

Kandidatuppsats

Bachelor's thesis

Sportteknologi 15 hp
Sportstechnology 15 credits

Förarstol för fritidsbåt
Utveckling och konstruktion

Martin Gidlund



Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY

Campus Härnösand Universitetsbacken 1, SE-871 88. **Campus Sundsvall** Holmgatan 10, SE-851 70 Sundsvall.

Campus Östersund Kunskapens väg 8, SE-831 25 Östersund.

Phone: +46 (0)771 97 50 00, Fax: +46 (0)771 97 50 01.

MITTUNIVERSITETET

Teknik och hållbar utveckling (THU)

Examinator: Jonas Danvind, Jonas.Danvind@miun.se

Handledare: Jon Johansson, 3Dkompaniet@gmail.com

Författarens e-postadress: magi0801@student.miun.se

Utbildningsprogram: sportteknologi, innovativ produktutveckling med inriktning sportteknologi, 180 hp

Omfattning: 6906 ord inklusive bilagor

Datum: 2011-05-30

Sammanfattning

Syftet med detta projekt har varit att utveckla en ny förrarstol till Rupert marines nylanserade båt Ruptech 32. Målet var att leverera ett konstruktionsförslag, koncept och miljöbilder samt ett förslag på fortsatt arbete. Arbetet var avgränsat till att hitta lösningar för att höja och sänka stolen samt för att dämpa stolen och att göra hållfasthetsberäkningar på konstruktionen. Rapportens resultat innefattar utvalda delar ur produktutvecklingsprocessen. En förstudie gjordes, där redovisades vilka produkter som finns på marknaden. Krav och önskemål specificerades med hjälp av kriteriematrisen. Delfunktioner identifierades och delalternativ genererades genom studier av bl.a. leverantörskataloger och hemsidor. Koncept genererades med hjälp av en morfologisk matris. Därefter utvärderades koncepten och ett valdes för vidare utveckling. Det gjordes en antropometristudie i kombination med en studie av stolens omgivning för att specificera mått. En CAD-modell gjordes av det utvalda konceptet och det bestämdes att stommen skall tillverkas m.h.a. strängpressning. Standardkomponenter för vidare utvärdering valdes. Utifrån detta kunde friläggningar av alla delar göras och hållfasthetsberäkningar göras med hjälp av Solidworks-modulen simulation. En statisk analys gjordes på det belastningsfall som gav störst påfrestningar på konstruktionen. Renderingar och miljöbilder gjordes på stolen och ett förslag på hur arbetet skall fortsätta presenterades.

Abstract

The purpose with this project has been to develop a new captain's seat for Rupert marines new boat Ruptech 32. The goal with the project was to deliver: a proposal on the construction, concept and environmental pictures and a proposal on how the work could continue. The work was delimited to development of the shock absorber, the function to raise the seat and finally to do strength calculations of the construction. The results in the report include chosen parts of the product development process. A simple exploratory was made, where it is reported which chairs are available on the market. With support by the criterion matrix specifications was listed. Partial functions were identified and search of partial solutions were made in suppliers directories and web pages. Concepts were generated in the morphologic matrix. The concepts were evaluated and one chosen for further development. A CAD-model was made of the concept and it was considered that the foundation of the chair will be produced by extrusion. From the CAD-model, free-body diagrams, external forces and dimensions could be decided and static FEM-analysis's performed on the parts in the construction. The analysis's were static based on the load case which gives the biggest strain on the construction. Standard components have been chosen for further work. Renderings of the construction have been made and a proposal on further work was given.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	ii
Abstract	iii
Terminologi	vi
1 Inledning / Introduktion	1
1.1 Bakgrund och problemmotivering	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Beställning.....	1
1.4 Mål.....	1
1.5 Avgränsningar.....	2
2 Metod	3
3 Resultat	6
3.1 Förstudie.....	6
3.1.1 Befintliga produkter på marknaden	6
3.2 Produktspecificering.....	6
3.2.1 Kriteriematrisen	6
3.2.2 Kravspecifikation	6
3.3 Konceptgenerering.....	7
3.3.1 Lösningsneutral form	7
3.3.2 Identifiera delfunktioner	7
3.3.3 Lösningar på delfunktioner	7
3.3.4 Morfologisk matris	8
3.4 Konceptförslag.....	8
3.5 Konceptutvärdering.....	10
3.6 Konstruktion	10
3.6.1 Konstruktionskoncept 1	11
3.6.2 Konstruktionskoncept 2	11
3.6.3 Konstruktionskoncept 3	11
3.6.4 Val av konstruktionskoncept	11
3.7 Specifikation av mått	11
3.7.1 Antropometristudie	12
3.8 F-m baserad konstruktionsanalys.....	13
3.9 Konstruktion	13
3.9.1 Materialspecifikationer	13
3.9.2 Data för dimensionering	14
3.9.3 Översikt av konstruktionen	15

3.9.4	Friläggningar	15
3.10	Hållfasthetsberäkningar gjorda med FEM	16
3.10.1	Dämparhylsan	16
3.10.2	Innerrör	17
3.10.3	Ytterrör	18
3.10.4	Infästning för blockerbar gasfjäder nedre	19
3.10.5	Bottenplatta	20
3.11	Standardkomponenter	20
3.11.1	Blockerbar gasfjäder	20
3.11.2	Dämpare	21
3.12	Tillverkningsmetoder	22
3.12.1	Stommen	22
3.13	Koncept för prototypbygge	24
4	Diskussion	29
4.1	Fortsatt arbete	30
5	Slutsats	32
	Källförteckning	34
	Bilaga A: Befintliga produkter	1
	Bilaga B: Concept screening – eliminerings matris enl. Pahl och Beitz	1
	Bilaga C: Kriteriematris	1
	Bilaga D: Kravspecifikation på lösningsneutral form	1
	Bilaga E: Function Means baserad konstruktionsanalys	1
	Bilaga F: Antropometri, uträkningar av längder	1
	Bilaga G: moment- och kraftjämvikter	1
	Bilaga H: Beräkningar	1
	Bilaga I: Uträkning av kostnad för strängpressning	1

Terminologi

Blockerbar gasfjäder – en fjäder som med lufttryck kan förlängas och förkortas och blockeras stumt eller fjädrande i ett läge med hjälp av ett reglage, till exempel vajer eller en spak.

Slaglängd – används i sammanhanget tryckfjädrar och gasfjädrar. Där slaglängden är det längsta måttet när fjädern är obelastad eller fullt utskjuten minus det minsta måttet när fjädern är maximalt belastad eller fullt hoptryckt.

FEM - (Finite Element Method). Metoden går ut på att finna approximativa lösningar på partiella differentialekvationer såväl som för integraler. Metoden kan användas vid beräkning för hand, men för avancerade ekvationer görs det med hjälp av en dator med ett program som stöder FEM. (1)

FEA - (Finite Element Analysis) är den praktiska tillämpningen av FEM

Antropometri – är läran om människokroppens måttförhållanden.

National Encyklopedin skriver ” Antropometrin används inom ergonomin för att anpassa arbetet och arbetsmiljön till människans anatomiska och fysiologiska förutsättningar.”

RIB – (Rigid hull Inflatable Boat) – enkelt förklarat en gummibåt med hårt skrov

1 Inledning / Introduktion

1.1 Bakgrund och problemmotivering

Företaget Rupert marine lanserade under båtmässan "allt för sjön 2011" en ny båtmodell som heter Ruptech 32 som är företagets första båt med hårt skrov. Ruptech 32 var mässans stora nylansering och båtens design och funktionalitet hyllades i flera medier både under och efter mässan. Skrovet är designat av Ocke Mannerfelt på Mannerfelt design team.

Rupert Marine tillverkar sen tidigare RIB- båtar och har ett antal modeller i storlekarna 16 till 50 fot. Användningsområdena sträcker sig från privat bruk till yrkesbruk.

Efter att ha fått prisförslag på stollösningar av återförsäljare, togs Rupert marine beslutet att själva prova att utveckla en förrastol med samma funktion till ett lägre pris.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att förbättra arbetsmiljön för båtens förare och med detta stärka Ruptech 32ans plats på marknaden.

Visionen är att utveckla en stol med en attraktiv design som passar Ruptech 32an och innehåller smarta och nytänkande lösningar som förbättrar förarens komfort och upplevelse till ett överkomligt pris.

1.3 Beställning

Beställningen från Rupert Marine presenteras nedan.

Stolen skall ha följande egenskaper:

- En fällbar sits så föraren kan stå upp och köra
- Stolen skall kunna roteras
- Stolen skall vara höj- och sänkbar
- Stolen skall vara dämpad
- Ett runt fundament för sitsen är ett starkt önskemål

1.4 Mål

Projektets mål är:

- E
ett förslag på en konstruktion med en lista på standardkomponenter som uppfyller kravspecifikationen.

- concept- och miljöbilder K
- ett förslag på fortsatt arbete E

1.5 Avgränsningar

En grunddesign ritad av Ted Mannerfelt ligger till grund för konstruktionen av stolen.

Projektet omfattar följande; ta fram en lösning för att höja och sänka stolen, en lösning för att dämpa av stolen samt konstruktion av fundamentet.

Under projektet skall det tas hänsyn till att stolen skall kunna rotera och att sitsen skall vara fällbar.

2 Metod

I detta kapitel redovisas metoderna som kommer användas i arbetet kronologiskt.

Valda delar av produktutvecklingsprocessen skall användas för att skapa underlag för utvecklingen av produkten, för att generera och välja koncept samt att utvärdera och för att konstruera komponenterna.

Förstudien består av att göra en enkel marknadsanalys där konkurrerande lösningar undersöks.

Under produktspecificeringsfasen kommer en produktspecifikation ställas upp med hjälp av en kriteriematris samt med beställningen från Rupert Marine. Kriteriematrisen syftar till att ta hänsyn till alla produktens aspekter från alstring (utveckling och konstruktion) till eliminering (återvinning/deponi). Dessa livscykel faser analyseras mot olika kriterier, se Figur 1. Detta för att inte missa någon aspekt i produktens livscykel för kravspecifikationen. (2)

Livscykel fas	Aspekter	Process	Miljö	Människa	Ekonomi
Alstring (Utveckling, konstruktion, m m)		1.1	1.2	1.3	1.4
Framställning (Tillverkning, montering, kontroll, lagring, m m)		2.1	2.2	2.3	2.4
Avyttring (Försäljning, distribution, m m)		3.1	3.2	3.3	3.4
Brukning (Installation, användning, underhåll, m m)		4.1	4.2	4.3	4.4
Eliminering (Borttransport, återvinning, förstöring, m m)		5.1	5.2	5.3	5.4

Figur 1 - Produkters livscykel och inverkan på aspekter. (2)

Alla krav och önskemål skall utifrån kriteriematrisen skrivas på specifik form, d v s att de skall formuleras lösningsberoende och entydiga, om möjligt mät-/kontrollerbara samt att specifikationen skall vara icke-redundant (varje kriterium skall vara unikt). Funktioner beskrivs med "verb + substantiv" t.ex. "dämpa stolen". Lösning begränsade kriterier t.ex. "ytterrörets längd < 450mm" eller "alla komponenter måste vara tillverkade av material som lämpar sig för marin miljö". (2)

Koncept ska genereras, delfunktioner ska identifieras och skrivas på lösningsneutral form. Ett exempel på en delfunktion är "justera stolen i höjdd". Att skriva delfunktionerna på lösningsneutral form ger en

bredare bild vilka dellösningar som kan vara alternativ för delfunktionerna, abstraktionsgraden ökar i denna del av utvecklingsfasen. (2)

Dellösningar genereras genom rationella metoder som lösningssökning i litteratur (konstruktionskataloger och tillverkare), analys av konkurrentprodukter och intervjuer med sakkunniga. Valet av dessa metoder grundar sig i projektets karaktär. De genererade dellösningarna skall sedan struktureras upp. (2)

Därefter görs en morfologisk matris för att generera koncept. Delfunktionerna ställs upp i första kolumnen i tabellen och sedan listas dellösningarna till varje delfunktion i respektive rad. Koncepten genereras genom att dra linjer mellan olika dellösningar. (2) Här väljs med eftertanke vilka dellösningar som passar ihop och kan skapa realistiska koncept.

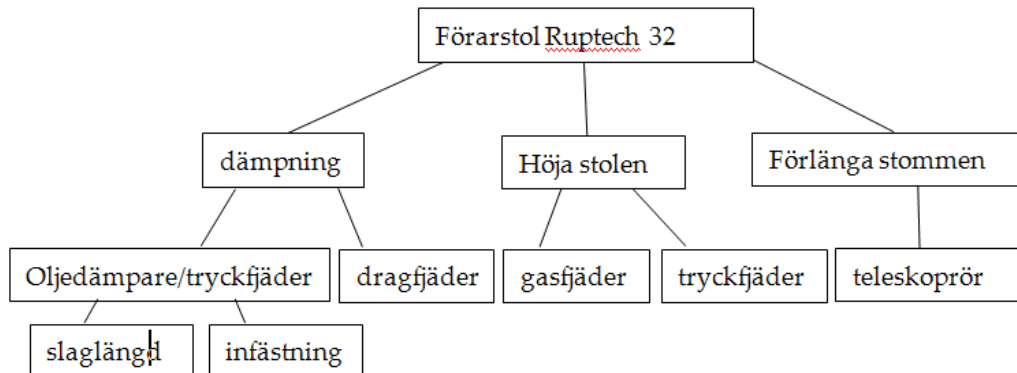
Under utvärderingsfasen kommer concept-screening göras med hjälp av en elimineringsmatris enligt Pahl och Bietz. Metoden går ut på att koncepten kontrolleras mot ett antal kriterier som finns uppställda i elimineringsmatrisen. I matrisen tas sedan beslut om ett koncept går vidare eller om det skall elimineras. Till följd av att denna matris görs kan nya koncept skapas (eller kombineras ihop av andra koncept) för vidare utveckling, det skall då genomgå elimineringsmatrisen. (2)

Utifrån de genererade koncepten som endast innehåller lösningar på delfunktionerna skall konstruktionslösningar tas fram där dellösningarna definierar konstruktionen. Dessa skall sedan utvärderas och ett konstruktionskoncept skall väljas för vidare utveckling.

Med hjälp av antropometiska data och mått från båtens förrarplats skall mått som krävs för stolens konstruktion specificeras upp. Antropometri är läran om människokroppens måttförhållanden. National Encyklopedin skriver " Antropometrin används inom ergonomin för att anpassa arbetet och arbetsmiljön till människans anatomiska och fysiologiska förutsättningar." (3)

För att komma fram till en konstruktion genomförs en F-m baserad konstruktionsanalys. Ett exempel visas i Figur 2. En systemprodukt identifieras, i detta fall stolens fundament, därefter ställs de olika delfunktionerna upp och i nivån under det dellösning, därefter kan dellösningen specificeras med tillexempel mått, position, material och hur komponenten/konstruktionen skall fästas. Detta dokument kommer vara levande och uppdateras när ändringar görs. (2) F-m analysen genomförs med hjälp av ett webbaserat program som heter Mindomo

och kan återfinnas på www.mindomo.com.



Figur 2 - Exempel på F-m baserad konstruktionsanalys.

En CAD-modell (Computer Aided Design) görs för att grovt specificera mått och för att visualisera konceptet. Denna CAD-modell kommer senare att ligga som grund för FEM-analyser och renderingar av bilder.

Friläggningen görs på det belastningsfall som ger störst belastningar på stolen och utifrån det räkas krafter och moment ut som kommer ligga till grund för hållfasthetsberäkningarna. Detta görs med kraft- och momentjämvikter då en statisk studie kommer göras.

Friläggningar på alla komponenter och en belastningsanalys görs. En friläggning är när man isolerar en kropp från alla omgivande objekt. Friläggningen är en schematisk presentation av det isolerade systemet som visar alla krafter som är pålagda på systemet genom mekanisk kontakt med andra kroppar, gravitationskraft och magnetiska krafter. Enl. J.L. Meriam och L.G. Kraige är "friläggningen det viktigaste enskilda steget i lösningen av problem inom mekanik." (4)

Data som ligger till grund för hållfasthetsberäkningarna skall fastställas, till exempel materialdata och säkerhetsfaktor. För hållfasthetsberäkningar används FEM som finns tillgängligt i Solidworks-modulen simulation.

3 Resultat

I kapitel 3 redovisas resultatet av det genomförda arbetet.

3.1 Förstudie

I detta kapitel redovisas befintliga produkter på marknaden.

3.1.1 Befintliga produkter på marknaden

Två stycken stolar hittades som tillverkas av Norsap. Det är modellerna Norsap 1000 och Norsap 1500. Bilder och specifikationer presenteras i Bilaga A.

3.2 Produktspecificering

Kravspecifikationen togs fram med Rupert marines beställning av produkten samt kriteriematrisen.

3.2.1 Kriteriematrisen

En kriteriematris gjordes. Delar av kriteriematrisen lämnades utanför då information om dessa aspekter saknas eller inte var relevanta för utvecklingen. Matrisen presenteras i Bilaga C.

3.2.2 Kravspecifikation

Kravspecifikationen sammanställdes utifrån kriteriematrisen och beställningen från Rupert Marine. Specifikationen presenteras i Tabell 1.

Tabell 1 – Kravspecifikation.

Kriterium	Krav/Önskemål	Funktion/begränsning
Dämpa stötar och slag	Krav	Funktion
Justera dämpningens styvhet	Önskemål	Funktion
Ändra höjden	Krav	Funktion
Enkelt att ändra höjden på stolen med en hand eller fot.	Krav	Begränsning
Så lite underhåll som möjligt (t ex, oljebyte, späna vajrar o.s.v.)	Krav	Begränsning
Alla material skall vara: Saltvatten- och UV-beständiga samt rostfria.	Krav	Begränsning
Maxpris 9000 kr/st.	Krav	Begränsning
Stommen skall vara cylindrisk	Krav	Begränsning
Enkel montering	Önskemål	Begränsning
Stolen skall hålla hela båtens	Önskemål	Begränsning

livslängd		
Inget glapp	Önskemål	Begränsning
Inga utstickande delar som är lätta att fastna i	Önskemål	Begränsning
Använda standardkomponenter där möjlighet ges	Önskemål	Begränsning

3.3 Konceptgenerering

3.3.1 Lösningsneutral form

Innan konceptgenereringen påbörjades skrevs produktspecifikationen om på lösningsneutral form. Se bilaga D.

3.3.2 Identifiera delfunktioner

Total funktion:

- Ge en bekväm körupplevelse för båtens förare

Delfunktioner:

- Ändra sitsens höjd
- Låsa stolens höjd
- Dämpa slag och stötar för föraren

3.3.3 Lösningar på delfunktioner

För att hitta lösningar till delfunktionerna eftersöktes standardkomponenter på internet, konkurrerande lösningar samt leverantörskataloger studerades och en kort brainstorming genomfördes.

Dämpa slag och stötar för föraren: standardkomponenter eftersöktes, letats bland standardkomponenter.

- Tryckfjäder
- Vågfjäder
- Oljefylld dämpare med fjäder (typ bildämpning)
- Bladfjäder
- Gas/oljedämpare för cyklar

Ändra sitsens höjd: standardkomponenter samt komponenter som kräver nyutveckling eftersöktes för att utföra det mekaniska arbetet att lyfta stolen.

- Gasfjäder
- Kuggspel/elmotor
- Tryckfjäder

- Gänga
- Pneumatiska cylindrar (kräver kompressor)
- Hydrauliskt (kräver hydraulaggregat)

Låsa sitsens höjd: dessa dellösningar är starkt beroende av vilken lösning för att ändra sitsens höjd som valts. Då vissa är integrerade med varandra. För denna funktion söktes såväl standardkomponenter som nya lösningar.

- Lufttryck (gasfjäder)
- Friktionslås
- Sprint (likt många gymmaskiner)
- Klämlås (typ sadelstolpe på cykel)
- Snabblås (låser hårdare ju mer kraft man lägger på)

3.3.4 Morfologisk matris

I Tabell 2 presenteras den morfologiska matrisen där de olika dellösningarna är infogade. Två stycken dellösningar eliminerades innan koncepten skapades då de var orimliga för konstruktionen.

Tabell 2 - Morfologisk matris.

Delfunktion	Dellösningalternativ				
Ändra sitsens höjd	Gasfjäder	gänga-/elmotor	Tryckfjäder	Gänga	Hydrauliskt
Låsa sitsens höjd	Lufttryck	Friktionslås	Klämlås	tryckfriktionslås	Sprint
Dämpa stötar och slag	Tryckfjäder	Vågfjäder	Gas/oljedämpare	stötdämpare	Bladfjäder

3.4 Konceptförslag

Koncept 1

Ändra sitsens höjd – gasfjäder

Låsa sitsens höjd – lufttryck (blockeringsfunktion på gasfjädern)

Dämpa stötar och slag – Stötdämpare

Funktionen för att ändra sitsens höjd utgörs av en gasfjäder, det finns låsbara gasfjädrar som uppfyller funktionen låsa sitsens höjd. Dämpningen utgörs av en tryckfjäder.

Koncept 2

Ändra sitsens höjd – Tryckfjäder

Låsa sitsens höjd – Sprint

Dämpa stötar och slag – Gasdämpare

Sitsen lyfts med hjälp av en tryckfjäder och höjden låses m.h.a. en fjäderbelastad sprint.

Koncept 3

Ändra sitsens höjd – Hydraulcylinder

Låsa sitsens höjd – Oljetryck (i hydraulcylinder)

Dämpa stötar och slag – Stötdämpare

Konceptet är baserat på att det finns ett hydraulaggregat på båten som kan bygga upp ett oljetryck. Stolens funktioner kommer att styras med hjälp av elektriska eller mekaniska reglage som kräver liten mänsklig kraft.

Koncept 4

Ändra sitsens höjd – Elmotor (gänga)

Låsa sitsens höjd – Klämlås (typ sadelstolpe)

Dämpa stolen – Tryckfjäder

Konceptet kräver ström från båtens batterier, höjden är steglöst inställbar med hjälp av en elmotor som förlänger teleskoplösningen. När motorn är avstängd låses pelaren i sitt läge. Klarar inte konstruktionen krafterna kan ett klämlås användas som komplement.

Lösningen, Figur 3, för att höja och sänka stolen hittades på Aratröns hemsida och finns i flera olika utföranden med olika lås- och lyftkrafter och slaglängder. (5)



Figur 3 - LAC 3 elektrisk lyftpelare, från Aratron. (6)

3.5 Konceptutvärdering

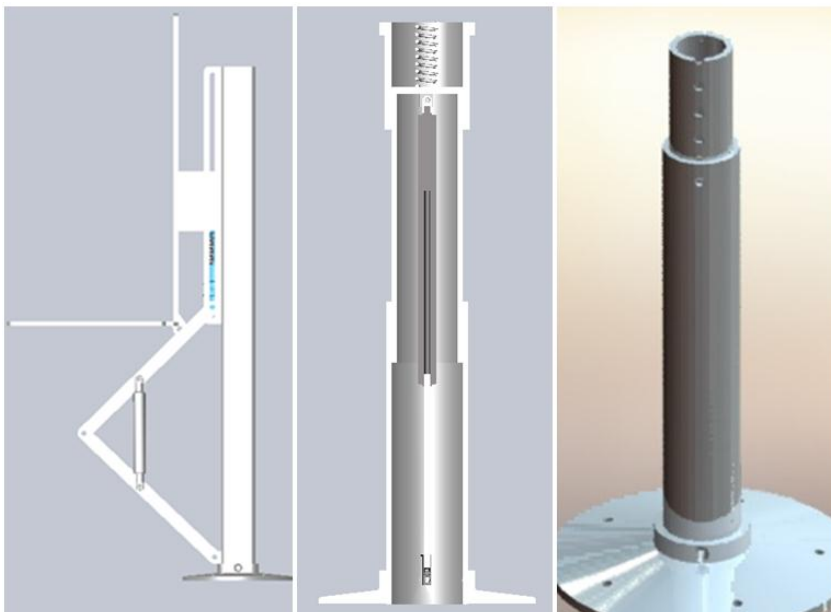
En elimineringsmatris gjordes enligt, Pahl och Bietz, se Bilaga B.

Koncept 3 eliminerades i matrisen då det skulle bli för kostsamt med ett hydraulaggregat. Koncept 4 eliminerades också det på grund av att det skulle bli för kostsamt.

De två koncept som gick igenom elimineringsmatrisen var koncept 1 och koncept 2.

3.6 Konstruktion

I detta kapitel redovisas tre stycken konstruktionskoncept som baseras på koncept 1 och koncept 2.



Figur 4 - Konstruktionskoncept 1, 2, 3 (från vänster)

3.6.1 Konstruktionskoncept 1

Konstruktionskoncept 1, se Figur 4 (till vänster), baseras på en länklösning som gör att den blockerbara gasfjädern kan vara kortare. Gasfjädern sitter monterad 1/3 av längden från länkarnas sammankoppling. Detta ger enl. topptriangelnsatsen att en förlängning av fjädern på 1 cm ger en höjning av stolen på 3 cm (7). Det skulle således räcka med en gasfjäder med 100mm slaglängd. Nackdelen är att det finns utstickande delar som kan vara i vägen samt att den blockerande kraften på gasfjädern måste vara stor.

3.6.2 Konstruktionskoncept 2

Detta koncept, se Figur 4 (mitten), är inspirerat av befintliga lösningar på marknaden. Det är två rör som fungerar som teleskop, inuti sitter den blockerbara gasfjädern. Överst sitter en dämpare som i figuren illustreras med en vanlig tryckfjäder. Fjädern innesluts av en hylsa som har samma profil som det nedre röret.

3.6.3 Konstruktionskoncept 3

Konceptet är baserat på att låsningen görs med en sprint som låser två teleskoprör mot varandra, se Figur 4 (till höger). Inuti rören sitter en tryckfjäder som lyfter konstruktionen och en gasdämpare skall dämpa stötar.

3.6.4 Val av konstruktionskoncept

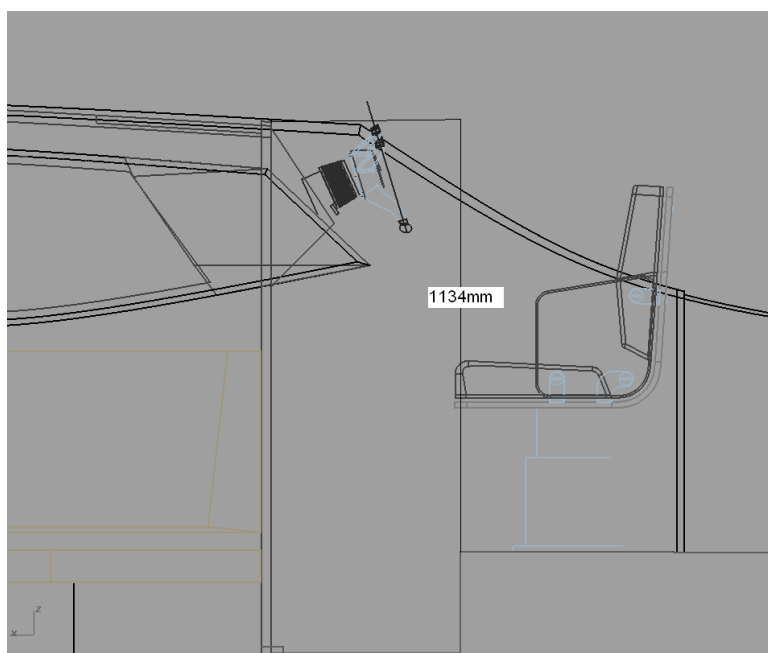
Konstruktionskoncept 1 elimineras på grund av att den blockerbara gasfjädern kommer utsättas för väldigt stora krafter samt att konceptet har delar som sticker ut mycket.

Konstruktionskoncept 3 har nackdelen att höj och sänkningen inte är steglös samt att manövern för att höja och sänka stolen blir mer tidskrävande än den för konstruktionskoncept 1. Detta koncept skulle vara det billigaste alternativet. Men det låga priset vägde inte upp funktionsförlusten.

Konstruktionskoncept 2 uppfyllde kravspecifikationen bäst. Alternativet ger ett bra förhållande mellan funktionalitet och pris. Därför valdes konstruktionskoncept 2 för vidare konstruktion.

3.7 Specifikation av mått

För att specificera stolens mått behövs mått från stolens omgivande miljö och mått från kroppen. Ett viktigt mått är höjden på hytten som är 113,4 cm, se Figur 5. För att få god sikt över den adderas 30 cm på detta mått. Vilket innebär att ögonhöjden minst bör vara cirka 145 cm.



Figur 5 - Mått på förarplats

3.7.1 Antropometristudie

I Tabell 3 kan medellängder för norra Europas befolkning utläsas, den är sammanfattad av en tabell över jordens befolknings medellängder.

(8)

Tabell 3 - Medellängder för norra Europas befolkning.

	Längd stående (cm)	Knähöjd (cm)	Längd sittande (cm)	Rumphöjd stående (cm)
Män	181	55	150	87,7
kvinnor	169,1	50	140	82,5

Stolens mått specificerades med två rimliga fall, en kort person som sitter ned och en lång person som står upp. De viktiga måtten var knähöjd och ögonhöjd i sittande position för den korta personen och rumpans höjd för den stående personen. Se Tabell 4.

Tabell 4 - definierande mått (för uträkningar se Bilaga F).

	Sitthöjd (cm)	Rumphöjd stående (cm)	Ögonhöjd sittande (cm)
Kort person 170cm	49	82,5	126
Lång person 195cm	56	94,6	144,5

De markerade fälten i Tabell 4 visar de mått som definierade måtten för konstruktionen. Ögonhöjden bör som tidigare nämnt vara minst 145 cm, vilket ger ett lägsta mått på sitsen till 49cm +20cm =69 cm. Detta möjliggörs med ett fotstöd som monteras 20 cm ovanför durken. Den högsta höjden på sitsen skall vara 95 cm, detta kräver en slaglängd i den blockerbara gasfjäders som är ca 26 cm.

3.8 F-m baserad konstruktionsanalys

För att specificera konstruktionen har en f-m (Function means) baserad konstruktionsanalys gjorts som presenteras i bilaga E.

3.9 Konstruktion

3.9.1 Materialspecifikationer

Materialet som kommer användas för inner- och yttorrör samt dämparhylsa är aluminiumlegeringen "EN-AW-6005 AlSiMg" och i Sapas sortiment heter den legeringen "Sapa 6005". Enligt Sapa används legeringen vid krav på hög hållfasthet. T.ex. balkonger, portar, stegar, segelbåtsmaster (9).

I Tabell 5 presenteras materialdata för EN-AW-6005 AlSiMg, informationen är hämtad från Sapa group och Tibnor. (10) (9)

Tabell 5- Materialdata 6005.

legering	Densitet g/cm ³	Längdutvidnings Koefficient Per °C x 10 ⁻⁶	E-modul E Gpa	Skjuv- modul G Gpa	Sträck- gräns R _{p0,2} min N/mm ² t ≤ 5	Brott- gräns R _m Min N/mm ² t ≤ 5
6005	2,70	23,4	70	26	215	255

Hans Johannesson m.fl. skriver "I fuktiga miljöer kan man med hänsyn till risken för galvanisk korrosion inte direkt kombinera Aluminiumlegeringar med ädlare metaller som koppar eller rostfria stål, metallerna måste då isoleras från varandra. Exempel är beslag i syrafast stål som nitas till aluminiummaster, i marin miljö." (2)

Beslag i syrafast stål skall således användas och aluminiumprofilerna skall galvaniseras.

Galvanisering är en elektrokemisk process där en metall beläggs med ett tunt lager av en annan metall genom elektrolys. När materialet utsätts för hårdare klimat används varmförzinkning vilket ger ett bättre skydd. (11)

Galvanisering av strängpressade profiler ger en finare yta som tål korrosion och nötning bra samt får ytan en lägre friktionskoefficient än obehandlat aluminium. (9)

Materialet som är valt till bottenplattan är Al-6063-T6. Det är en upplösningsbehandlad och varmåldrad aluminiumlegering, med magnesium och kisel som legeringsämnen. Det har en sträckgräns på 215 MPa. Används vanligen i fönsterkarmar och möbler. Legeringen lämpar sig väl för anodisering. (12)

3.9.2 Data för dimensionering

Enligt Rosén 2004 beskrivs passagerarnas och besättningens upplevelse av accelerationen genom att använda medelvärdet av en tiondel av de högsta mätvärdena. (13)

I Tabell 6 redovisas vertikala accelerationer från en amerikansk stridsbåt. I motsjö uppstår de största accelerationerna och medelvärdet av den högsta tiondelen är 4,3g. (14)

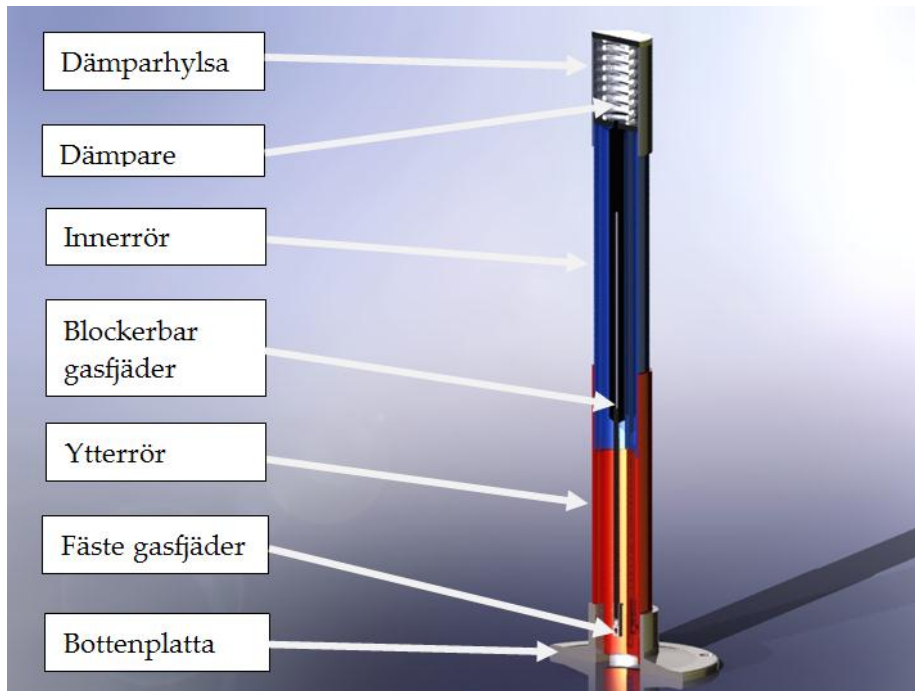
Tabell 6- vertikala accelerationer för höghastighetsbåt. (14)

	Craft Heading Relative to Sea Direction				
	Head (g)	Bow (g)	Beam (g)	Quartering (g)	Following (g)
Peak	8.62	3.94	6.02	1.67	1.51
Average 1/10 H	4.30	2.48	2.39	1.56	1.26
Average 1/3 H	2.90	1.89	1.65	1.12	0.96
Mean	1.67	1.24	1.07	0.71	0.64
RMS	0.44	0.38	0.32	0.24	0.23

Därför kommer stolen dimensioneras för att hålla för accelerationer på 4g och de belastningar det innebär. Båtens förare antas väga 100 kg. Säkerhetsfaktor två valdes för hela konstruktionen. Säkerhetsfaktor är förhållandet mellan kritisk och tillåten belastning av en konstruktion (15).

3.9.3 Översikt av konstruktionen

I Figur 6 redovisas namn och position på delarna i konstruktionen.



Figur 6 - Fundamentets delar.

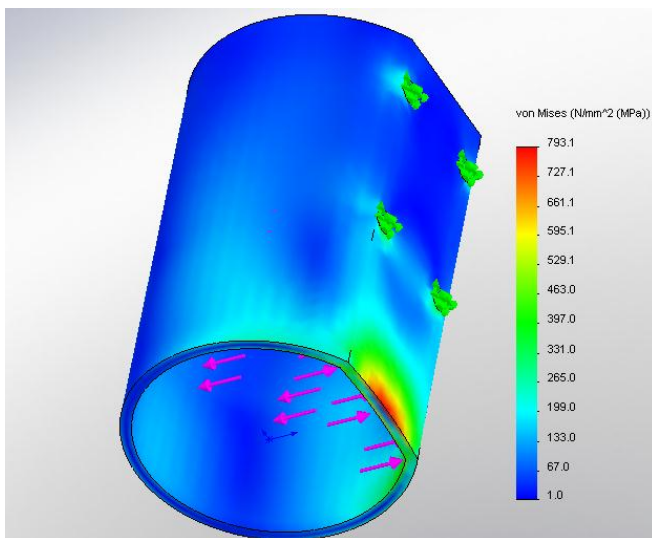
3.9.4 Friläggningar

Friläggningar på alla ingående komponenter har gjorts dessa presenteras i bilaga G. Dessa friläggningar har sedan legat som grund till belastningsanalyser och FEM- analyser.

3.10 Hållfasthetsberäkningar gjorda med FEM

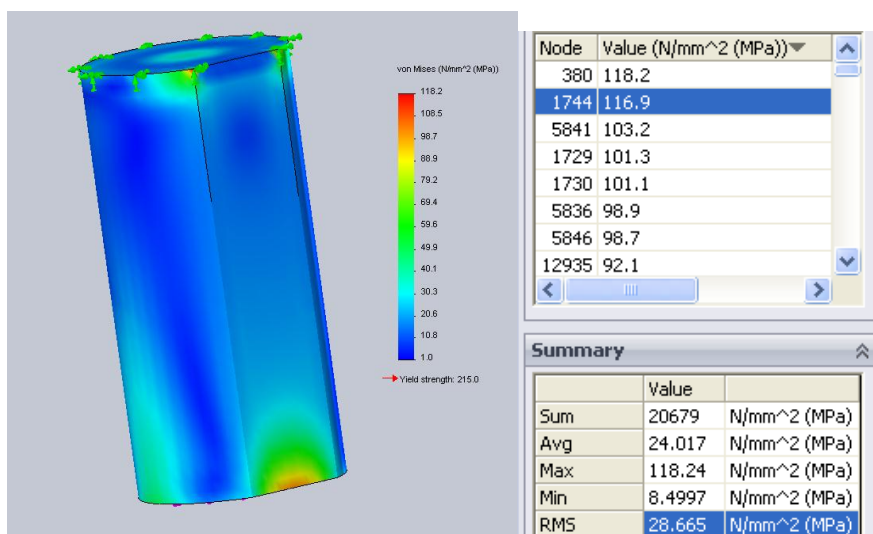
I detta kapitel presenteras hållfasthetsberäkningar gjorda med FEM i Solidworks-modulen simulation.

3.10.1 Dämparhylsan



Figur 7 - Spänningar i dämparhylsan.

Spänningar på upp till 793 MPa uppstår i hylsan, se Figur 7 - Spänningar i dämparhylsan detta är 6 gånger över det tillåtna, i denna FEM-analys har materialtjockleken 4mm använts. En optimering gjordes och trots en materialtjocklek på 10 mm översteg ändå spänningen det tillåtna därför flyttades dämparhylsas infästning så att det böjande momentet blev mindre.



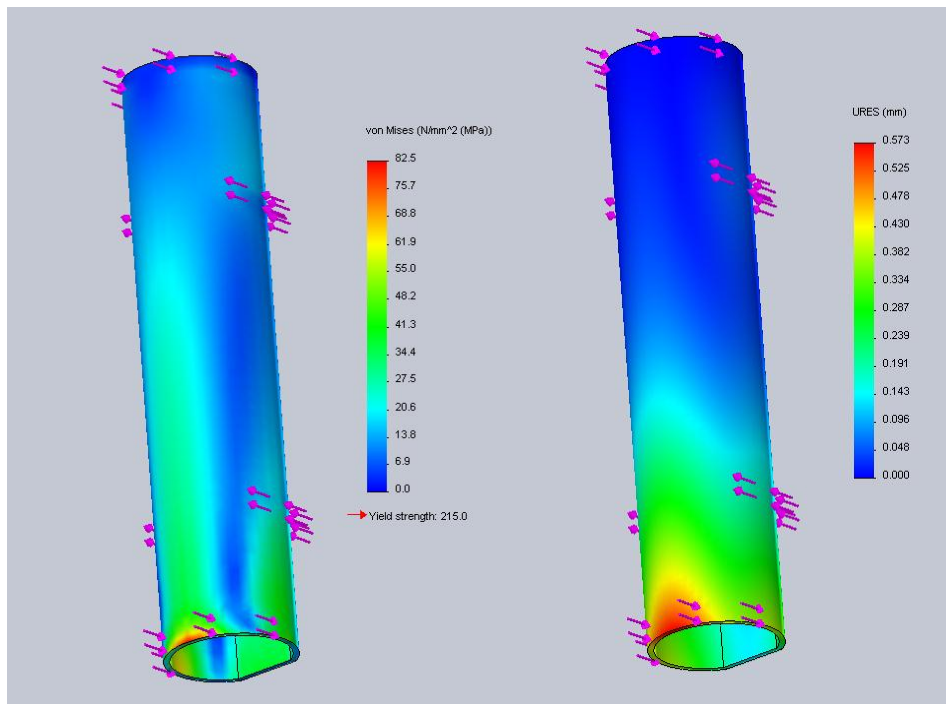
Figur 8 - FEM av dämparhylsa.

Den tillåtna spänningen är 107,5 MPa. I Figur 8 ses dock att spänningen överstiger detta värde med 11 MPa. Det är dock bara två noder som uppnår dessa värden.

3.10.2 Innerrör

Krafterna som påverkar röret är kontaktkrafter från dämparhylsan och ytterröret.

Den maximala spänningen som uppstår i innerröret är 82,5 MPa och den maximala förskjutningen är 0,573 mm, se Figur 9 . Ett lock är fastsvetsat på toppen av röret som fjädern och dämparen är fäst i, locket tar upp de vertikala krafterna.

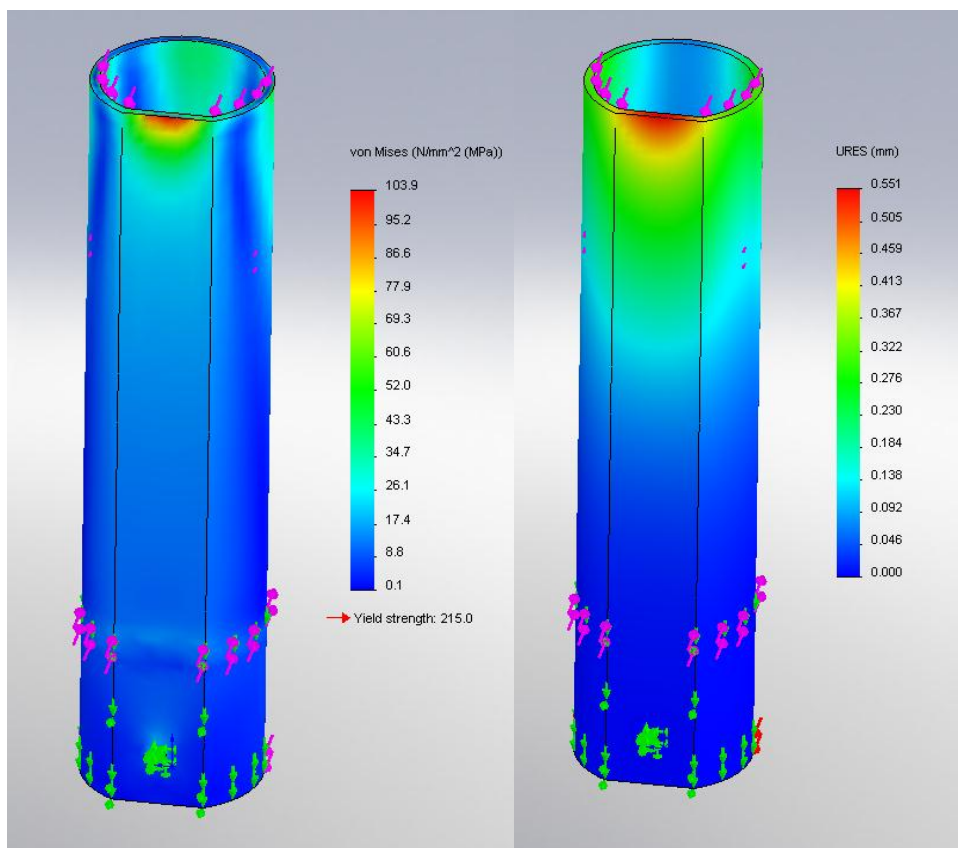


Figur 9- Spänning och förskjutning i innerrör.

3.10.3 Ytterrör

Krafterna som påverkar ytterröret är tvärkrafter från innerröret och bottenplattan.

Den maximala spänningen blir 103,9 MPa och maximala förskjutningen 0,551mm, se Figur 10.

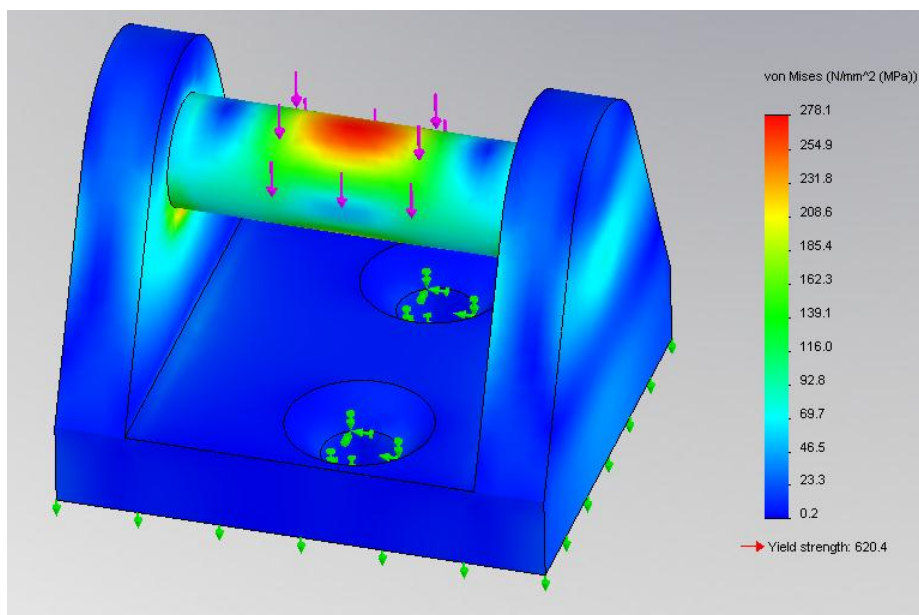


Figur 10- Spänning och förskjutning i ytterröret.

3.10.4 Infästning för blockerbar gasfjäder nedre

De originalinfästningar som finns tillgängliga till gasfjädrarna klarar inte de belastningar som kommer uppstå. Ett fäste konstruerades som klarar belastningarna.

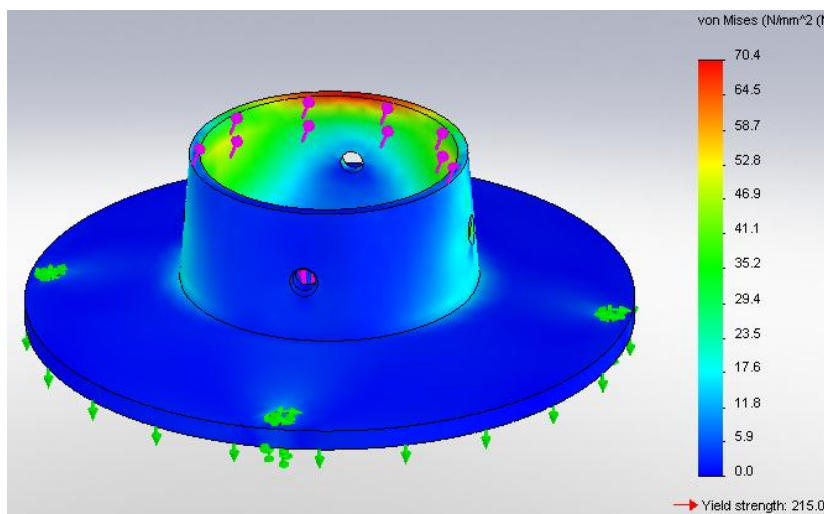
Materialet är en stållegering med sträckgränsen 620 MPa och en tillåten spänning på 310 MPa. Originalinfästningen till gasfjädern har ett hål för infästningen som är 8 mm i diameter. I Figur 11 visas resultatet av hållfasthetsberäkningarna.



Figur 11 - Nedre fäste för gasfjäder.

3.10.5 Bottenplatta

Figur 12 visar den maximala spänningen i bottenplattan 70,4 MPa. Det är 65 procent av den tillåtna spänningen.



Figur 12 - Spänning i bottenplattan.

3.11 Standardkomponenter

I detta kapitel presenteras de standardkomponenter som skall ingå i konstruktionen.

3.11.1 Blockerbar gasfjäder

I Figur 13 visas en blockerbar gasfjäder i genomskärning. Principen för hur en gasfjäder fungerar är att det är håligheter i kolven som rör sig i

cylindern. Genom dessa hål rör sig luft eller en vätska när ett tryck läggs på kolvstången. Dessa hål blockeras när kolven skall låsas i sin position. (16)

Gasfjädersmodellen S28, i syrafast stål, levereras av Aratron. Den skall ha en tryckande kraft på 700 N, och har då en blockerande kraft på $700 \cdot 5,5 = 3850$ N. Enligt tidigare uträkningar är 260 mm slaglängd bra till konstruktionen. Det finns blockerbara gasfjädrar med 250 mm slaglängd, det passar bra i konstruktionen.



Figur 13 – Blockerbar gasfjäders i genomskärning samt. knapp för blockering av gasfjäders. (16)

3.11.2 Dämpare

Det finns olika typer av stötdämpare, men de har alla samma funktion, att dämpa en acceleration. Stötdämpare är i grunden cylindrar med flera kammare, med en eller flera öppningshål mellan kammarna. När ett objekt träffar cylinderstången, rör sig en kolv invändigt och ökar vätsketrycket i cylindern. Vätskan flyter igenom öppningarna mellan de olika kamrarna, trycket sjunker och temperaturen ökar. Rörelseenergin är omvandlad till värmeenergi. För att dämparen skall återgå till sitt ursprungliga läge används t.ex. en tryckfjäders. (17)

En självkompenserande dämpare, se Figur 14, har valts då belastningen vid körning av båten kommer vara mycket varierande på grund av sjögång, vikt på föraren och båtens hastighet.

En självkompenserande dämpare kräver ingen justering och täcker ett brett spektrum av krafter och kompressionshastigheter. Den största fördelen är att de ger bra accelerationsdämpande egenskaper även fast ingångsförutsättningarna (vikt och hastighet) ändras. Nackdelen är att det kan uppstå högre reaktionskrafter i dämparen. (17)

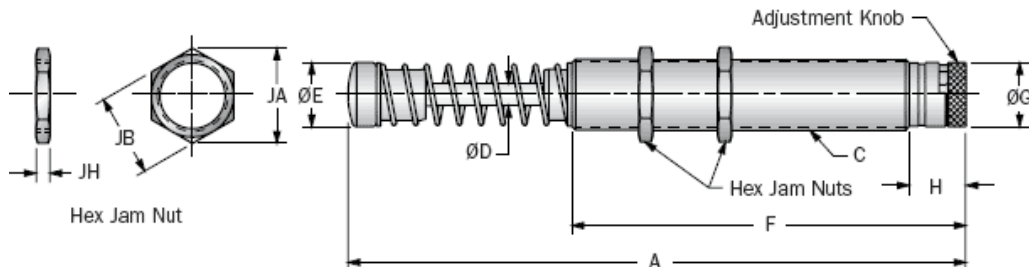
Indata:

$F = 4000$ N,

Beräkningar redovisas i Bilaga H:

$$E_{k(max)} = 160 \text{ Nm/cykel}$$

$$E_{kC(max)} = 57600 \text{ Nm/timme}$$



Figur 14 - Självkompenserande justerbar dämpare från Limo. (18)

Denna fjäder tål en maximal kraft på 7500 N, har ett optimalt hastighetsintervall mellan 0,75-3 m/s. Den klarar ett maximalt totalt arbete på 190 Nm per cykel och max 75 000 Nm per timme. Dämparen har en slaglängd på 40 mm. (18)

3.12 Tillverkningsmetoder

I detta kapitel presenteras vilka tillverkningsmetoder som antagits för att det skulle gå att arbeta vidare med konstruktionen.

3.12.1 Stommen

Stommen (ytterrör, innerrör och dämparhylsan) skall strängpressas. Strängpressning eller "Extrudering" används för att tillverka profiler som har samma tvärsnitt över hela profilens längd. Det går att tillverka mycket komplexa tvärsnitt med funktioner som skruvfickor och snäpplås. Enkelt går processen till så att materialet, i detta fall aluminium, värms upp i en förkammare, och pressas sedan genom en matris som har formen av profilen. Därefter kan den färdiga profilen t.ex. härdas, kapas i rätt längder och ytbehandlas. (19)

Kostnaden för att strängpressa de två profilerna "ytterrör" och "teleskoprör" är 479 kr per stol vid minimiordern på 250 kg/profil. För uträkning se Bilaga I.

3.13 Koncept för prototypbygge

I detta kapitel redovisas prototypkonstruktionen. Modellen i Figur 15 illustrerar hur förslaget till prototypen såg ut. Dämparens position är ändrad och är monterad på utsidan av röret då den inte fick plats inuti dämparhylsan.



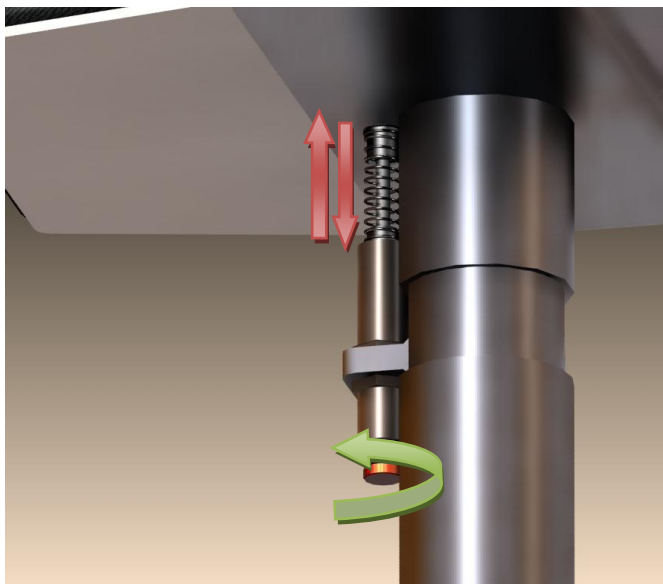
Figur 15 - Förslag på konstruktion för prototyp.

De tre rören är rörliga mot varandra i längs riktningen, i Figur 16, visas hur stolen i upphöjt läge. I detta läge är sitsen 95 cm hög, mätt från bottenplattan.



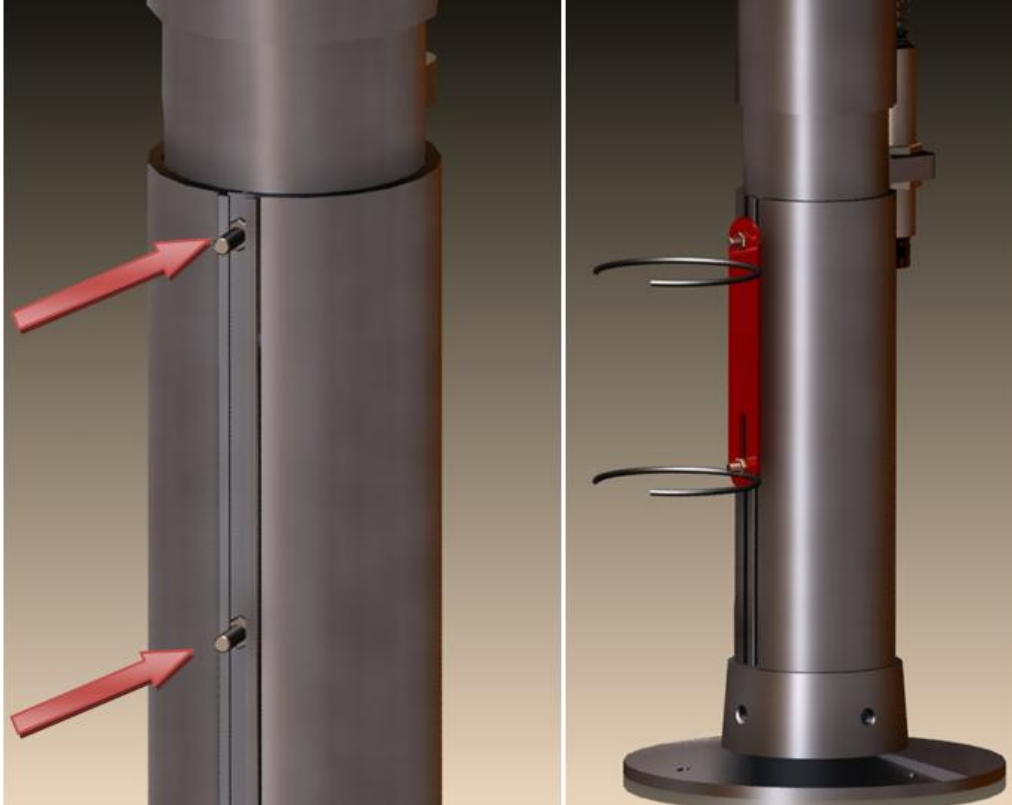
Figur 16- Förarstol Ruptech32, upphöjd bakifrån.

Styvheten på dämparen justeras genom att reglaget längst ner på den vrids, se Figur 1 och de röda pilarna visar var den trycks ihop. Inuti rören är den blockerbara gasfjädern monterad, den är fäst i bottenplattan och i toppen på innerröret.



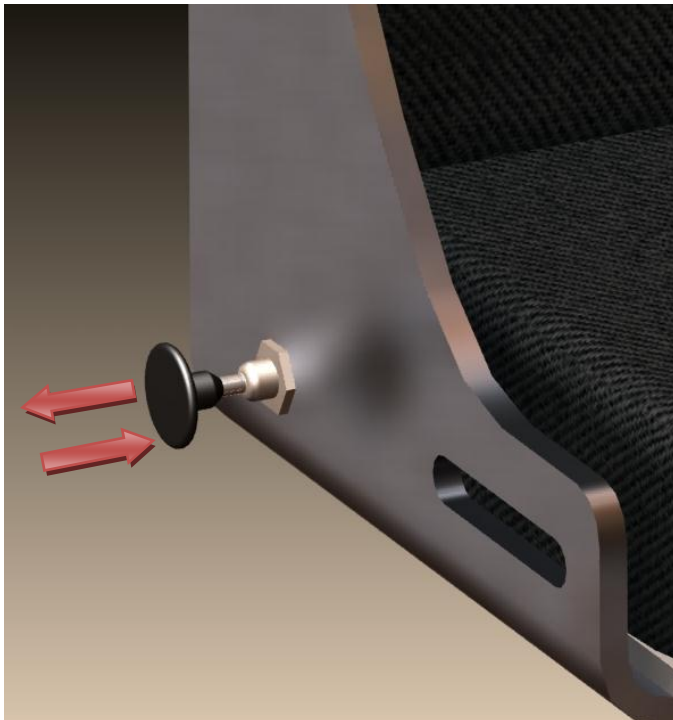
Figur 17 -Justerbar stötdämpare, den gröna pilen visar hur styvheten i dämparen justeras.

I Figur 18 visas ett skruvspår som sitter bak på ytterröret. detta kan användas för att fästa tillexempel, en brandsläckare, ett första hjälpen kit eller en hållare för linor.



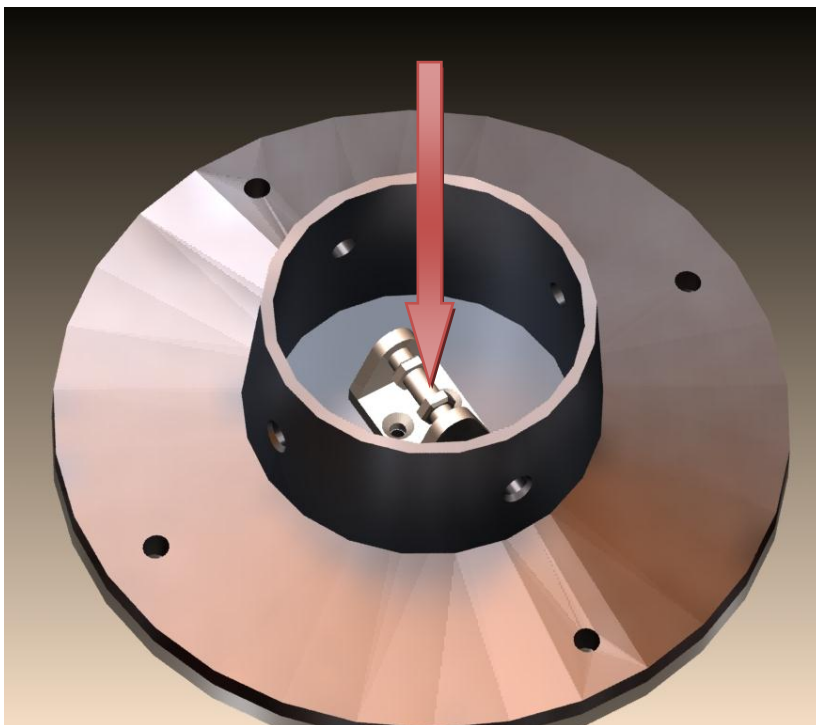
Figur 18 - Skruvspår, till höger med monterat fäste för brandsläckare.

I Figur 19 visas hur reglaget sitter placerat på sidan av sitsen och de röda pilarna illustrerar reglagets rörelse.



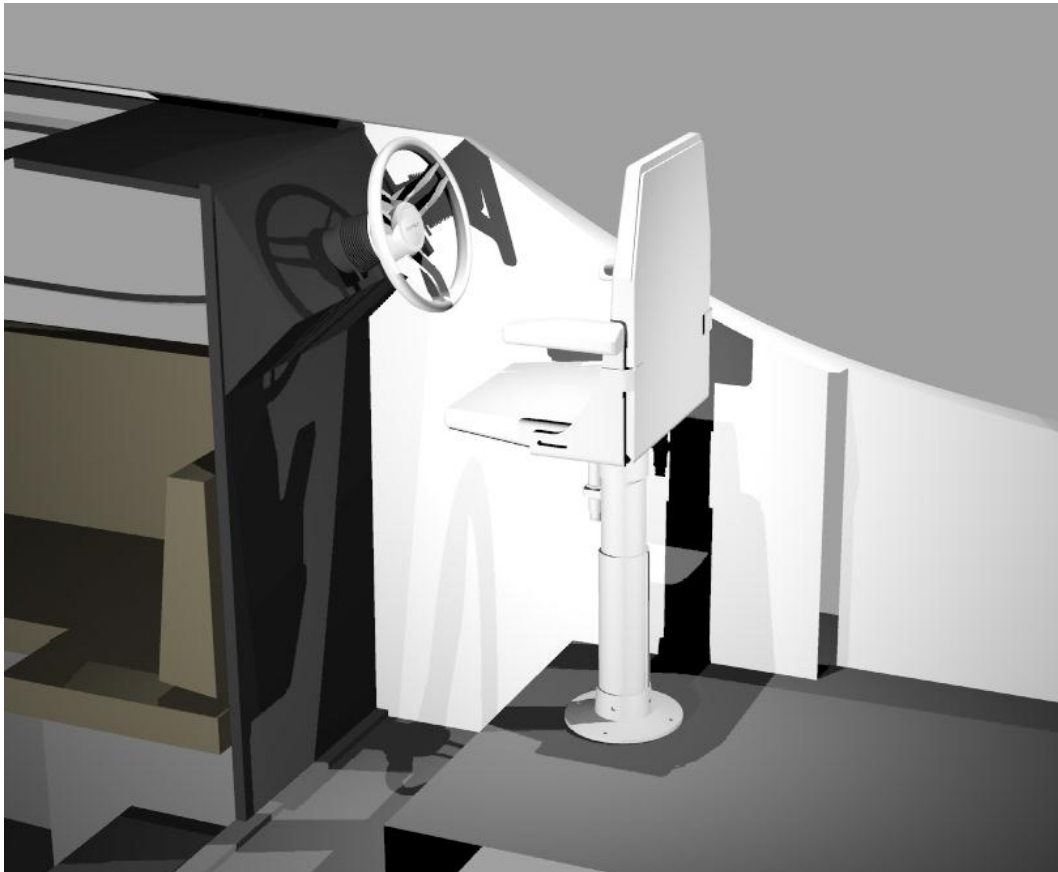
Figur 19 - Justering för blockerbar gasfjäder.

I Figur 20 visas bottenplattan med det nedre fästet för den blockerbara gasfjädern. Den fästs in mellan de två muttrarna och centreras så att gasfjädern inte skall snedbelastas.



Figur 20- Bottenplatta med infästning för blockerbar gasfjäder.

I Figur 21 visas stolen monterad på den yttre förarplatsen på Rup-
tech32an. Det "trappsteg" som är framför stolen existerar inte, det är en
plan durk i samma höjd som stolen sitter monterad på.



Figur 21 – Yttre förarplats med stol.

4 Diskussion

Det var en avgränsning att inte kolla på tillverkningsmetoder och prispförslag. Men projektet kom till ett läge då jag kände det var nödvändigt att kontrollera alternativ för att inte göra en konstruktion som skulle bli eller omöjlig att tillverka. Dock om jag skulle göra ett projekt med liknande förutsättningar skulle det fokuseras med på funktioner först, sen efter att en prototyp är utvärderad skulle jag titta på dessa kriterier och konstruera alla detaljer för att kunna tillverkas på ett kostnadseffektivt sätt.

När FEM-analyserna görs en statisk analys med den maximala kraften som stolen kommer utsättas för. På det läggs en säkerhetsfaktor 2 på detta. Jag har letat efter siffror på arbetsmiljöverket och sjöfartsverket angående dimensionering av detaljer till små höghastighetsbåtar, dock har ingenting hittats. Hade dessa data hittats hade arbetet förenklats avsevärt.

Hade det funnits möjlighet hade jag gärna studerat befintliga konstruktioner närmare. Genom att t.ex. göra mätningar och titta på standardkomponenter som konkurrenter använder sig av kan en bra förståelse uppnås fort.

Det bästa skulle varit att göra en dynamisk analys, men det kan kännas lite överdrivet, och det behövs väldigt mycket mer indata än vad jag har lyckats samla ihop under projektet.

I kapitel 3.9.2 angående krafter som påverkar stolen är 4g en överdriven acceleration att räkna på då denna acceleration är beräknad på stumma ytor. Stolen sitter monterad på durken, den är gjord av glasfiber som kommer böja ut lite under stöten som kan bli från föraren på stolen, plus att föraren sitter på en mjuk dyna som dämpar accelerationen samt en dämpare i konstruktionen.

I FEM-analysen för dämparhylsan uppstod det problem i konstruktionen. Först uppstod det alldeles för höga spänningar och konstruktionen var sedan tvungen att göras om. Alla krafter räknades om och en ny dämparhylsa konstruerades. Av resultatet av den FEM-analysen se Figur 8, kan det utläsas att det i två noder registrerats högre spänning än tillåtet. Detta kommer inte inträffa i verkligheten då infästningen kommer vara annorlunda än i CAD-modellen.

Jag anser att för att prova ut rätt dämpning, slaglängd och dämpartyp till stolen behöver ett par olika dämpare provas. Detta då det är en upplevd känsla som ska uppfyllas. Dock så kan det beräknas om dämparen kommer hålla för krafterna som uppstår.

Då budgeten i projektet var satt till noll kronor har arbetet fått fortskrida utifrån det, inga fältstudier har gjorts och inte heller har det funnits utrymme att bygga någon prototyp. Jag hade velat bygga några enkla prototyper redan i konceptgenereringsfasen för att få en bild över hur det skall se ut. Detta hade gjort arbetet effektivare då jag skulle kunna fått bättre förståelse snabbare.

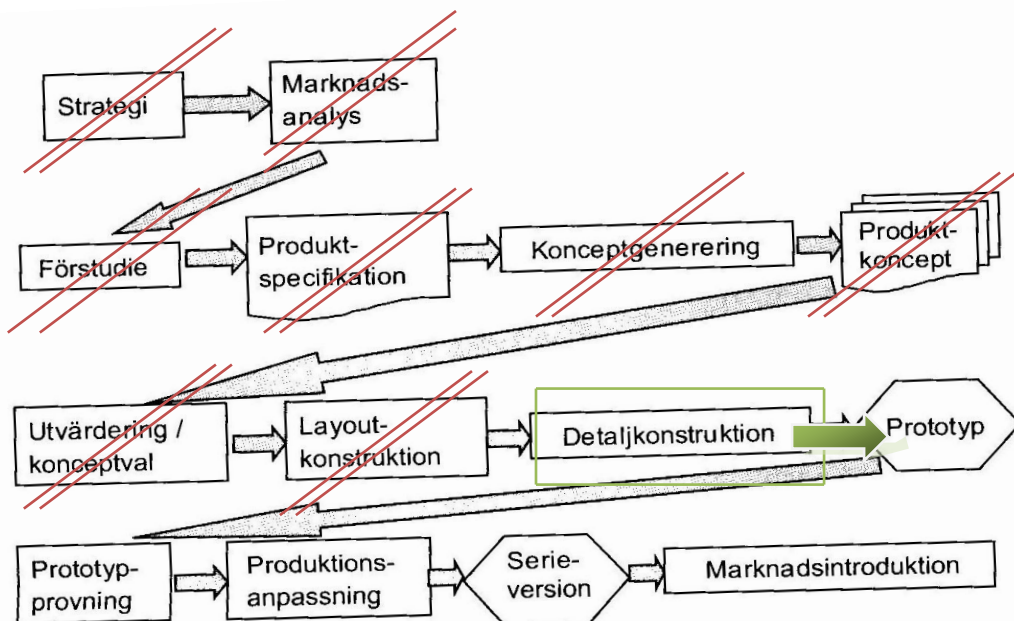
Risken med att inte bygga någon prototyp under utvecklingsfasen är att det blir stora omkonstruktioner i slutet av projektet. Behöver något omkonstrueras blir kostnaderna för det mycket större än om man kunnat göra det tidigare i projektet. Men utifrån förutsättningarna har inget annat varit möjligt.

Uträkningarna på dämparen är baserade på antaganden som inte är tillförlitliga. Dessa uträkningar ger bara en förståelse för vilka påfrestningar dämparen utsätts för. För att räkna på detta bör ett dimensionerande belastningsfall identifieras och data för detta samlas in.

Kravspecifikationen har igenom arbetet uppdaterats vartefter kraven och önskemålen har specificerats. Uppdateringarna redovisas inte i en ny kravspecifikation utan återfinns i rapportens resultatkapitel.

4.1 Fortsatt arbete

I Figur 22 visas var arbetet befinner sig i dagsläget.



Figur 22- Produktutvecklingsprocessens delar. (2)

Förslag på hur arbetet ska fortskrida:

Nästa steg i arbetet blir att göra om FEM-analyserna, då det i slutet av projektperioden visade sig att dämparen inte skulle få plats inuti pelaren som först beräknat. Den är nu fäst på utsidan av innerröret och dämparhylsan.

Lösningarna för att rotera och fälla sitsen skall utvecklas till en detaljkonstruktion.

Därefter skall en prototyp byggas för att testa konstruktionens funktion.

Till denna prototyp skall en dämpare med justerbar styvhet köpas in. Detta för att kunna verifiera en dämpning till stolen. En blockerbar gasfjäder köpas som också den har justermöjligheter så att det går att prova ut vilka specifikationer den skall ha. Och för att kontrollera dess funktion i konstruktionen.

Därefter kommer förändringar göras och konstruktionen produktionsanpassas. Därefter skall en slutlig prototyp byggas och därefter är stolen klar att börja tillverkas på riktigt.

5 Slutsats

Målen med projektet har uppfyllts på följande punkter.

- Ett konstruktionsförslag som är färdigt för prototypbygge samt förslag på standardkomponenter.
- Koncept och miljöbilder är färdiga.
- Ett förslag på fortsatt arbete finns tillgängligt.

Nedan presenteras hur produkten uppfyller kravspecifikationen.

- Dämpningen utgörs av en justerbar självkompenserande dämpare, som skall utvärderas inför den slutliga konstruktionen.
- Styvheten i dämparen går att justera enkelt.
- Höjden ändras med hjälp av en teleskopkonstruktion och konstruktionen lyfts och låses med hjälp av en blockerbar gasfjäder som skall testas för att verifiera funktionen.
- Reglaget för att ändra höjden på stolen utgörs av ett standardreglage från Aratron som sitter lätt tillgängligt på sidan av stolen.
- Det enda underhållet som krävs på stolen är att vajern som styr den blockerbara gasfjädern kan behöva spännas eller smörjas, underhållet ses i och med detta som minimerat.
- Alla aluminiumdetaljer skall vara galvaniserade och alla beslag skall vara i syrafast stål vilket gör dem beständiga för den marina miljön.
- I dagsläget är det svårt att säga vad stolen kommer kosta. Detta kan fastställas när en prototyp är byggd och en slutlig konstruktion är fastställd.
- Stommen är uppbyggd av i stort sett runda profiler. De har en plan yta för att förhindra att rören vrids mot varandra.
- Det är i dagsläget svårt att bedöma om monteringen kommer bli enkel. När en prototyp har byggts kan detta utvärderas.

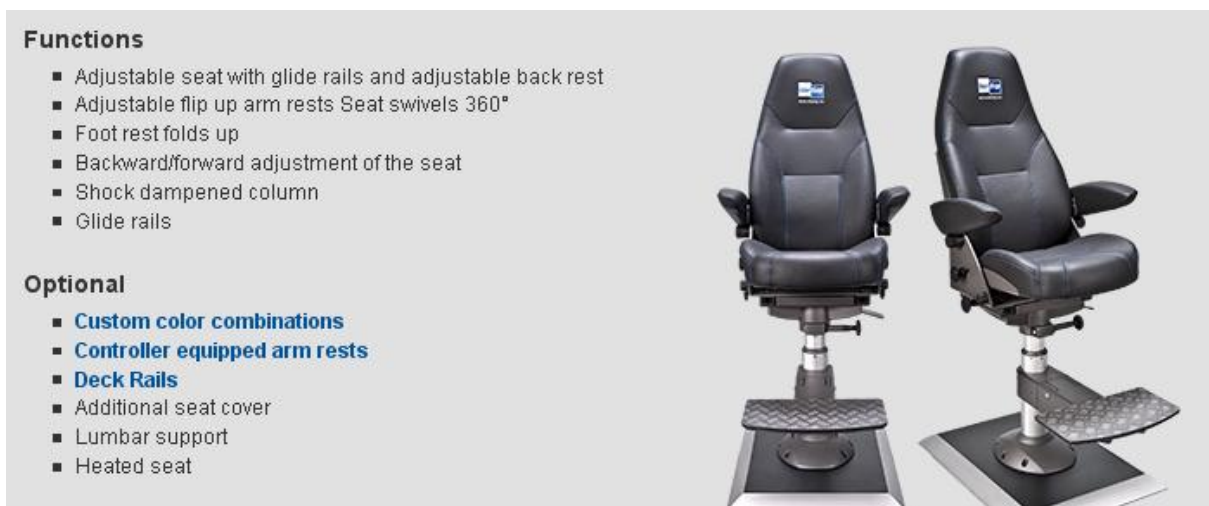
- Det har inte gått att utvärdera glapp i konstruktionen. Detta kan göras först när en prototyp byggts. Då kan eventuella glapp elimineras inför den slutliga konstruktionen.
- I konstruktionen finns det inte några utstickande delar som kan innebära att man fastnar eller slår i dem.
- Standardkomponenter har använts i största möjliga mån utefter kravspecifikationen.

Källförteckning

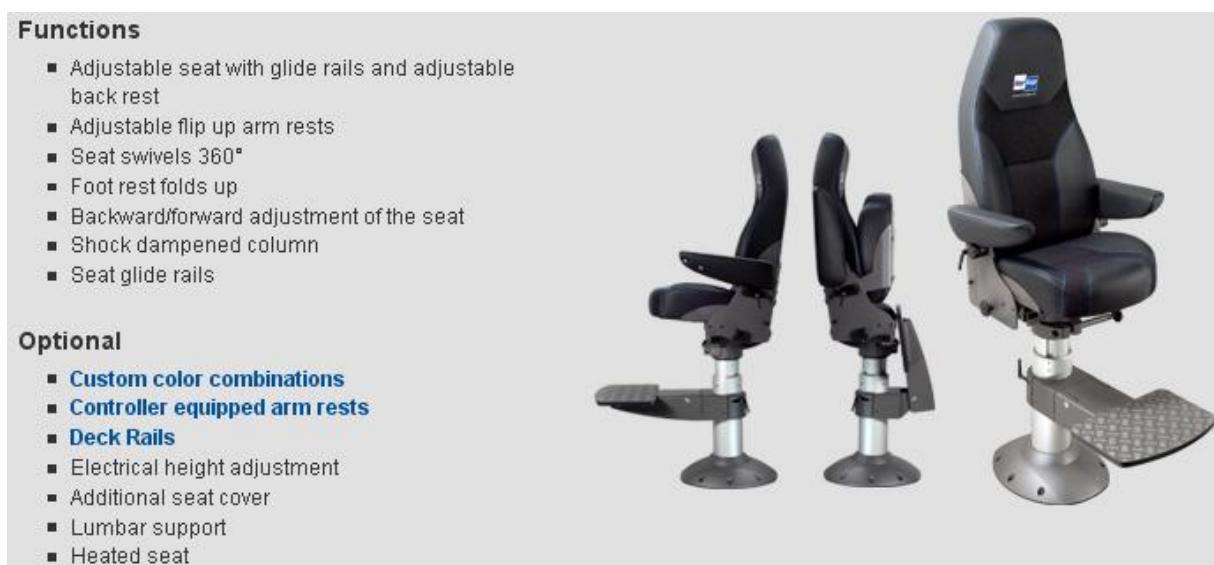
1. **Wikipedia.** Wikipedia. *Finite Element Method*. [Online] [Citat: den 25 04 2011.] http://en.wikipedia.org/wiki/Finite_element_method.
2. **H. Johansson, J.G. Persson, D. Pettersson.** *Produktutveckling - effektiva metoder för konstruktion och design*. första upplagan. u.o. : Liber, 2004. ss. 109-111, 115-118, 121-123, 126-128, 133, 178-219 , 86. ISBN 91-47-05225-2.
3. **NE.** Antropometri. *Nationalencyklopedin*. [Online] [Citat: den 17 05 2011.] <http://www.ne.se/lang/antropometri#>.
4. **J.L. Meriam, L.G. Kraige.** *Engineering Mechanics Statics*. sixth edition. u.o. : John Wiley and sons , 2008. ISBN 978-0-471-78702-0.
5. **Aratron.** Aratron. *gasfjädrar*. [Online] [Citat: den 14 04 2011.] <http://www.aratron.se/gasfjadrar>.
6. **Aratron.** Aratron. *DC lyftpelare*. [Online] [Citat: den 18 04 2011.] <http://www.aratron.se/file/lac3.pdf>.
7. **m.fl, Ekbom.** *tabeller och formler för NV- och TE-preogrammen*. femte upplagan. Malmö : Liber, 2008. s. 25. ISBN 978-91-47-01746-1.
8. *International data on anthropometry*. **Jürgens, Aune, Pieper.** u.o. : International Labour Office (Geneva) , 1990 , Vol. 65 . ISBN 9221064492.
9. **SapaGruop.** Sapa. *Handbok för Konstruktörer*. [Online] [Citat: den 20 04 2011.] <http://handbok.742060.com/handbok/browse/index.asp>.
10. **Tibnor.** Tibnor. *tekniska data aluminium*. [Online] Tibnor. [Citat: den 05 05 2011.] sök på tekniska data aluminum. www.tibnor.se.
11. **Wikipedia.** Wikipedia. *Galvanization*. [Online] [Citat: den 16 05 2011.] <http://en.wikipedia.org/wiki/Galvanization>.
12. **Wikipedia.** Wikipedia. *6063 Aluminium alloy 6063-T6*. [Online] [Citat: den 08 05 2011.] http://en.wikipedia.org/wiki/6063_aluminium_alloy#6063-T6.
13. **Rosén, Anders.** *Loads and Responses*. Stockholm : u.n., 2004. ISBN 91-7283-936-8.
14. **Haupt, Kelly.** *high speed craft motions: a case study*. Norfolk, Virginia : naval surface warfare center, carderock division.
15. **NE.** Nationalencyklopedin. *säkerhetsfaktor*. [Online] [Citat: den 09 05 2011.] <http://www.ne.se/lang/s%C3%A4kerhetsfaktor>.
16. **Hahn Gasfedern.** Aratron. *Hahn product Catalog English*. [Online] [Citat: den 13 05 2011.] <http://www.aratron.se/file/aahahn-katalog-englisch1.pdf>.

17. **Machine design.** Machine design. *shock absorbers*. [Online] den 15 11 2002. [Citat: den 17 05 2011.] <http://machinedesign.com/article/shock-absorbers-1115>.
18. Limo. *HP självkompenserande dämpare*. [Online] [Citat: den 09 05 2011.] http://www.limo.se/article_products.asp?article_id=135&infogrp_id=9.
19. **Wikipedia.** Wikipedia. *Extrusion*. [Online] [Citat: den 03 05 2011.] <http://en.wikipedia.org/wiki/Extrusion>.

Bilaga A: Befintliga produkter



Figur BA.1 - Norsap 1000. (BA.1)



Figur BA.2 - Norsap 1500 the helmsman chair. (BA.2)

Källförteckning bilaga A:

BA.1 Norsap. Norsap. *Norsap 1000*. [Online] [Citat: den 05 04 2011.]
<http://norsap.com/Helmsmen%20Chairs/1000/>.

BA.2 Norsap. Norsap. *NorSap 1500 - The Helmsman Chair*. [Online]
[Citat: den 05 04 2011.]
<http://norsap.com/Helmsmen%20Chairs/1500/>.

Bilaga B: Concept screening – elimineringsmatris enl. Pahl och Beitz

Tabell BB.1 - Elimineringsmatris enl. Pahl och Beitz.

Koncept	Elimineringsmatris för förrastol							Elimineringskriterier: (+) ja, (-) nej, (?) mer info krävs, (!) kontroll produktspecifikation	
	Löser huvudproblemet	Uppfyller alla krav	realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Passar företaget	Tillräcklig info	Beslut: (+) fullfölj lösning, (-) eliminera lösning, (?) sök mer info, (!) kontroll produktspecifikation	
								Kommentar	Beslut
1	+	+	+	+	+	+	+	Mer info om gasfjädern, troligtvis billigaste lösningen	+
2	+	?	+	+	?	+	+	Inte den bästa lösningen för lösning av höjd, billig, gasdämpare fungerar inte här	-
3	+	+	+	-	+	+	?	Kommer bli dyr, men skulle vara mest hightech marknaden, dämpningen kan vara bra att titta mer på	-
4	+	+	+	-	-	-	+	Lämpar sig inte för båt miljön med stötig gång och vatten.	-

Bilaga C: Kriteriematris

1.1 Alstring/Process: -

1.2 Alstring/Miljö: Litet spill vid produktion och material som miljöfarliga skall användas. (begränsande krav)

1.3 Alstring/Människa: Konstruktionen får inte ha några vassa kanter eller alltför utstickande delar som föraren kan fastna i då det kan innebära en säkerhetsrisk (Begränsande önskemål).

1.4 Alstring/Ekonomi: Utvecklingskostnad 0 kr (begränsande krav (Thomas Rönnberg)

2.1 Framställning/Process: det skall tas hänsyn till den lilla serie som skall tillverkas (begränsande krav).

2.2 Framställning/Miljö: -

2.3 Framställning/Människa: -

2.4 Framställning/Ekonomi: tillverkningskostnad <9000 kr/st för hela stolen(priset på konkurrents stol) (begränsande krav)

3.1 Avyttring/Process: -

3.2 Avyttring/Miljö: att försöka tillverka så många av delarna som möjligt på samma ställe (begränsande önskemål)

3.4 Avyttring/Ekonomi: -

4.1 Brukning/Process: stolen skall ha en justerbar dämpning med slaglängd ca 50-100mm och gå att justera i höjded 250mm samt får bottenplattan max uppta en area på 250*250 (funktionella krav), stolen bör inte väga över 20 kg (begränsade önskemål specificeras senare mer exakt)

4.2 Brukning/Miljö: -

4.3 Brukning/Människa: att med en hand kunna justera stolens dämpning(under körning), (begränsande önskemål), att med en hand kunna justera stolens höjd under körning(begränsande krav). Den skall vara designmässigt tilltalande (begränsande önskemål), inga vassa kanter (begränsande krav) inga utstickande delar som kan orsaka skador eller att man fastnar (begränsande krav).

4.4 Brukning/Ekonomi: Stolens livslängd skall vara samma som båtens, (begränsande krav, enligt Thomas Rönnberg, Rupert Marine)

5.1 Eliminering/Process: -

5.2 Eliminering/Miljö: -

5.3 Eliminering/människa: -

5.4 Eliminering/Ekonomi: -

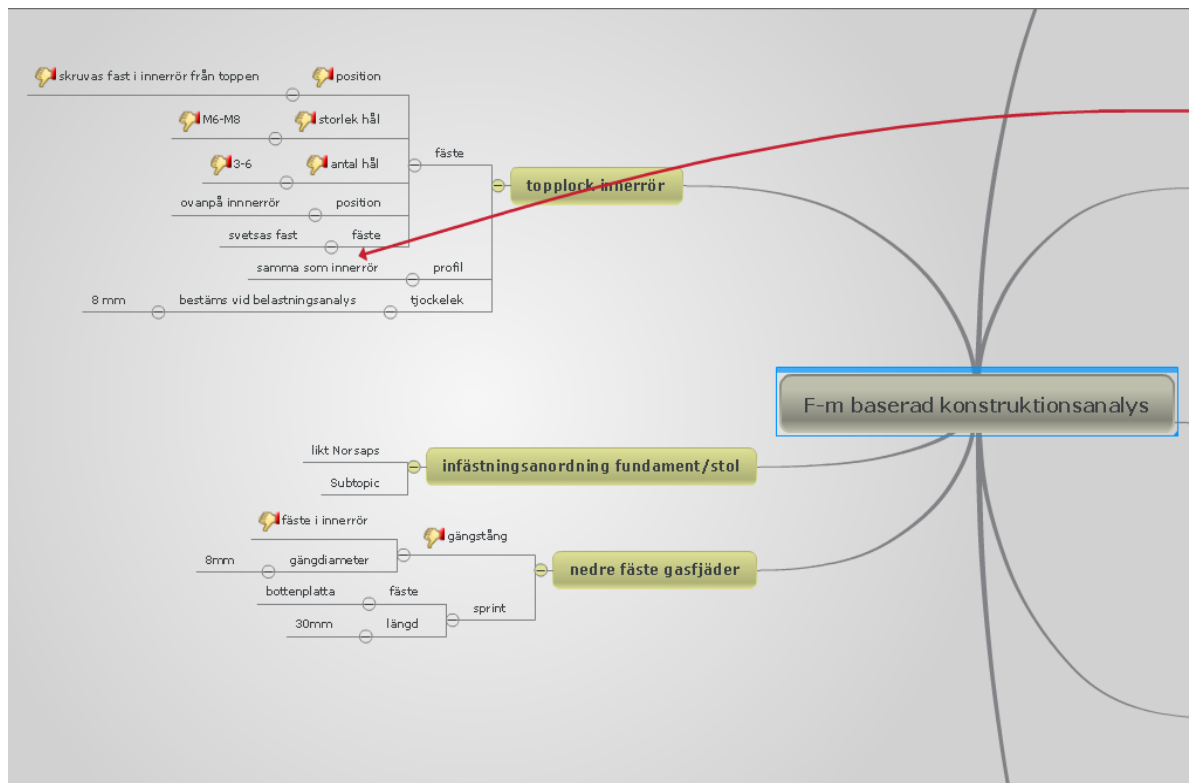
Bilaga D: Kravspecifikation på lösningsneutral form

Kravspecifikation omskriven på lösningsneutral form:

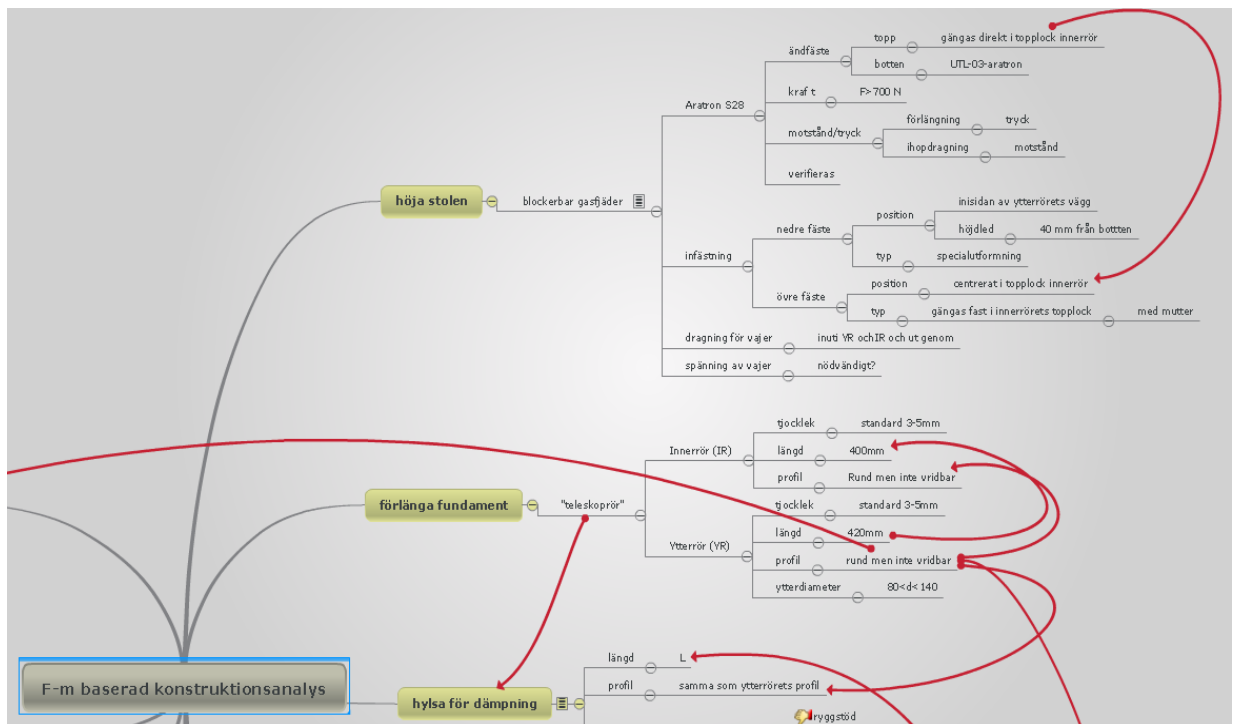
Tabell BD.1 - Kravspecifikation på lösningsneutral form.

Kriterium	Krav/Önskemål	Funktion/begränsning
Dämpa stolen	Krav	Funktion
Justera styvhet i dämpningen	Önskemål	Funktion
Ändra höjden	Krav	Funktion
Att justera stolen skall vara enkelt	Krav	Begränsning
Ha lite underhåll som möjligt	Krav	Begränsning
Alla material skall tåla marin miljö	Krav	Begränsning
Inte vara för dyr	Krav	Begränsning
Stommen skall vara cylindrisk	Krav	Begränsning
Monteras enkelt	Önskemål	Begränsning
Hålla båtens livslängd	Önskemål	Begränsning
Inget glapp	Önskemål	Begränsning
Inga delar man kan fastna i	Önskemål	Begränsning
Använda standardkomponenter	Önskemål	Begränsning

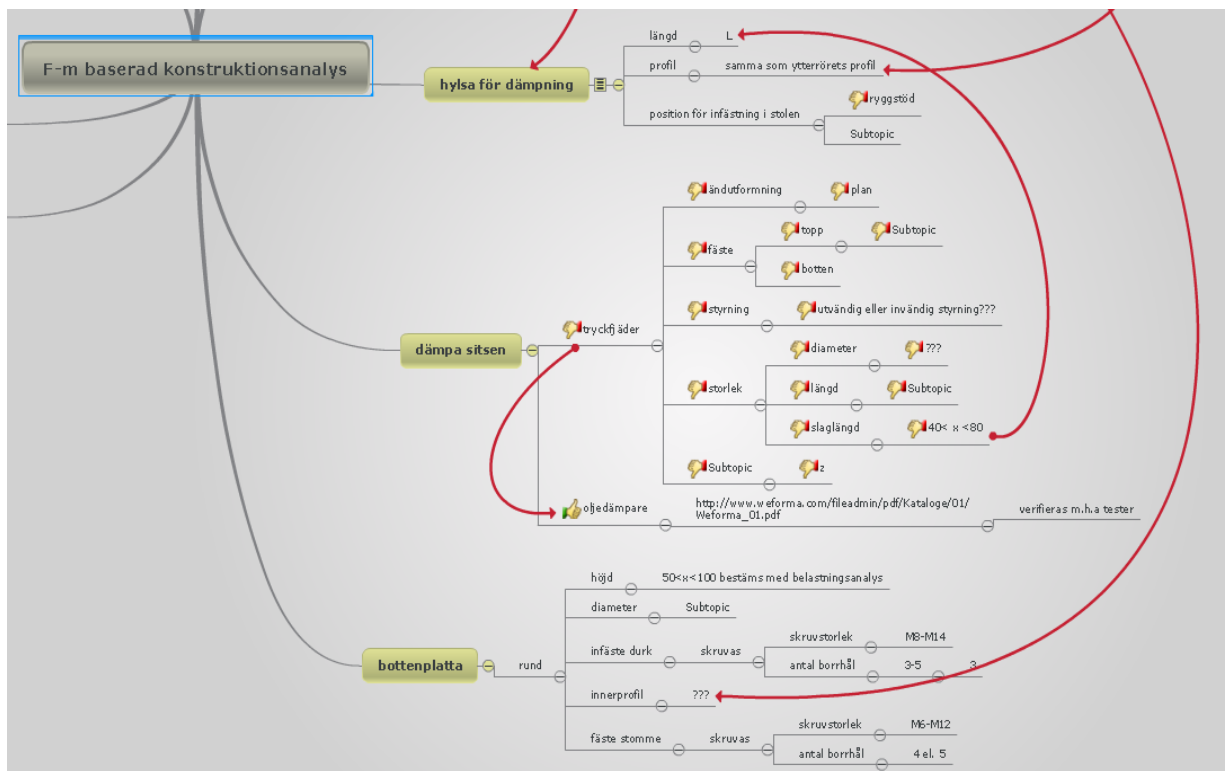
Bilaga E: Function Means baserad konstruktionsanalys



Figur BE.1 - F -m baserad konstruktionsanalys gjord i mindomo.com



Figur BF.2 - F-m baserad konstruktionsanalys gjord i mindomo.com.



Figur BF.3 - F-m baserad konstruktionsanalys gjord i mindomo.com.

Bilaga F: Antropometri, uträkningar av längder

Data är hämtat från biomekanik och rörelselära. (BF.1)

Ögonhöjd:

Person 170 cm :

$$H = 170 \text{ cm}$$

$$0,285 * H + 0,520 * H - (1 - 0,936) * H = 125,97 \approx 126$$

Person 195 cm:

$$H = 195$$

$$0,285 * H + 0,520 * H - (1 - 0,936) * H = 144,495 \approx 145$$

Rumphöjd stående:

Person 170 cm:

$$H = 170 \text{ cm}$$

$$0,485 * H = 82,5$$

Person 195 cm:

$$H = 195$$

$$0,485 * H = 94,57 \approx 95 \text{ cm}$$

Sitthöjd:

längd 170 cm:

$$H = 170$$

$$0,285 * H = 48,5 \approx 49 \text{ cm}$$

Längd 195 cm:

$$H = 195$$

$$0,285 * H = 55,575 \approx 56 \text{ cm}$$

Källförteckning bilaga F:

BF.1 *Biomekanik och rörelselära - analys av människans rörelse.*

Kristiansen, Thomas Bull Andersen och Lars Bo. köpenhamn :

Liber, 2006. ISBN 978-91-47-08434-0.

Bilaga G: moment- och kraftjämvikter

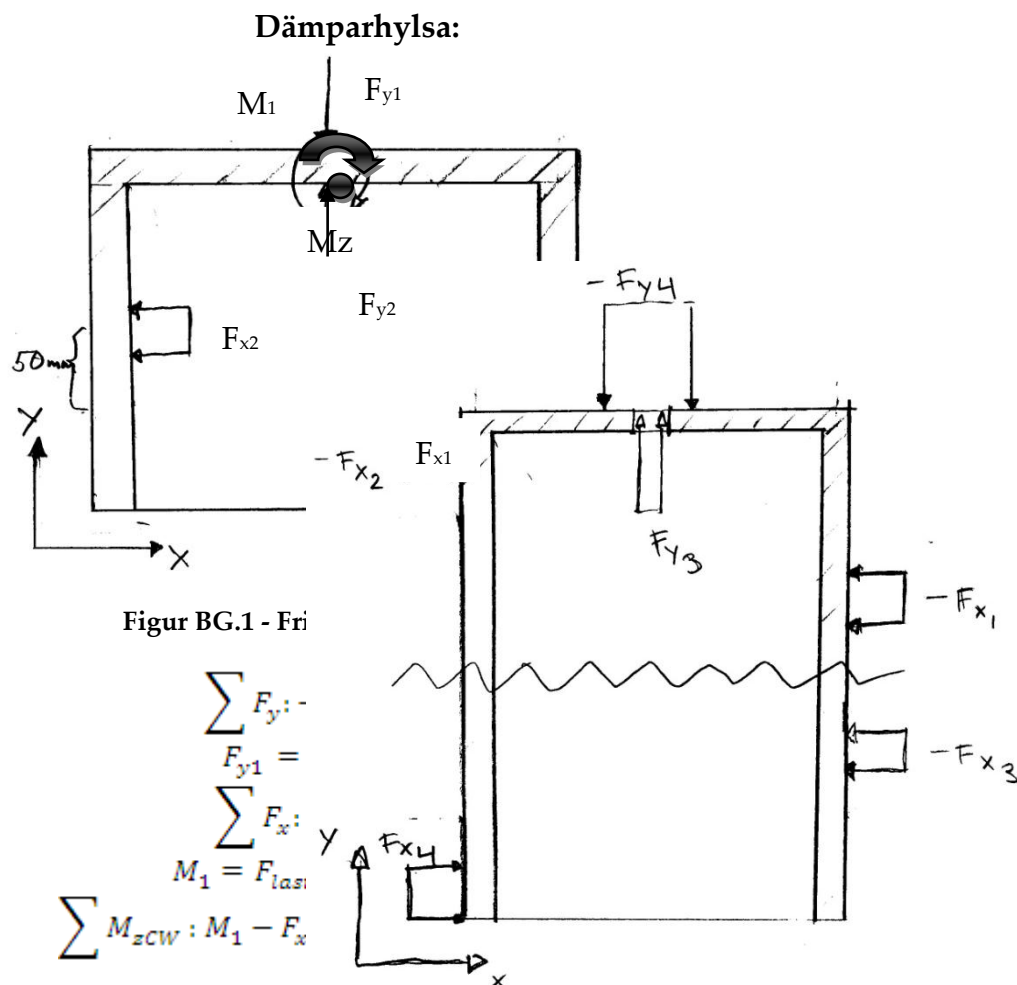
På bilderna i bilagan är krafterna utritade som utbredda laster, det räknas dock på punktlaster, dock används de utbredda lasterna i hållfasthetsanalyserna.

Summan av samtliga krafters komponenter i viss riktning skall vara noll.(BG.1)

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum F_z = 0$$

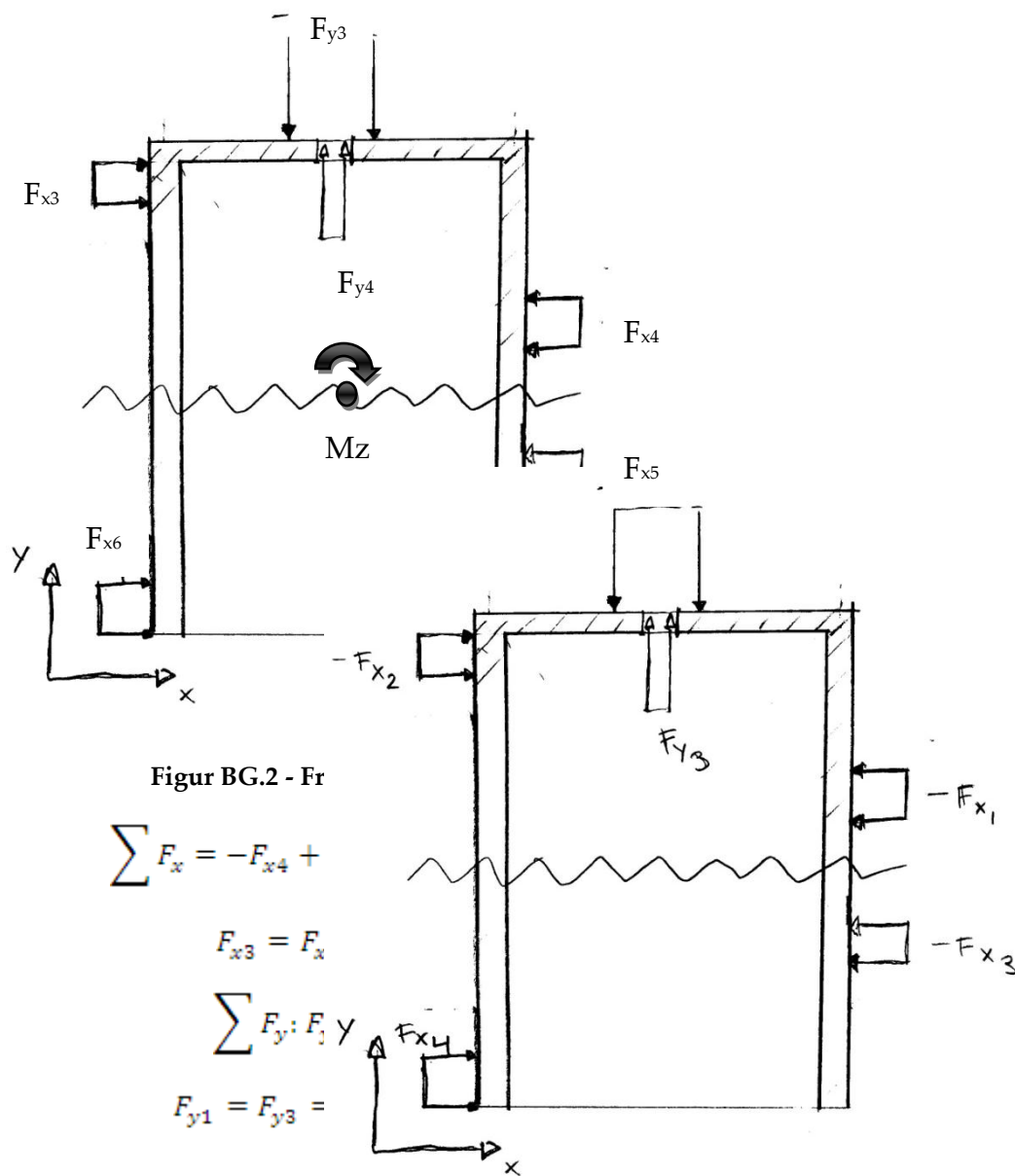
Summan av samtliga krafters moment skall kring en viss axel vara noll.(BG.1)

$$\sum M_x = 0 \quad \sum M_y = 0 \quad \sum M_z = 0$$



$$F_{x1} = F_{x2} = \frac{M_1}{0,1} = \frac{400}{0,1} = 4000 \text{ N}$$

Innerrör:



Figur BG.2 - Fr

$$\sum F_x = -F_{x4} +$$

$$F_{x3} = F_x$$

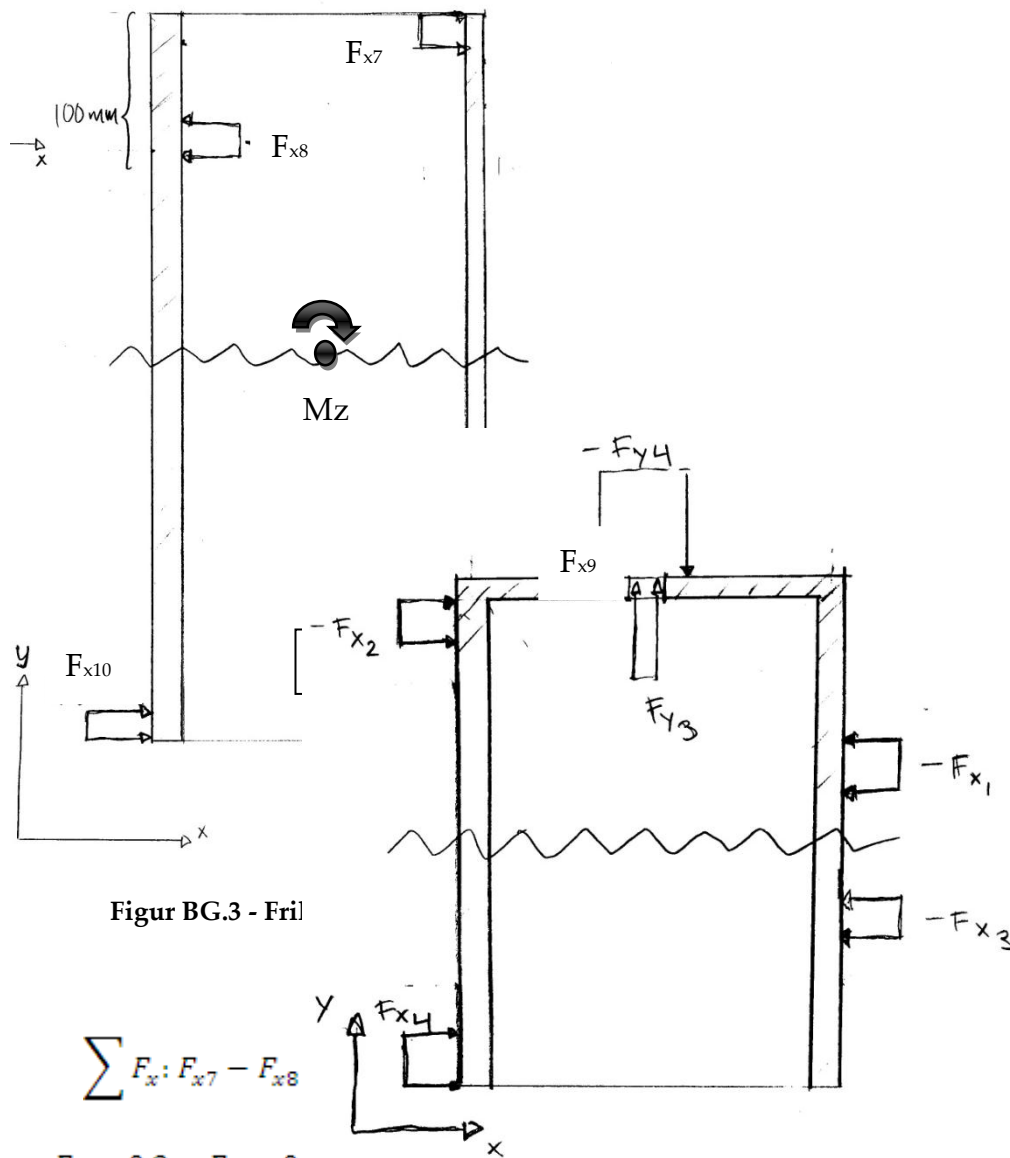
$$\sum F_y: F_y y$$

$$F_{y1} = F_{y3} =$$

$$\sum M_{zCW}: F_{x3} * 0,25 - F_{x4} * 0,15$$

$$F_{x5} = F_{x6} = \frac{4000 * 0,25 - 4000 * 0,15}{(0,25 - 0,15)} = 4000 \text{ N}$$

Ytterrör:



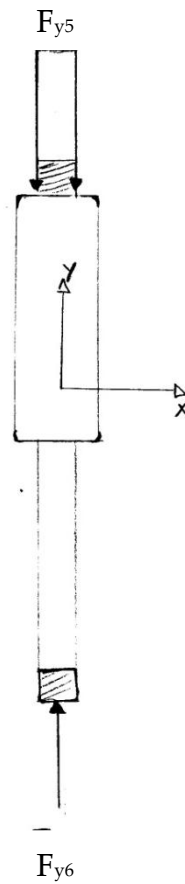
Figur BG.3 - Fri!

$$\sum F_x: F_{x7} - F_{x8}$$

$$\sum M_{zCW} = F_{x7} * 0,2 - F_{x8} * 0,1$$

$$F_{x10} = F_{x9} = \frac{4000 * 0,2 - 4000 * 0,1}{(0,2 - 0,155)} = 8888 \approx 8900N$$

Blockerbar gasfjäder:

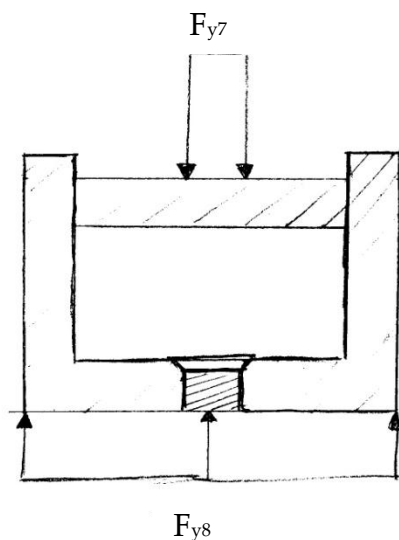


Figur BG.4 - Frilägning blockerbar gasfjäder.

$$\sum F_y: F_{y6} - F_{y5} = 0$$

$$F_{y1} = F_{y5} = F_{y6} = 4000 \text{ N}$$

Nedre fäste gasfjäder:

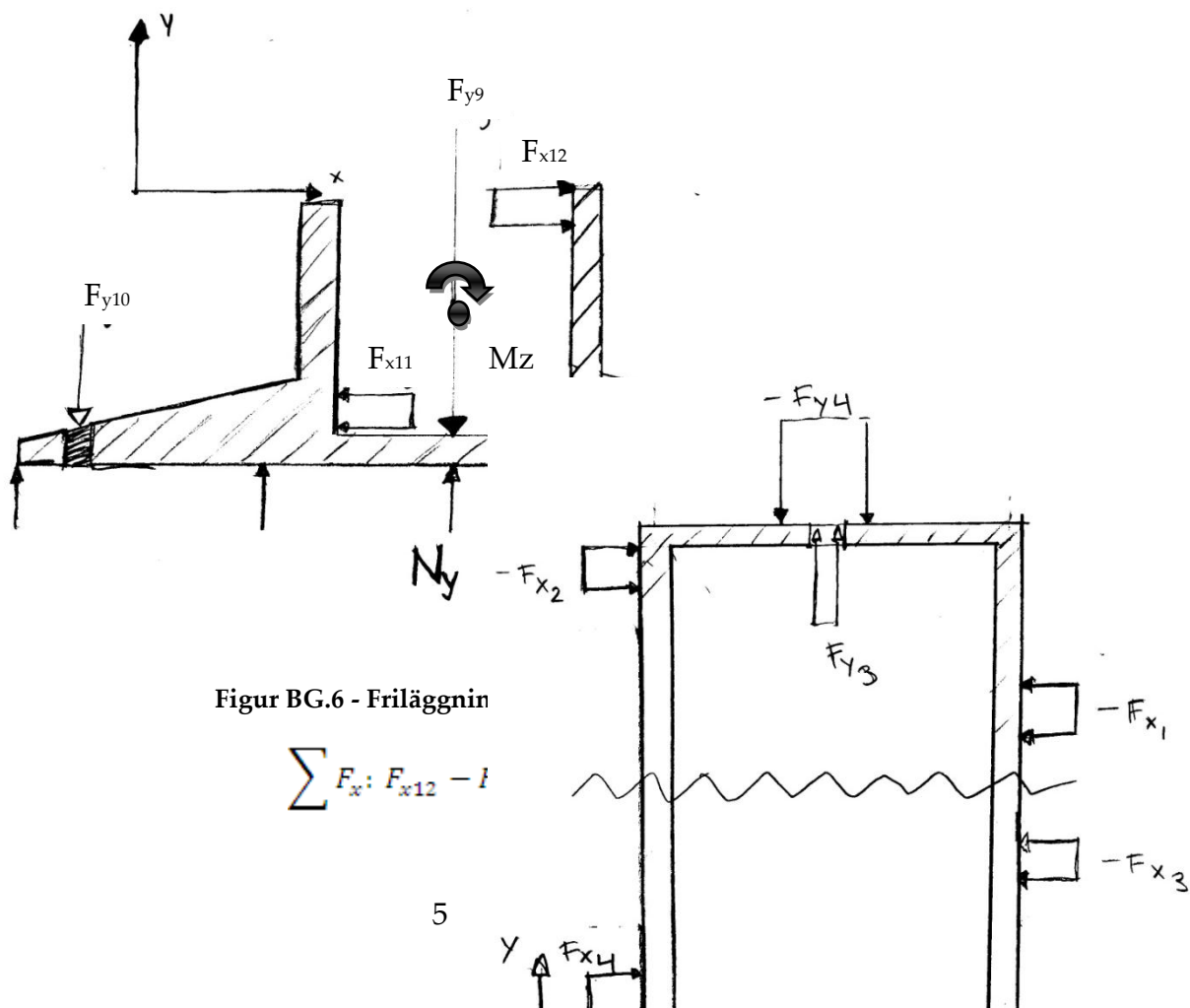


Figur BG.5 - Friläggning nedre fäste gasfjäder.

$$\sum F_y: F_{y8} - F_{y7} = 0$$

$$F_{y7} = F_{y8} = 4000 \text{ N}$$

Bottenplatta:



Figur BG.6 - Friläggning

$$\sum F_x: F_{x12} - l$$

$$F_{x11} = F_{x12} = 8900N$$

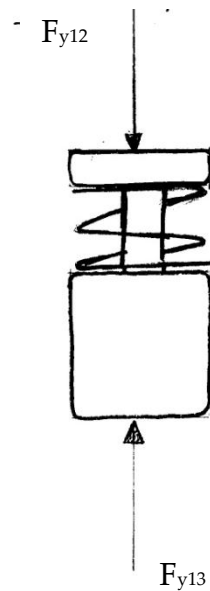
$$\sum F_y: N_y - F_{y9} - F_{y10} + F_{y11} = 0$$

$$N_y = F_{y9} = 4000 N$$

$$\sum M_{cw}: F_{x12} * 0,0225 + F_{x11} * 0,0225 - F_{y11} * 0,1 - F_{y10} * 0,1 = 0$$

$$F_{y10} = F_{y11} = \frac{400}{2 * 0,1} = 2000N$$

Dämpare:



Figur BG.7 – Dämpare.

$$\sum F_y: F_{y13} - F_{y12} = 0$$

$$F_{y12} = F_{y13} = 4000$$

Källförteckning Bilaga G:

BG.1 Björk Karl, formler och tabeller för mekanisk konstruktion, sjätte upplagan, s. 19

Bilaga H: Beräkningar

Antagna värden:

$$\text{Slaglängd} = S = 40\text{mm}$$

100 kg fritt fallande från 0,1 meters höjd, 10 belastningar/min

$$E_k = \text{kinetiskt energi}$$

$$E_w = \text{arbetsenergi}$$

$$C = \text{antalet cykler på 1 timme}$$

$$E_k = 9,8 * M * h = 9,8 * 100 * 0,1 = 98 \text{ Nm (BH.1)}$$

$$E_w = 9,8 * 100 * 0,04 = 39,2 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_k + E_w = 98 + 39,2 = 137,2 \text{ Nm/cykel (BH.1)}$$

$$E_T C = E_T * C = 137,2 * 60 * 10 = 49392 \text{ Nm/timme (BH.1)}$$

$$\text{Slaglängd} = S = 40\text{mm}$$

6 belastningar på 4000 N per minut, anslagshastighet $v=0,5$ m/s

$$E_w = F_D * s = 4000 * 0,04 = 160 \text{ Nm (BH.1)}$$

$$E_T = E_w + E_k = 160 + 0 = 160 \text{ Nm/cykel (BH.1)}$$

$$E_T C = E_T * C = 160 * 60 * 6 = 57600 \text{ Nm/timme (BH.1)}$$

Källförteckning bilaga H:

BH1 Limo, industridämpare, <http://www.limo.se/pdf/enidine2008.pdf>,
hämtad 2011-05-16

Bilaga I: Uträkning av kostnad för strängpressning

Priserna i uträkningen kommer från Sapa profiler AB i Vetlanda (BI.1)

Minimiorder per profil: 250 kg

Pris per kilo (material och arbetskostnad): 45-50 kr

Pris för galvanisering: lägg på 10 procent på kilopriset

Verktygskostnad: 15000 kr/verktyg

Kostnaden för detta skulle vid minimiordern 250 kg per profil bli:

Material + arbetskostnad = $250 * 50 * 1,10$

$2 * (15000 + (250 * 50)) * 1,10 = 57500$

Dessa profiler räcker till 120 st stolar och detta ger en kostnad på 479 kr per stol.

Källförteckning bilaga I:

BI.1 Sapa Profiler AB, Tel. +46 383 94100, Metallvägen 574 81 Vetlanda.