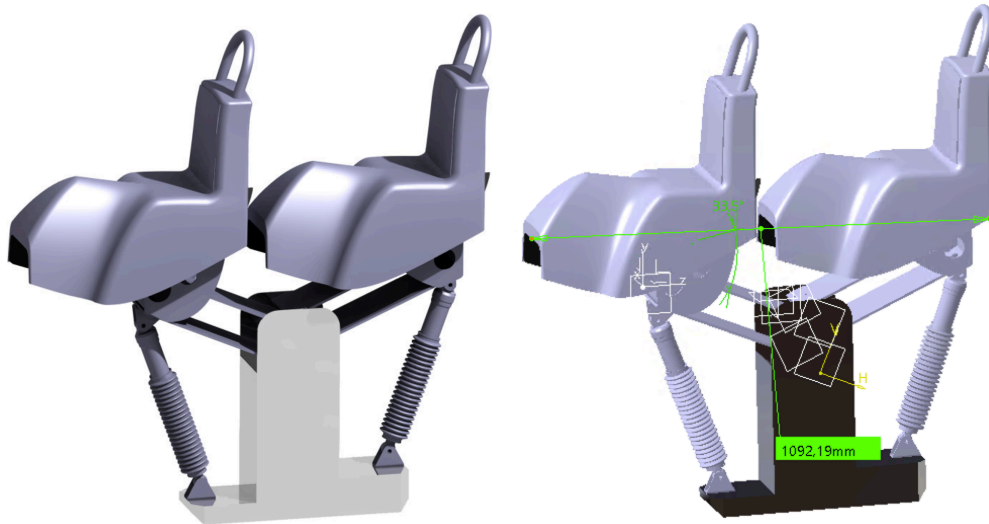
Detta gör mer plats på sidorna vilket gör att stolen inte tar i sidorna på bracketten när den skjuts framåt. Under en monteringsanalys på den nya modellen konstaterades det att fjädrarna och skenorna blev svårmonterade när monteringen sker inifrån bracketten. Då fjädrarna tidigare bytte riktning så att den främre stolen sitter på den låga modellen möjliggjorde detta att den främre stolens brackett "vingar"/monteringsplatta höjdes upp i modellen så att monteringen av både skenorna och fjädrarna under kunde monterades enklare. Figur 4.26. nedan visar på den nya höjda monteringsplattan på bracketten.



*Figur 4.26. Renderad bild av ny brackett.*

Skenan för att förflytta den främre stolen använder sig av produkter gjorda av ett externt företag som heter Igus. Igus tillverkar hållfasta och stabila skenor för att tåla de krafter som verkar på skenorna under stolen. Skenan som används för montering under stolen heter drylin® W enkelskena WS (Igus, 2021)

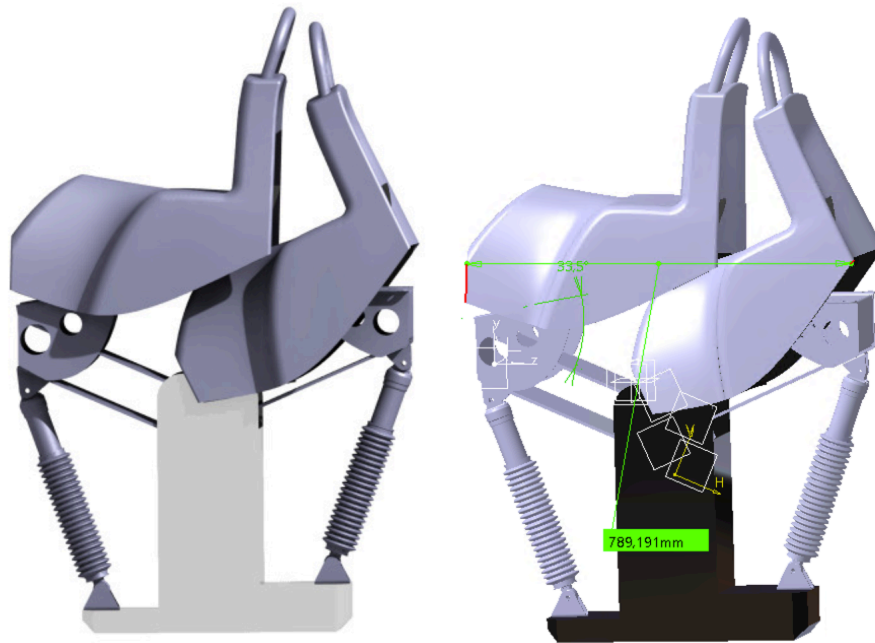
Den slutgiltiga funktionella geometrin från konceptets vidareutveckling visas i figur 4.27. Konceptet har ett verksamt läge där totallängden på modellen är 1092 mm.



*Figur 4.27. Renderad bild av slutkoncept i verksamt läge samt mått på totallängd*

Då det slutgiltiga konceptets bredaste del är stolsbredden kommer denna inte vara väsentlig i måtten för modellen då det är samma mått på alla företagets modeller med samma stol.

Från utfällt verksamt läge till i hopfällt läge med minimerat kuvert på däck fäller man den bakre stolen framåt med en tilt funktion genom att släppa på Quick Release fästet bak på stolen. Sedan dras två spärrar ut på skenan bak för att sedan kunna skjuta den främre stolen sned upp över den bakre stolen och sätta i sprintarna i det över läget. Genom de två momenten har modellens kuvertlängd ändrats från 1092 mm till 789 mm. Figur 4.28. visar hur modellen ser ut i hopfällt läge med ett minimerat kuvert.



*Figur 4.28. Rendering av slutgiltigt koncept*

De nya delar som tagits fram under konceptutvecklingen är vidareutvecklingar av redan befintliga komponenter i företagets utbud. De nya delarna kan därför dela de materialval som företaget gjort för komponenterna tidigare. Detta gör att modellen inte kräver någon ny provning för miljöbeständighet, då materialen är säkrade och godkända enligt företaget.

Konceptet sparar genom gemensam montering av två stolar på samma piedestalmaterial i jämförelse mot två individuellt placerade jockeysäten. Detta även då den nya piedestalen är större för att få plats med den nya fjäderkonfigurationen samt för dämparfästen.

---

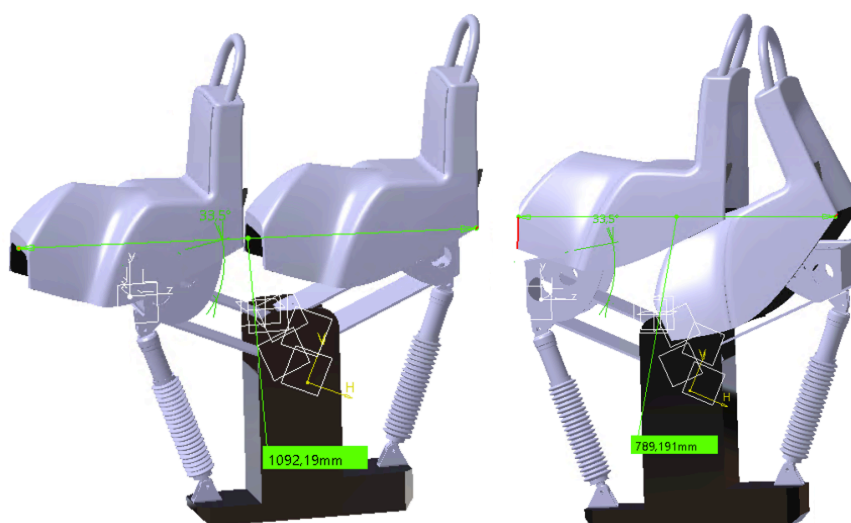
## **5. Slutsatser och rekommendationer till vidare utveckling:**

---

Detta kapitel behandlar den diskussion och de slutsatser som dras kring projektets resultat med ett slutgiltigt koncept.

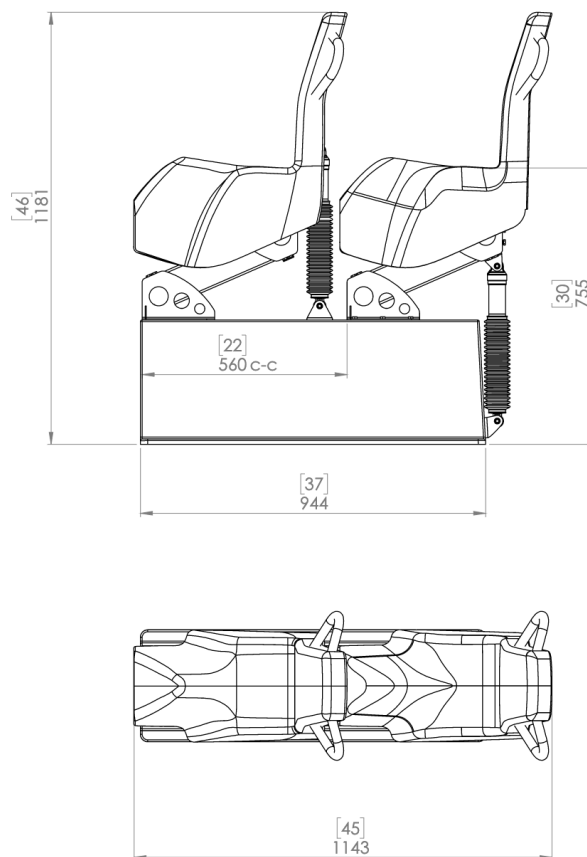
Genom återanvändning av Ullman Dynamics befintliga fjäder och dämpare i konstruktion begränsas även de geometrier som koncepten kan använda. Företagets fjäderenhet har under många år visat sig vara världsledande inom stötdämparteknik på höghastighetsbåtar med en underhållsfri konstruktion utan rörliga delar. Denna konstruktions bevarande trots sammansättning av två säten på samma piedestal har under konceptets gång varit viktigt, vilket medför att fjädrarna tar sin plats under stolen vilket projektet jobbat med och anpassat så att i hopfällt läge är längden på kuvertet mindre än de utvalda konkurrenternas modeller som nämnts tidigare.

Jämförelse mellan det slutgiltiga konceptet och Ullman Dynamics utbud kan dras mellan att kombinera två Sisu-Compact stolar som går att fälla upp för att spara plats och två Biscaya bulldog säten på en MK3 pod där två stolar är placerade så nära varandra utan att kunna fällas upp. Det slutgiltiga konceptet utgår från en längd på 1092 mm som fälls ihop till en längd på 789 mm som visas i figur 5.1.



*Figur 5.1. Renderad bild av slutkonceptet med måttsättning av längden*

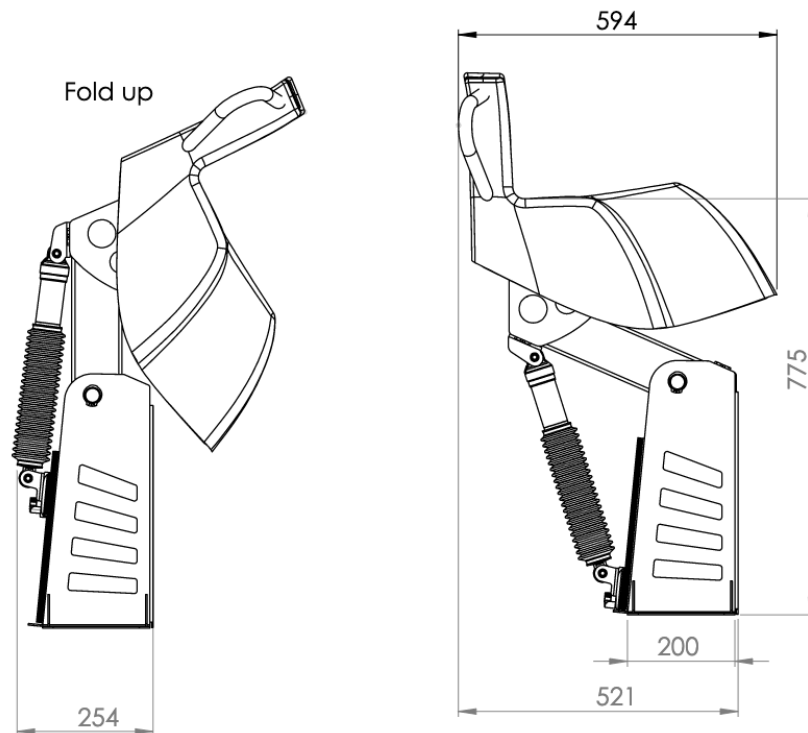
Två stolar på en MK3 pod från företaget har en permanent minsta längd på 1143mm som visas i figur 5.2. nedan.



Figur 5.2. ritning skapad av CAD-modell "Biscaya bulldog MK3 pod"

Längden 1143 mm på Biscaya bulldog MK3 pod är en modell där sätena är placerade så nära varandra som möjligt utan att sätena interfererar med varandra under kompression. Det slutgiltiga konceptet kan genom förskjutningen på skenor av det främre sätet kombinerat med vävda fjäderenheter i piedestalen åstadkomma en längd som är mindre i jämförelse mot referenskonkurrenternas och företagets tidigare lösning.

Företagets befintliga uppfällbara modell Compact-sisu med ett säte faller upp stolen för att frigöra däcksutrymme bakom piedestalen, kuvertets längd på däck i horisontalled är mycket liten som visas i figur 5.3. I en jämförelse mellan två Sisu Compact stolar placerade i led efter varandra och rapportens slutgiltiga koncept dras slutsatsen att det inte är mer platseffektivt att använda sig av 2 individuellt placerade Sisu Compact stolar. Det slutgiltiga konceptet tar vid hopfällt läge inte upp lika mycket plats som två individuella stolar i led.



Figur 5.3. Ritning av modell Sisu, Ullman Dynamics. (Ullman Dynamics, 2021)

### För- & nackdelar

Fördelarna med det slutgiltiga konceptet är att det genom två enkla steg går att göra modellen mindre i längdled vilket möjliggör mer däcksutrymme runt kuvertet. I verksamt läge har konstruktionen inga kompromisser när det kommer till funktionen minska stöten från skrov till människa. Mängden material sparad genom infästning av två stolar på samma piedestal minskar miljöpåverkan och sparar kostnader för företaget.

En ny produkt till ett företag är en stor kostnad med utveckling och test/provning, en vinning på 300mm kanske inte är värd utvecklings och framtagningkostnaden för modellen.

### Vad kan vidareutvecklas?

Vidare utveckling av konceptet, omfattar de avgränsningar som inte behandlats i detta arbete. Avgränsningen om modellens design möjliggör utveckling av designförbättringar på piedestalen och den nya bracketten. Piedestalen har i konceptet ingen designmässig formgivning när det kommer till raka solida sidor med öppningar för fjädrarna i toppen. Den nya bracketten skapades så nära den gamla bracketten som möjligt för att få med de karaktäristiska dragen från den som företaget använder till alla sina modeller.

Dämparens infästningar i det slutgiltiga konceptet är temporära lösningar för att kunna använda samma fjäder till den främre stolen som med den bakre stolen. Vidare utveckling skulle kunna vara att använda en längre fjäder till den bakre stolen så att de är lika långa och inte behöver onödigt mycket material till piedestalen. Genom att anpassa den bakre dämparen så att de har samma infästningshöjd mot durken kan måtten på infästningen till durken ändras från de mått som angivits i resultatet.

Anpassning av användarvänligheten eller UI (User interface) så att modellen är självförklarande i användningen av hopfällningsfunktionen. Utveckling av ett användarvänligt sprintsystem till skenan för det främre sätet likt de som idag används på företagets Sisu-Compact säte.

Infästningen i durken så att modellen går att använda i skenor på däck eller till att skruvas fast direkt i durken. Då konceptet slutar enligt avgränsningarna i måttsättning på en slät bottenplatta krävs utveckling och anpassning för att kunna använda denna på en båt. Anpassningen kan vara att fästa quick releasemonteringar på sidorna av den befintliga modellen för att snabbt kunna ta loss den från båten om den inte ska användas. Bild på hur företagets quick releasefunktion ser ut visas i figur 5.4, figuren är upprepad för ökad läsbarhet.



*Figur 5.4. Rendering av Ullman Dynamics "Quick release mount" (Ullman-Dynamics, Ullman dynamics, 2021)*

Önskemålet på att kunna justera höjden på sätena från kravspecifikationen bör ses över efter anpassning till infästningarna i durken. Möjligheten till lösning att höja och sänka hela piedestalen nere vid durken kan vara en möjlig konstruktion. Den kräver en del arbete kring

infästningen av dämparna på en höjd som gör att de inte tar i duken vid en sänkning av piedestalen samtidigt som de ska behålla sin vinkel för att vara verksam i alla kompressionshöjder. Den geometriska konstruktionen av att sätta dämparna mot piedestalens sida och behålla samma vinkel och höjd vid en höjning/sänkning av piedestalen kan undersökas.

## Referenser

Catia V5. (2006). Systèmes, Dassault.

Directive 2002/44/EC. (den 28 05 2021). *EU Direktiv*. Hämtat från EU Direktivet:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32002L0044>

H. Johannesson, J.-G. P. (2013). *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design, 2 uppl.* Stockholm: Libre.

Igus. (den 19 05 2021). *Igus*. Hämtat från Igus Drylin:

<https://www.igusab.se/product/736?artNr=WS-10-UNGEBOHRT>

Trevor Dobbins, S. M. (2008). *High Speed Craft Motion Analysis*. Chichester, UK:

University of Chichester.

Ullman Dynamics. (den 20 05 2021). *Ullman Dynamics*. Hämtat från Ullman Dynamics

Sisu: <https://ullmandynamics.com/suspension-seats/jockey-seats/sisu-foldable>

Ullman-Dynamics. (den 20 05 2021). *Ullman dynamics*. Hämtat från Ullman dynamics

Sisu: <https://ullmandynamics.com/suspension-seats/jockey-seats/sisu-foldable>

Ullman-Dynamics. (den 20 05 2021). *Ullman dynamics*. Hämtat från Ullman Dynamics

Accessories: <https://ullmandynamics.com/suspension-seats/jockey-seats/sisu-foldable>

Ullman-Dynamics. (den 20 05 2021). *Ullman Dynamics*. Hämtat från Ullman dynamics

compact seat: <https://ullmandynamics.com/suspension-seats/jockey-seats/jockey-seat-compact>

## Bilaga A – Fullständig kravspecifikation från företag

Kravspecifikation	Funktion / Krav	N/O/Ö/ IÖ	Kommentarer	Vikt
Äga	Höjdinställning	Ö	50 mm	3
Äga	Höjdinställning	Ö	100 mm	2
Möjliggöra	Dubbelmontage	N	Två stolar på en piedestal	5
Möjliggöra	Longitudinell förflyttning	Ö	Kombination med deck slider	2
Äga	Symmetrisk prestanda	Ö	Främre och bakre säte med samma prestanda	4
Möjliggöra	Vertikal rörelse	N	Vertikal stroke (dämpningsrörelse) 150 mm	5
Möjliggöra	Vertikal rörelse	Ö	Vertikal stroke (dämpningsrörelse) 200 mm +	3
Möjliggöra	Horisontell rörelse	Ö	Horisontell dämpande rörelse vid stöt	3
Möjliggöra	Lateralt roterande rörelse	Ö	Lateralt roterande dämpande rörelse vid stöt	4
Möjliggöra	platsbesparing	Ö	Decksparande utförande/transformation	3
Motstå	Miljöpåverkan	N	Korrosion, galvanisk, UV, väder/vind	5
Motstå	Miljöpåverkan	N	Mekansikt slitage	5
Minimera	Underhåll	Ö	Krävande arbete för bibehållen funktion/prestanda	4
Framhäva	Optimal kroppshållning	N	S-format ryggrad, balanserade vitala kroppsdelar	5
Minimera	Vikt	Ö	X < specifik konkurrerande produkt	4
Minimera	Footprint	Ö	Minsta möjliga montagekuvert på däck	2,5
Möjliggöra	Gränslesittaned	Ö	Sadelliknande "gränslande" sittposition	4
Minimera	Rörliga detaljer	Ö	Mekansikt rörliga detaljer	3
Äga	Hållfasthet	N	Hålla för professionellt bruk, motsvarande Ullman	5
Minimera	Miljöpåverkan	Ö	Produktionsförhållanden	2
Äga	Retrofit-möjligheter	Ö	Möjliggöra montering av existerande komponenter	2
Äga	Inställningsmöjligheter	Ö	Övriga ergonomiska inställningsmöjligheter	2
Äga	Grepp	N	Individuella handtag för samtliga användare	5
Äga	Fotstöd	Ö	Fotstöd för samtliga användare	1
Äga	Progressivitet	Ö	Progressivitet på fjäderenhet	4
Äga	Progressivitet	N	Kombo Fjäderenhet + dämpare	5
Äga	Longitudinell förflyttning	N	Montering på deck tracks 275-350 mm c-c	5
Äga	Dubbelskal	O	Dubbla glasfibersskal likt nuvarande produktion	0
Möjliggöra	Komfort	Ö	5%tilens kvinna - Med optimal kroppshållning	3
Möjliggöra	Komfort	Ö	95%tilens man - Med optimal kroppshållning	3
Möjliggöra	Komfort	Ö	50%tilens man/kvinna	4,5
Äga	Taktil feedback	Ö	Fotkontakt med decksyta	4
Minimera	Monteringstid	Ö	Monteringstid för produktionsmodell	4
Optimera	Montering	Ö	Monteringssimplicitet	4
Minimera	Produktionskostnad	Ö	x < 10000 kronor (uppdateras successivt)	4
Minimera	Synlighet	Ö	Möjlighet till låg/inget visuellt avtryck	4
Äga	Ergonomi	Ö	Ergonomiskt optimerad sittdyna/yta	4
Möjliggöra	Stapelbarhet	Ö	Horisontell stapelbarhet på däck	3,5
Äga	Stöd	Ö	Ryggstöd	3,5
Äga	Stöd	Ö	lateralt stöd i lår/benhöjd	4
Äga	Stöd	Ö	Lateralt stöd i bäckenhöjd	3
Äga	Stöd	IÖ	Lateralt stöd ovanför bäckenhöjd	-1

## **Bilaga B – Ullmans Biscaya säte**



## **Bilaga C – Ullmans Patrol säte**



**Bilaga D – Ullmans Slider (accessories)**



INSTITUTIONEN FÖR INSTITUTIONEN FÖR  
INDUSTRI OCH MATERIALVETENSKAP

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021



**CHALMERS**