

CHALMERS



Konceptgenerering – Lossningsmekanism för höjdjustering av nackstöd

Head restraint position unlocking mechanism – Concept
generation

Examensarbete för maskiningenjörsprogrammet

ALEXANDER ERIKSSON

JULIUS HAIGHT

Institutionen för Tillämpad mekanik

Avdelningen för dynamik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2013

Examensarbete 2013:03

EXAMENSARBETE 2013:

Konceptgenerering – Lossningsmekanism för höjjustering av nackstöd

Examensarbete för maskiningenjörsprogrammet

ALEXANDER ERIKSSON

JULIUS HAIGHT

Institutionen för Tillämpad mekanik

Avdelningen för dynamik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2013

Konceptgenerering – Lossningsmekanism för höjdjustering av nackstöd
Examensarbete för maskiningenjörsprogrammet
ALEXANDER ERIKSSON
JULIUS HAIGHT

© ALEXANDER ERIKSSON, JULIUS HAIGHT, Sverige 2013

Examensarbete 2013:03 ISSN 1652-9901
Institutionen för Tillämpad mekanik
Avdelningen för dynamik
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Tryckeri /Institutionen för Tillämpad mekanik
Göteborg, Sverige 2013

Förord

Detta examensarbete har genomförts av Alexander Eriksson och Julius Haight. Arbetet är utfört under våren 2013 på uppdrag av Johnson Controls Torslanda. Johnson Controls är ett stort Amerikanskt företag som finns på många platser i världen inom olika arbetsområden, i Torslanda arbetar man inom Automotive branschen åt Volvo.

Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng per person och är den avslutande delen i vår treåriga utbildning på Maskingenjörsprogrammet (180 hp) med inriktning konstruktion.

Ett stort tack riktas till Johnson Controls som givit oss möjligheten till detta uppdrag, där framförallt vår handledare Kjell Sand och Arnout Homan har varit ett stort stöd under hela arbetets gång. Deras erfarenhet och kunskap har varit till stor hjälp.

Vi vill även rikta ett tack till vår examinator och handledare Peter Bövik på Chalmers tekniska högskola. Han har varit till stor hjälp vid rapportskrivande och beräkningar.

Alexander Eriksson

Julius Haight

Göteborg 2013-04-26

Abstract

This assignment has been carried out for Johnson Controls (JCI) Torslanda in Gothenburg. JCI have considered possibilities for simplifying height regulation of the middle head restraint in the back seat. There is a desire to move the button for this to a new placement, on top of the backseat, behind the head restraint. In today's models the locking mechanism is placed at the foot of the head restraint's attachment rods and due to this some kind of force transfer mechanism is needed to allow the new button placement.

The project's goal is to find a suitable method for this force transfer mechanism. Requirements set by Volvo, such as vibration sound, meeting specified safety force without requiring too large application force, etc., must be met for the generated concepts. In addition to these JCI themselves have set requirements on ease of integration to their assembling process and a maximum price of about 10 SEK per unit in a production size of a couple of hundred thousand units.

Concepts were generated and evaluated together with two students with good knowledge in production. The results of the evaluation process were then presented to and reviewed by staff at JCI. Two of the generated concepts, which seemed realizable and scored well in the evaluation, were then chosen for further development.

These two concepts were then tested using function models created mainly in the polymer ABS. The tests provided positive results and both models did well. The wedge concept model's results were good enough that power losses due to friction could more or less be disregarded. Both models were given good opportunity to, without too considerable changes to the plastic cover, be able to be integrated.

The work resulted in JCI getting at least one solution to the force transfer problem. The tests on the function models clearly show that both fulfill their force transfer purpose. With expertise from staff at JCI it could also be determined that it, at planned production size, should be possible to stay within the set economic boundaries.

Sammanfattning

Examensarbetet har utförts hos Johnson Controls (JCI) Torslanda i Göteborg. JCI har tittat på möjligheter att förenkla höjdjusteringen av nackstöd i baksätets mittenplats. Man önskar att förflytta knappen för justering till en placering, ovanpå ryggstödet, bakom nackstödet. I dagens modeller sitter låsningsmekanismen vid foten av nackstödet stänger och för att möjliggöra den nya knappositionen krävs någon form av kraftöverföring.

I detta arbete är målet att hitta en lämplig metod för denna kraftöverföring. Koncepten som genereras måste kunna följa de krav som Volvo ställer, krav såsom inget störande vibrationsljud, uppnå bestämd säkerhetskraft och att samtidigt inte kräva för stor kraft för justering. Utöver dessa krav så har JCI själva satt upp krav på att konceptet enkelt ska kunna integreras i deras monteringsprocess och att komponenten inte får överskrida en kostnad på cirka 10kr/styck vid en tillverkningsstorlek på totalt ett par hundra tusen.

Koncepten genererades och utvärderades tillsammans med studenter från produktionssidan. Resultaten av utvärderingen gick sedan igenom med personal på JCI. Man valde därefter två koncept, ett "kilkoncept" och ett "böjstångskoncept" som ansågs genomförbara, samtidigt som de fick goda resultat i utvärderingen.

Dessa koncept testades i två funktionsmodeller, huvudsakligen tillverkade av materialet ABS. Testerna gav positiva svar där båda modellerna klarade sig bra. Kilkmodellens resultat var så pass goda att energiförlusterna kunde bortses från. Båda modellerna gavs goda möjligheter att utan större förändringar på ryggstödet plastkåpa kunna integreras.

Arbetet resulterade i att JCI som önskat, fått minst en lösning på kraftöverföringsproblemet. Testerna från funktionsmodellerna visar tydligt att koncepten uppfyller sitt syfte. Med hjälp av expertis från personal på JCI kan man även fastställa att man vid tillverkning i tänkt volym kan hålla sig inom de ekonomiska ramarna

Innehållsförteckning

1.1 Bakgrund	1
1.1.1 Nackskador	1
1.1.2 Biomekanisk bakgrund	1
1.1.3 Teknisk bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	2
1.3 Avgränsningar.....	2
1.4 Precisering av frågeställningen.....	2
2. Metod	3
3. Analys av befintlig konstruktion	4
3.1 Låsningsmekanismens delar.....	5
3.2 Låsningsmekanismens funktion	6
3.3 Montering av låsningsmekanism i ryggstödet.....	7
3.4 Demontering av nackstödet	8
4. Kravspecifikation	9
4.1 Krav/önskemål.....	9
4.2 Krav.....	9
4.3 Önskemål.....	10
5. Koncept.....	11
5.1 Konceptbeskrivning	11
5.1.1 Koncept 1 - KIL.....	11
5.1.2 Koncept 2 – BÖJSTÅNG.....	11
5.1.3 Koncept 3 – HJULLED	12
5.1.4 Koncept 4 – KUGGHJULSLED	12
5.1.5 Koncept 5 – Rem.....	13
5.1.6 Koncept 6 – Hydraulik	13
5.1.7 Koncept 7 – Vajer	14
5.1.8 Koncept 8 – Lossande och låsande motor.....	14
5.1.9 Koncept 9 – Höjdreglerande motor.....	15
6. Utvärdering av grundkoncept	16
6.1 Valda koncept.....	16
6.1.1. Förklaring av PUGH-matris	17
6.2 Utvärdering av PUGH-matris.....	18

7. Vidareutveckling av valda koncept.....	19
7.1 Böjstång.....	19
7.1.1 Styrspår.....	19
7.1.2 Glidstång.....	20
7.1.3 Vinklad knapp.....	20
7.1.4 Vinklad låsmekanism.....	20
7.2 Kil.....	20
7.2.1 Kilskal.....	21
7.2.2 Kilstänger.....	22
8. Utvärdering av funktionsmodeller.....	23
9. Diskussion.....	24
10. Slutsats.....	25
Litteraturförteckning.....	26
Bilagor.....	27

1. Inledning

1.1 Bakgrund

I detta avsnitt presenteras bakgrunden inom tre olika områden. Dels något om skadestatistik, om biomekaniken och om teknisk bakgrund.

1.1.1 Nackskador

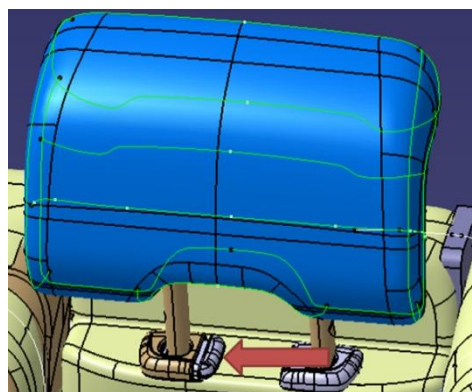
Ungefär 50 % av alla, till försäkringbolag, anmälda trafikskador varje år är av typen nackbesvär. Detta motsvarar över 30000 personer (Maria Krafft, Kullgren, Lie, & Tingvall, 2005).

1.1.2 Biomekanisk bakgrund

Huvudfunktionen hos nackstöd i bilar är att minimera den relativa bakåtrörelsen av huvudet och nacken vid påkörningar bakifrån (Maher, 2000). Denna rörelse kallas för whiplash eller pisksnärt men begreppet har med tiden blivit en beteckning av en skada i nacken (Maria Krafft, Kullgren, Lie, & Tingvall, 2005). Själva skademekanismen är ett omdiskuterat ämne och det råder oenighet mellan forskare kring hur man bör diagnostisera och beskriva whiplashrelaterade skador. (Maria Krafft, Kullgren, Lie, & Tingvall, 2005).

1.1.3 Teknisk bakgrund

I dagens Volvo V40 kan det mittersta nackstödet i baksätet justeras i höjddled. Genom att tillräcklig kraft appliceras uppåt på stödet så justeras det i denna riktning. För att justera ner det krävs dock att, samtidigt som tillräcklig kraft appliceras nedåt på stödet, även en knapp placerad vinkelrätt mot nackstödet vänstra ledstång hålls intryckt med en kraft riktad likt den röda pilen i figur 1.1 I en kommande bilmodell finns intresse hos Johnsson Controls att, om möjligt, använda sig av en alternativ mekanism för höjdjusteringen av nackstödet. Detta främst för att förbättra användarvänligheten. I och med att ett i onödan högt justerat mittersta nackstöd leder till försämrad sikt bakåt för föraren är användarvänligheten extra viktig. Dessutom ger ett feljusterat nackstöd inte samma skydd, vid eventuell olycka, som ett korrekt justerat (Maher, 2000).



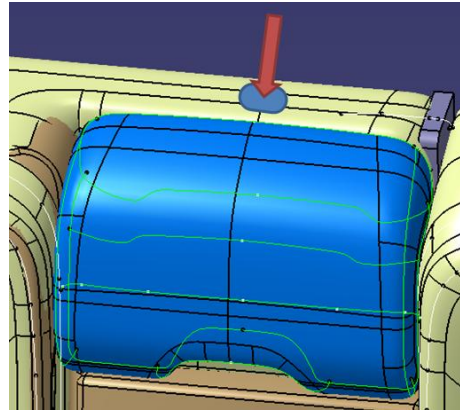
Figur 1.1 Nackstöd i baksäte med riktningspil för appliceringskraft

Många studier visar alltså på att ett korrekt inställt nackstöd är av stor vikt. Detta har visats genom tester med och utan nackstöd samt med nackstöd i olika positioner. För att nackstödet skall ge bästa resultat ska mitten av nackstödet sammanfalla med mitten av bakhuvudet, det är inte nacken som ska vila mot nackstödet utan huvudet. Det är även viktigt att kropp och huvud ligger nära rygg och nackstöd i körställningen, på så vis så fångar sätet upp kraften direkt (Maher, 2000).

I och med att nackstödet position är av så pass stor vikt ur säkerhetssynpunkt borde användarvänligheten, vilket är vad som ska studeras i denna rapport, vara en intressant faktor.

1.2 Syfte

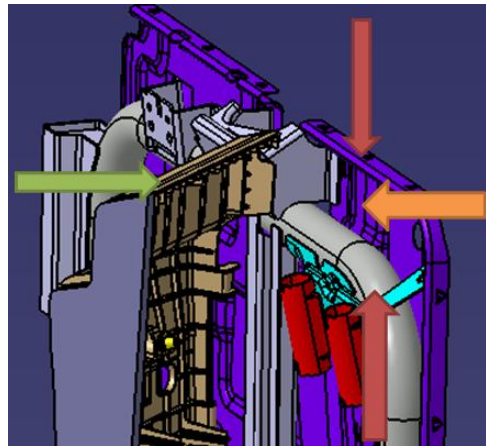
Målet med uppdraget är att arbeta fram en konstruktion där en knapp vid ryggstödet topp, bakom nackstödet, se röda pilen i figur 1.2, används för att möjliggöra höjdjustering av nackstödet nedåt. Funktionen kräver att en kraft, mekaniskt eller elektriskt, överflyttas från knapp till låsningsanordningen för höjdläget. Konstruktionen skall enkelt kunna integreras i den befintliga monteringsprocessen av baksäten samt innebära minsta möjliga förändring av befintliga komponenter.



Figur 1.2 Placering av knapp

1.3 Avgränsningar

Arbetet kommer framförallt att innefattas av konceptgenerering av olika kraftöverföringsmetoder och i mån av tid även testning av prototyper. Då säkerhetsaspekten är av så pass stor vikt inom bilindustrin kommer fokus i större utsträckning att ligga på kvalitet och funktion än på miljövänligheten. Området som är möjligt att utnyttja avgränsas av plåtstycket som den orangea pilen pekar på samt plastkåpan som den gröna pilen pekar på, se figur 1.3. Det finns dock möjlighet att göra mindre förändringar i plastkåpan för att skapa utrymme. Två kritiska områden illustreras i form av de två röda pilarna, den övre av pilarna pekar på en stålram som begränsar möjligheten att placera knappen där man vill. Röret vid den nedre pilen kommer att avgränsa området för själva kraftöverföringen. Utöver dessa krav så måste även lagkrav samt Volvos egna krav uppfyllas, dessa innefattar bland annat kraftkrav, hållbarhet och ljudbestämmelser.



Figur 1.3 Komponenter som avgränsar tillgängligt utrymme

1.4 Precisering av frågeställningen

Hur skall kraften överföras? (vajer, hydraulik, kuggjul, axelkoppling, etc.)

Vad är lämpligt material på de olika komponenterna?

Hur påverkas omgivande komponenter, vad krävs för förändringar på dessa?

Finns möjligheter att integrera/sammanfoga nya komponenter med befintliga?

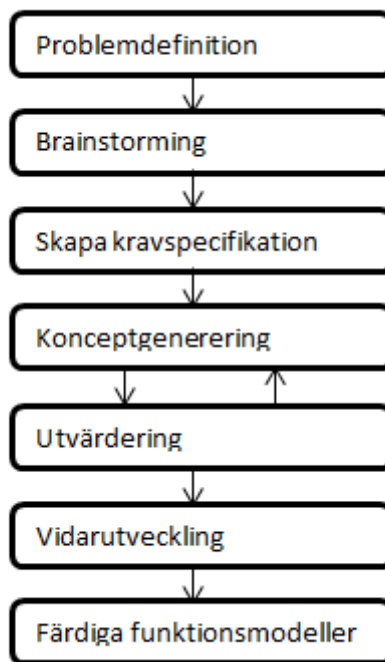
Hur fås en säker låskonstruktion med rätt kraft mot låsanordning samtidigt som erforderlig kraft för justering inte skall vara för hög?

2. Metod

Figur 2.1 nedan illustrerar arbetets tillvägångssätt. Innan konceptgenerering började sattes enkla ramar för projektet. Tidigt i arbetsfasen gjordes två brainstormingsomgångar där fokus endast låg på tänkbara sätt att överföra vertikal till horisontell kraft. När sedan grunden för flertalet koncept satts så utformades kravspecifikation samt önskemål för projektet.

Befintlig låsmekanism och monteringsprocessen studerades, då det är stor tidspress vid monteringen är det viktigt att lösning enkelt kan integreras i befintlig monteringsprocess. När krav och önskemål satts så förtydligades konceptens utformning, färdiga koncept kunde nu presenteras. Dessa utvärderades sedan i en PUGH-matris, se tabell 6.1.

De koncept som fick högst betyg i matrisen och följde uppsatta krav utformades vidare och funktionsmodeller skapades av dem. I funktionsmodellerna testades kraftförluster för de olika koncepten samt för olika material. Resultat presenterades sedan för JCI där kraftöverföringskoncepten illustrerades i funktionsmodellerna och förslag på förbättringsmöjligheter illustrerades i CAD-modeller ritade i Catia V5.

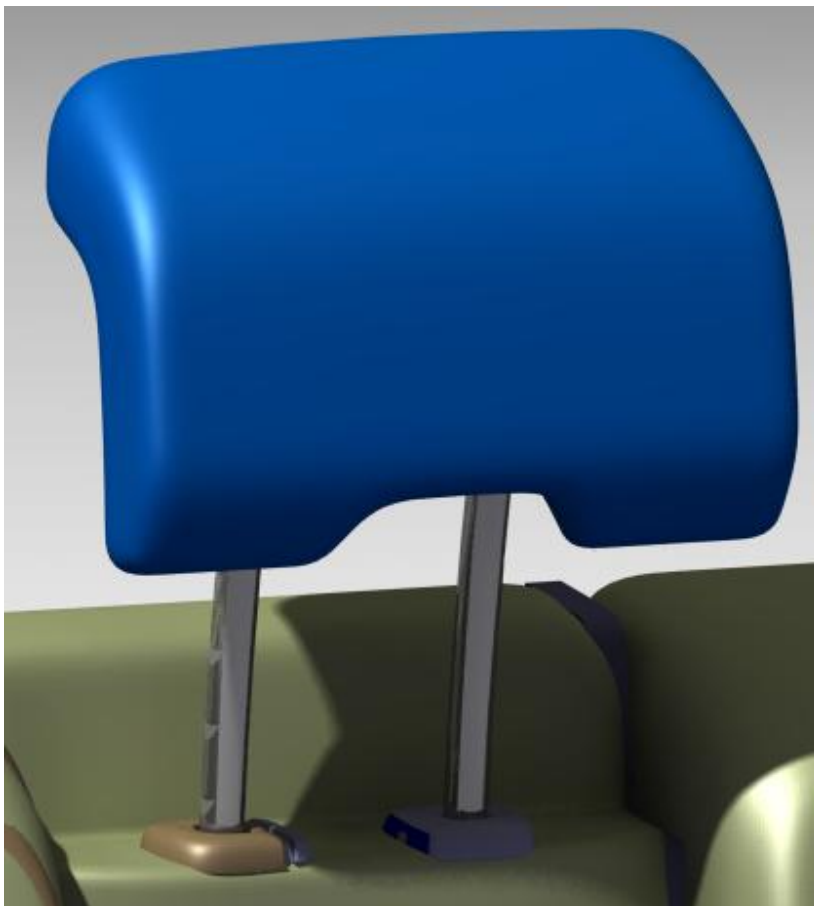


Figur 2.1 Arbetets tillvägångssätt

3. Analys av befintlig konstruktion

Dagens låsmekanism ser ut som den gjort i de flesta bilar under lång tid nu. Nackstödet är fäst vid två stänger varav den ena har spår för höjdlägeslåsning av nackstödet vid önskat läge. Den andra stängan har även den spår parallellt med dessa men de spåren är inte låsande. Som man kan se i figur 3.1 nedan så är figurens vänstra stång fasad för låsningsfunktion, noggrannare förklaring av spåren ges i avsnitt 3.2. Det är den gråa knappen på den bruna plastdetaljen (till vänster i figur 3.1) som används för att öppna låsmekanismen.

Vid sänkning av nackstödet i dagens modell krävs en knapptryckning på cirka 15 N samt en liknande kraft i höjdlid. Krafterna måste appliceras samtidigt för att justering ska vara möjlig. För att höja nackstödet räcker det däremot med en kraft applicerad på nackstödet underifrån då fasningen på stängerna till nackstödet endast låser nackstödet i en riktning, bortsett från låsningen mot demontering som beskrivs utförligare i avsnitt 3.4.



Figur 3.1 Befintligt nackstöd i ryggstödet

3.1 Låsningmekanismens delar

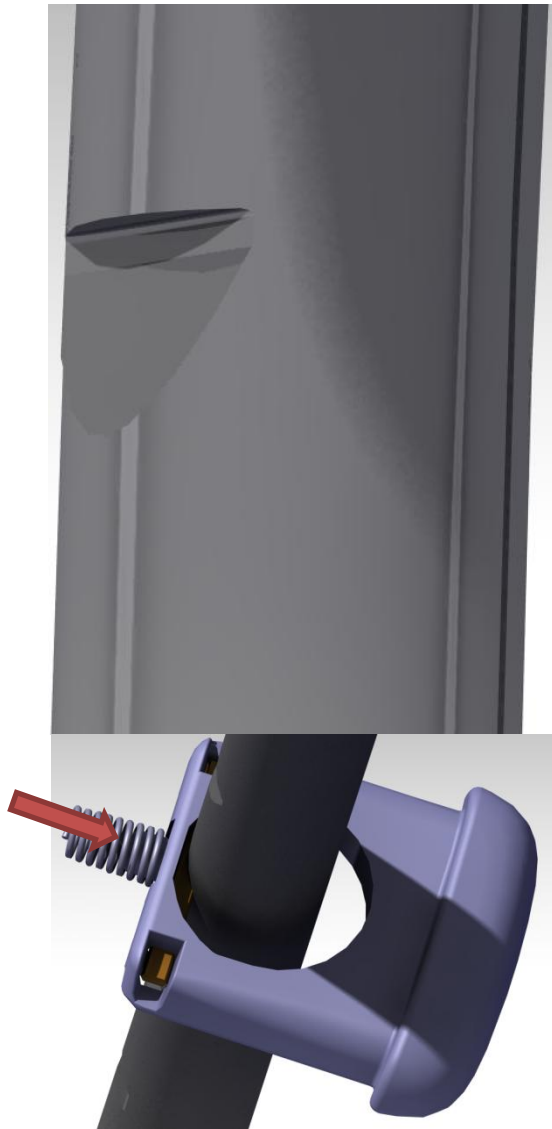
Låsmekanismen, en så kallad bezel, består av fyra delar. Ett rör, som nackstödet stång går igenom, med ett huvud där själva låsningsfunktionen byggs in. Låsningsfunktionen består av en fjäder, en plastinsats och en stålstav. Vid montering fästs stålstaven och fjädern i plastinsatsen. Plastinsatsen trycks sedan in i rörets huvud och fungerar nu som knapp. Figur 3.2 illustrerar delarna och hur de monteras på rätt position. Vid monteringen av plastinsatsen i rörets huvud (bild 7-10 i figur 3.2), hörs ett tydligt klick som en bekräftelse på att den är korrekt monterad. Spåren, som ses undertill på huvudet i bild 9 i figur 3.2, som ger upphov till klickljudet håller nu fast plastinsatsen i huvudet. Plastinsatsens utformning håller fjäder och stålstav på plats inuti huvudet.



Figur 3.2 Monteringsbeskrivning av ingående delar i låsningsmekanismen

3.2 Låsningmekanismens funktion

Då plastinsatsen ej är belastad med en yttre kraft så trycker fjädern den mot låst läge. Stålstaven trycks då emot jacken i nackstödet stång för att låsa den i höjdled. På grund av jackens fasade nedre del går det utan knapptryckning att höja nackstödet position. För att nackstödet ska sitta jämnhögt på båda sidor har även den högra stången matchande fasning, denna är dock inte låsande utan är även fasad övertill likt vänstra stångens undre fasning. Bilderna i figur 3.3a illustrerar fasningen hos den låsande stången samt dess låsmekanism medan de i figur 3.3b visar stången utan låsning och dess lägesstabiliseringsmekanism.



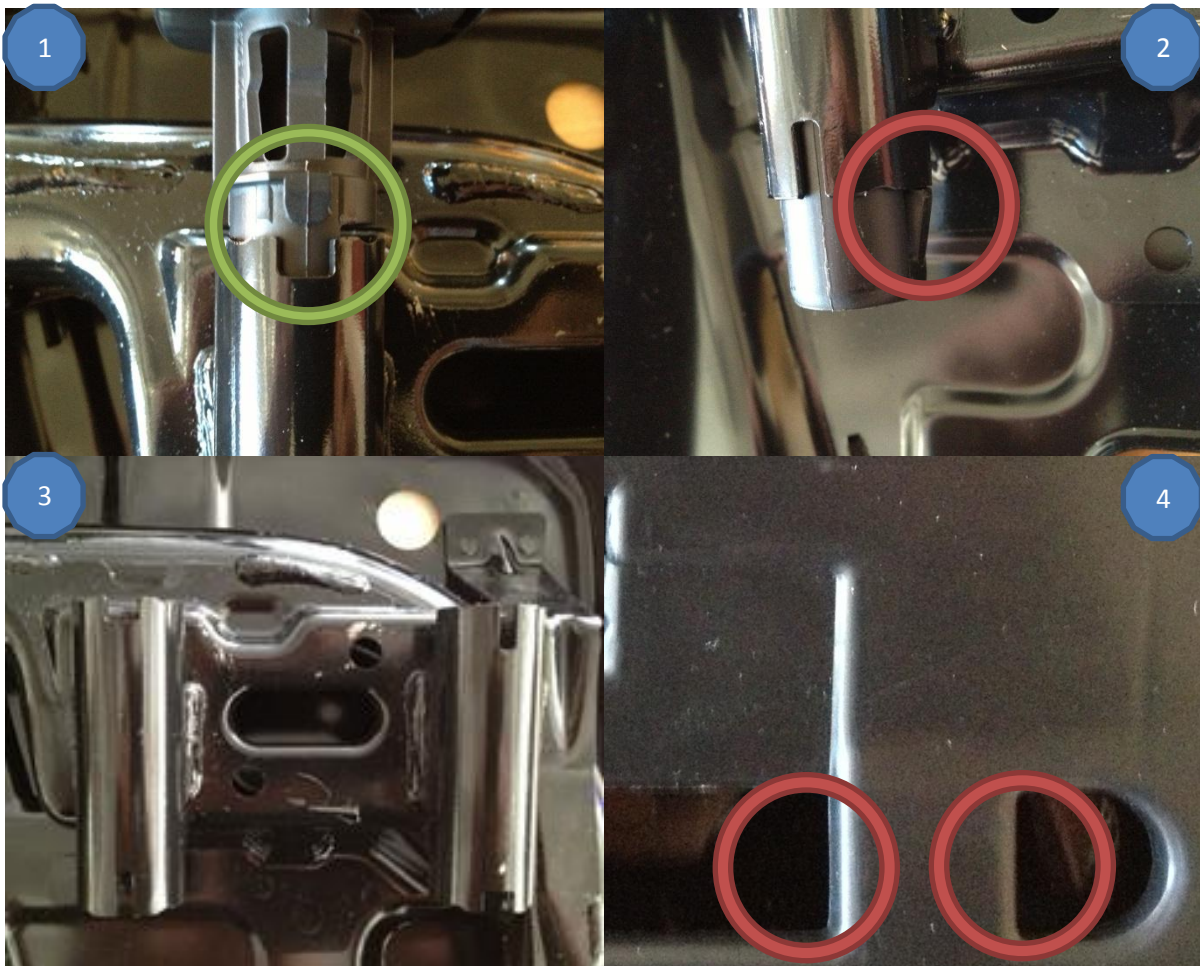
Figur 3.3a Låsningmekanismens, på låsningssidan, interaktion med nackstödsstång



Figur 3.3b Låsningmekanismens, på stödsidan, interaktion med nackstödsstång

3.3 Montering av låsningsmekanism i ryggstödet.

Rören som nackstödet stålstänger går igenom, fästs med snäppen i ett stålrör, dessa snäppen visas i bild 2 i figur 3.4. De omslutande metallrören är fastsvetsade vid ryggstödet stålram vilket man kan se tydligt i bild 3 i figur 3.4. För att se till att plaströret har rätt riktning finns det spår, se gröna cirkeln bild 1 i figur 3.4, i metallröret som plaströret skall passas in i, det är enda sättet att få in röret så långt att det snäpper fast. Då låsmekanismen i befintlig konstruktion måste komma åt utanpå klädseln, se figur 3.1, för att kunna justera höjden men spännen för röret sitter integrerat är det omständigt att ta isär delarna. För att göra det möjligt finns hål i plastkåpan, se bild 4 i figur 3.4, för att komma åt de snäppen som håller fast plaströret i metallröret. Det är inte helt enkelt att lossa dessa snäppen då det är svårt att komma åt och man inte ser vad man gör. Vanligtvis ska man inte behöva lossa detta, men en integrerad lösning där plastkåpan inte fäster i låsmekanismen skulle underlätta detta vid eventuellt behov.



Figur 3.4 Låsningsmekanismens infästning i ryggstödet stomme

3.4 Demontering av nackstödet

Har man behov att plocka bort nackstödet helt finns en säkerhetslåsning i plaströret som inte behöver belastas för vanlig höjdjustering. De orangea pilarna i figur 3.5 visar fasnigarnas utformning i vänster respektive höger stång i figur 3.1, det kan ses att båda sidor måste lossas för att passera dessa. Knappen här, se röd ring i figur 3.5, är integrerad för att man inte ska komma åt den av misstag eller barn ska kunna plocka bort nackstödet. Man behöver därför en mejsel eller dylikt för att kunna trycka in knappen tillräckligt långt för att lossa nackstödet. Dessutom så krävs det att man lossar på den vanliga höjdjusterande sidan samtidigt då även den låses i översta läget (nedersta urfasningen). Detta sker antingen genom samtidig knapptryckning eller enklast genom att vinkla nackstödet något så att de annars parallella urfasningarna inte samtidigt är i låst läge.



Figur 3.5 Nedersta urfasningar i nackstödet stänger samt integrerad knapp för demontering. Bild 1 föreställer den vänstra stängen i figur 3.1 och bild 2 den högra. Bild 3 föreställer säkerhetslåsningen för den högra stängen från figur 3.1.

4. Kravspecifikation

Då genomgång av monteringsprocessen och fördjupning i Volvos krav gjorts, samt samtal med JCI förts kring deras önskemål, så sattes en kravspecifikation upp. Man skiljde på krav och önskemål samt viktade dessa.

4.1 Krav/önskemål

Tabell 4.1. Kravspecifikation

Nackstödsjustering	Krav/Önskemål
Erfoderlig tryckkraft	K
Säkerhetskraft för låsning	K
Användarvänlig	Ö
Vibrationsljud	K
Vibrationsljud*	Ö
Friktions-/arbetsljud	K
Friktions-/arbetsljud*	Ö
Temperaturkänslighet	K
Mekanisk uthållighet	K
Mekanisk uthållighet*	Ö
Integrering	K
Integrering	Ö
Materialkostnad	K
Materialkostnad*	Ö
Enkel att montera	Ö
Antal delar	Ö

* Då flera utav kraven även hade önskade värden så visas de i tabell 4.1 både som önskemål och krav.

4.2 Krav

Tryck- och säkerhetskraft: Enligt Volvos bestämmelser så måste låsningsmekanismen sitta inspänd med en kraft på minst 10N, detta för att säkerställa att nackstödet inte ändrar sin position vid till exempel en krock. Samtidigt så vill man att erforderlig kraft ska vara så pass låg att det enkelt går att justera till rätt höjd. Som krav har man att det inte ska krävas mer än 40N för att lossa låsningsmekanismen.

Vibrationsljud samt Friktions/arbetsljud: Kraven satta av Volvo är att ljud från mekanismen ej får vara störande, något som givetvis är väldigt upp till individen.

Temperaturkänslighet: Då det är av stor vikt att alla bilens komponenter skall fungera på så gott som alla världens platser finns det krav satta på temperaturkänslighet. I enlighet med bestämmelserna ska komponenten klara upprepade tryckningar i en fyratimmarsperiod vid både -30°C och +75°C. Dessutom ska ett utmattningstest göras vid +38°C där komponenten med 95% säkerhet skall hålla i 16h.

Mekanisk uthållighet: Komponenterna skall hålla för minst 10 000 tryckningar.

Integrering:** Möjlig att integrera utan alltför stora förändringar i befintlig konstruktion.

Materialkostnad: Komponentens delar får ej överskrida en kostnad av 10kr, per färdig produkt vid en serie på ca 200 000st.

4.3 Önskemål

Användarvänlig: Man ska kunna lossa låsmekanismen enkelt, stor vikt ligger därför i att erforderlig kraft inte blir för hög.

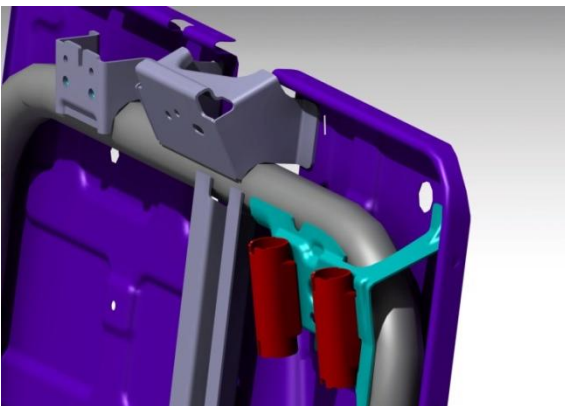
Vibrationsljud samt Friktions/arbetsljud: Önskemålet är att inget ljud ska uppfattas varken vid användning eller vid vibrationer.

Mekanisk uthållighet: Det är av stor vikt att inte konstruktionen tappar i funktion under dess livslängd.

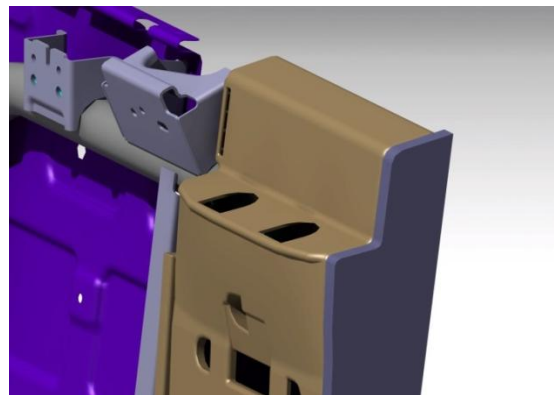
Integrering:** Konstruktionen skall kunna integreras med minsta möjliga krav på förändring av övriga komponenter.

Materialkostnad, Enkel att montera och Antal delar: Det är givetvis mycket önskvärt att få en så billig konstruktion som möjligt. För att uppnå detta gäller det att dessa tre faktorer uppfylls på bästa sätt.

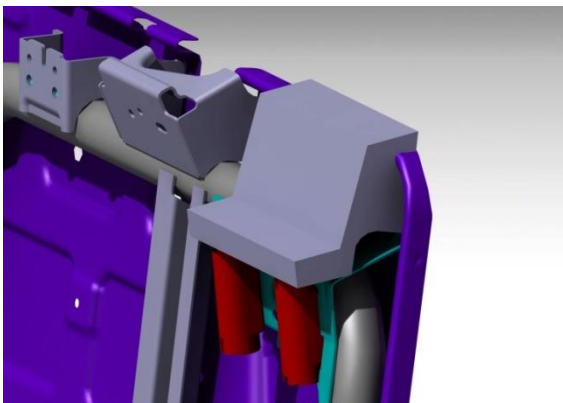
** Figur 4.1 till 4.4, nedan, syftar till att visa det utrymme, i form av den grå soliden, som finns tillgängligt att integrera en lösning i. Tvärsnittsritning kan ses i figur 4.4.



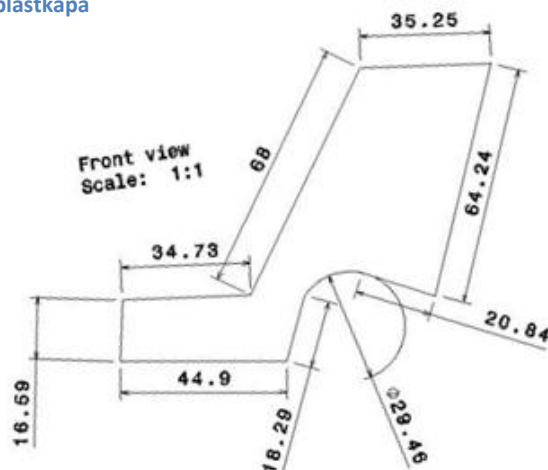
Figur 4.1 Kringliggande komponenter utan plastkåpa och låsningsmekanismer



Figur 4.2 Kringliggande komponenter med synlig plastkåpa



Figur 4.3 Uppskattad utrymmes-”box” till förfogande för ny mekanism



Figur 4.4 Principiell uppskattad utrymmesritning

5. Koncept

Konceptgenereringen utfördes initialt främst med fokus på vinklade axiella kraftöverföringsprinciper. Integreringsmöjligheten togs först hänsyn till i utvärdering och vidareutveckling.

5.1 Konceptbeskrivning

Nedan redovisas ytligt de koncept som ansågs mest relevanta att studera vidare. Funktion presenteras i text och med bild.

5.1.1 Koncept 1 - KIL

Konceptet bygger på två plaststänger med rektangulärt tvärsnitt och vinklade ändtytor, se figur 5.1 och 5.2. I ledpunkten mellan dem blir det en kileffekt vilken leder till att då den övre stängen trycks vertikalt kommer den nedre att föras horisontellt mot nackstödet låsanordning. Denna låser då upp spärren som hindrar sänkning av nackstödet. Kilarna innesluts av ett skal som håller dem på plats.



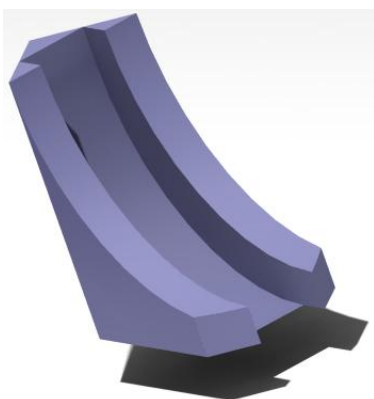
Figur 5.1 Kilkoncept med skal



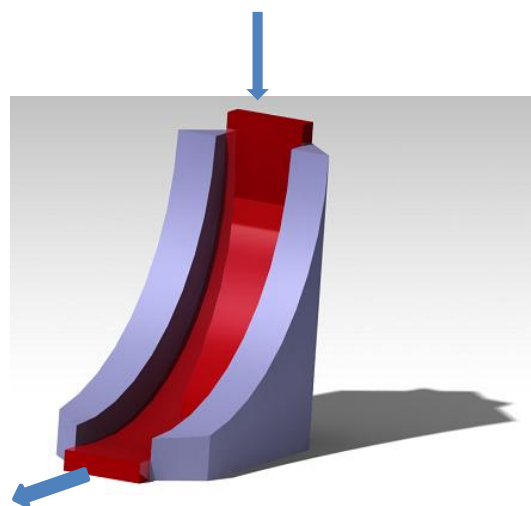
Figur 5.2 Ingående kilar

5.1.2 Koncept 2 - BÖJSTÅNG

Konceptet böjlig stång i spår, som illustreras nedan i figur 5.3 & 5.4, består av ett plaststöd med ett spår som styr en böjlig stång till önskad riktning. Då man trycker på stängen vertikalt så följer stängen spåret och resulterar i en horisontell kraft. Kraften trycker då på låsmekanismen för att möjliggöra höjdjustering av nackstödet. Med en böjlig stång så kan kraften överföras utan riktningsförluster, däremot så uppstår friktionsförluster.



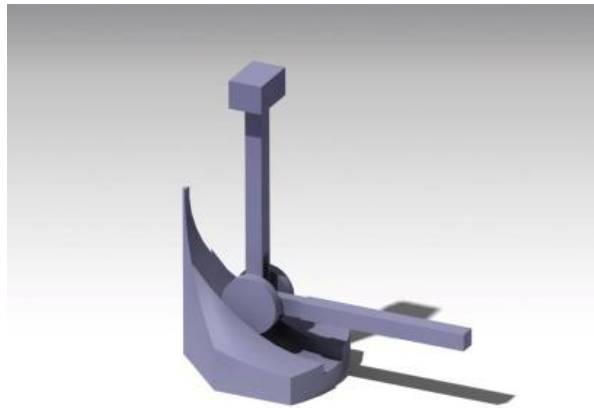
Figur 5.3 Glidspår



Figur 5.4 Glidspår med böjstång

5.1.3 Koncept 3 – HJULLED

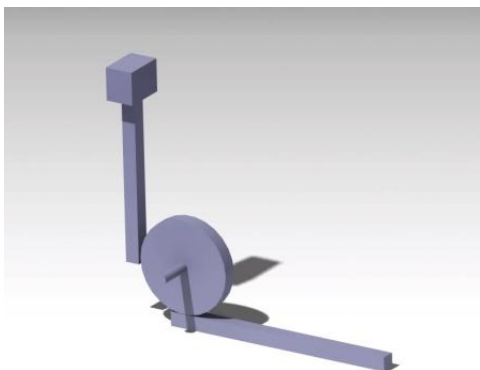
Konceptet består av två stänger ledade i en hjulled vilken rullar i ett spår, se figur 5.5. Lagringen i hjulleden bör kunna ske glidlagrat (eventuellt med glapp), plast mot plast. Vertikal tryckning av knappen på övre stängen leder således till en horisontell förskjutning av den nedre stängen. Det förekommer här också en liten snedställning av övre och undre stång till följd av att ledningspunkten förflyttas något i rullspåret. Den horisontella förskjutningen låser på samma sätt som ovan upp låsanordningen.



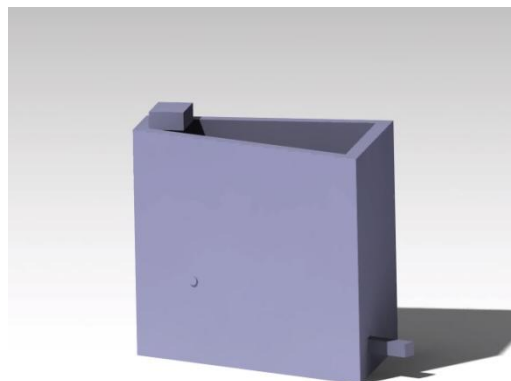
Figur 5.5 Hjulledskoncept

5.1.4 Koncept 4 – KUGGHJULSLED

Konceptet är uppbyggt av två stänger ledade med ett kugghjul, se figur 5.6. Mekanismen sitter i en kåpa, som illustreras i figur 5.7, i vilken kugghjulets axel fästs. Kugghjulet bör kunna glidlagras (eventuellt med glapp) på, den i kåpan, fast inspända axeln. Vertikal förskjutning av övre axeln ger moturs rotation av kugghjulet och horisontell förskjutning åt höger hos nedre stängen.



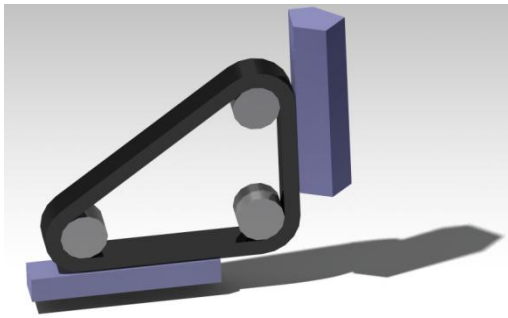
Figur 5.6 Kugghjulsled utan skal



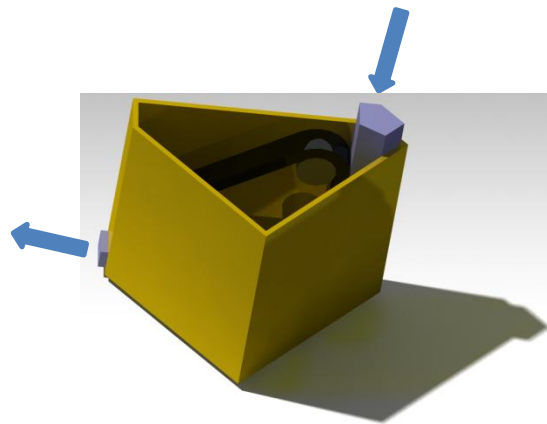
Figur 5.7 Kugghjulsled integrerad i skal

5.1.5 Koncept 5 – Rem

Remvarianten överför kraften med hjälp av en rem som för över kraften från en lodrät stång till en horisontell. Vilket illustreras i figur 5.8 & 5.9 nedan. Den horisontella stången trycker sedan på låsmekanismen för att möjliggöra reglering av höjden på nackstödet. För att hålla remmen på rätt plats används tre stycken ledhjul, dessa fästes i kåpan. För att överföra kraft från stång till rem, samt rem till stång, så används en friktionsyta, förslagsvis i form av tandade ytor. Friktion uppstår både mellan kåpa och stänger samt ledhjul och kåpa.



Figur 5.8 Remkoncept utan skal



Figur 5.9 Remkoncept integrerad i skal

5.1.6 Koncept 6 – Hydraulik

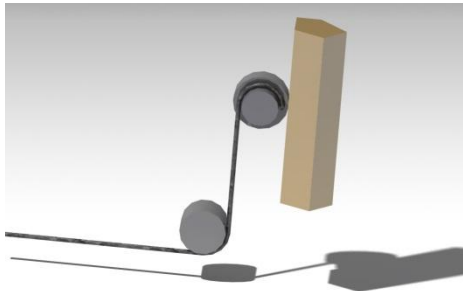
En hydraulisk lösning innefattar en knapp som överför kraft till en kolv i ena änden av en hydraulkabel vilken sedan ger kraft i andra änden av denna, se figur 5.10. Den fria änden kopplas till låsningsanordningen vid vilken det överförs en horisontell kraft som låser upp spärren. Hydraulkabelns hölje bör kunna fästas i befintliga omkringliggande delar och konceptet kräver därför ingen egen kåpa.



Figur 5.10 Hydraulikhölje med knapp och cylinder

5.1.7 Koncept 7 – Vajer

I konceptet vajer så överförs kraften genom en spänd vajer. Vajern är fäst i ett hjul kopplat till knappen i nackstödet, se figur 5.11 & 5.12. Då knappen trycks ned vrids hjulet vajern är fäst vid, detta resulterar i att vajern drar i låsmekanismen. Detta koncept kräver därför en annorlunda låsfunktion där man lossar med en dragande rörelse istället för en tryckande. För att fästa vajern i hjulet, som är kopplat till knappen, används exempelvis en ändbit fäst i ett spår på hjulet. Ungefär likt vajerbromsar på cyklar.



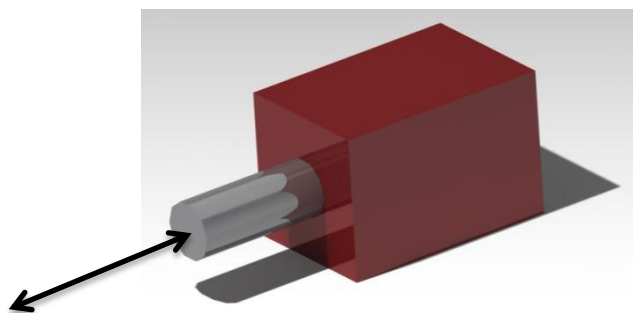
Figur 5.11 Vajerkoncept utan skal



Figur 5.12 Vajerkoncept integrerad i skal

5.1.8 Koncept 8 – Lossande och låsande motor

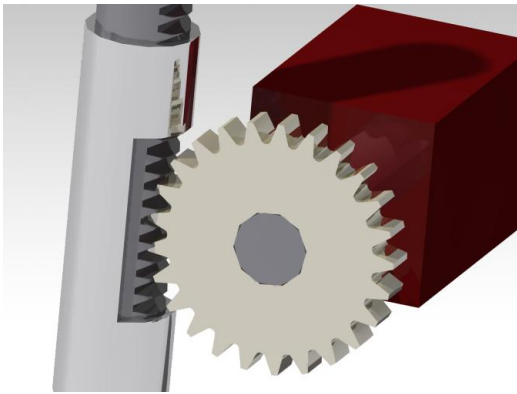
En linjärt arbetande elmotor, se figur 5.13, används här för att överföra kraft till låsningsanordningen som då låser upp och möjliggöra sänkning av nackstödet. Motorn kan vara självlåst i det låsta läget då den ej arbetar. Alternativt kan den gå tillbaka till låst läge med hjälp av en yttre kraft, så som en fjäder eller liknande, när den ej arbetar. Motorn bör kunna fästas i befintliga omkringliggande delar och konceptet kräver därför ingen egen kåpa.



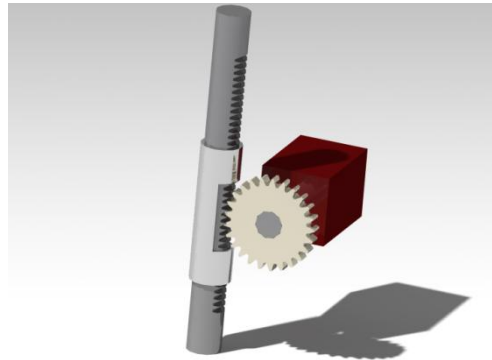
Figur 5.13 Linjärt arbetande elmotor

5.1.9 Koncept 9 – Höjdregerande motor

Konceptet höjdregerande motor skiljer sig ifrån de andra koncepten, istället för att lossa låsmekanismen för manuell höjdregering så sker här reglering med en knapptryckning. Som man kan se i figur 5.14 & 5.15 nedan så är stången till nackstödet kuggad, motorns kuggjul arbetar mot dessa för att höja respektive sänka nackstödet. Fästet till nackstödet täcker stången både över och under kugghjulets anläggningsyta, detta för att stabilisera det mest utsatta området. För konceptet krävs även ett styrkort, detta för att se till att motorn inte fortsätter arbeta när den nått ändläge. Styrkortet ger även möjligheter att till exempel programmera in förutbestämda höjdlägen. Detta skulle göra att en knapptryckning ger dig rätt höjd, utan att du själv behöver manuellt avväga när motor ska stanna.



Figur 5.14 Förstoring av kugghjulsverkan mellan elmotor och nackstödsstång



Figur 5.15 Höjdregerande motor-koncept

6. Utvärdering av grundkoncept

Framtagna grundkoncept har värderats utifrån de önskemål och krav som ställts av Volvo och JCI. Önskemål har viktats och en PUGH-matris, se tabell 6.1, har skapats för att kunna rangordna koncepten. Önskemålen har givits viktning 1-2 medan varje koncept har en skala på 1-10 på hur bra det antas uppfylla önskemålen. Värderingen har gjorts med hjälp av såväl studenter inom andra kompetensområden som personal på JCI.

6.1 Valda koncept

Då det var fyra koncept (Kil, Hydraulik, Lossande och låsande motor samt Böjstång) som värderades klart högre än de andra så utvärderades möjligheten att uppfylla satta krav noggrannare för dessa. Utav de fyra var det endast två som uppfyllde kraven (kil och böjstång). Dessa två koncept gavs möjlighet att testas i funktionsmodeller.

De har båda fördelen av få komponenter, vilket håller nere pris och förenklar montering. I båda fallen kan, genom konstant belastning, vibrationsljud minimeras. Dessutom ger båda konstruktionerna möjlighet till en lång hållbarhet, givetvis beroende på materialval.

Utseendet på modellerna gör det möjligt att anpassa dem väl efter det utrymmet som ges, vilket underlättar integrering. Enkelheten och tydligheten i koncepten gör att man sannolikt kan avgöra att de kommer att fungera i verkligheten. Givetvis påverkas även funktionen tydligt av de materialval som görs eftersom konceptens begränsningar i stor grad bygger på friktion.

Tabell 6.1 PUGH-matris för grundkoncept

Koncept	x2 Integreringsmöjlighet	x2 Hållbarhet	x1 Ljud/friktion(arbete)	x2 Ljud/vibration	x2 Antal delar	x2 Montering
Böjstång	4	7	4	6	7	8
Hjullad	3	4	6	2	2	3
Kil	2	9	4	5	9	9
Kugghjulsled	2	3	5	3	4	3
Rem	2	3	5	3	2	1
Hydraulik	6	1	10	8	9	6
Vajer	5	4	6	7	4	4
Höjreglerande motor	6	5	3	2	5	1
Lossande och låsande motor	10	6	7	3	8	2

x1 Materialkostnad	x2 Användarens känsla	SUMMA	PROCENT	Uppfyller tryckkrafts krav	Uppfyller kostnads krav	Uppfyller hållbarhets krav	Rangordning
9	2	81	58%	Sannolikt	Ja	Sannolikt	4
7	3	47	34%	Sannolikt	Saknar info	Sannolikt	7
10	2	86	61%	Sannolikt	Ja	Ja	1
6	3	47	34%	Sannolikt	Saknar info	Sannolikt	7
5	3	38	27%	Sannolikt	Saknar info	Sannolikt	8
1	7	85	61%	Ja	Nej	Nej	2
4	3	64	46%	Sannolikt	Saknar info	Sannolikt	5
1	9	60	43%	Ja	Nej	Sannolikt	6
2	8	83	59%	Ja	Nej	Ja	3

Betygsskala: 1-10, där 1 är sämst och 10 är bäst

6.1.1. Förklaring av PUGH-matris

Matrisen består utav två delar, en som fokuserar på önskemål och hur väl de uppfylls samt en som bygger på att de krav som satts kan uppfyllas.

6.1.1.1. Viktning av önskemål

De olika önskemålen har viktats efter vilka som anses vara mest avgörande för ett gott resultat. De som har värderats lägre är materialkostnad och friktions/arbets-ljud. Anledningen till att materialvärderingen är låg är att om väl kraven på pris uppfylls, så är det av större vikt att montering och antal delar uppfylls väl. Detta för att minimera problem i och effektivisera tillverkningsprocessen vilket känns mer kritiskt då brister i detta påverkar följande steg i monteringen.

Att friktions/arbets-ljud inte viktas speciellt högt är att det endast är under justering som dessa ljud uppstår, det är alltså under en väldigt kort period. Dessutom är det vanligtvis flera andra ljudkällor samtidigt i bilen när höjden skall justeras, exempelvis bil som startas, dörrar som stängs och andra som tar sig in i bilen. Ett vibrationsljud skulle däremot innebära ljud under längre tider och i lugnare miljöer.

Att kategorin användarens känsla är av stor vikt förklaras enkelt med att nackstödet antas justeras till rätt position oftare om det är enklare och känns skönare att justera det. När det kommer till integreringsmöjlighet så förklaras det med att stora kostnader kan uppstå för omformning av den omgivande miljön.

Gällande hållbarhet så finns ett tydligt krav satt vilket skulle kunna anses som fullgott för att ge den en lägre viktning, men då konceptets syfte är att främja ett mer frekvent användande är det av stor vikt att det även klarar fler användningar än de satta kraven.

6.1.1.2. Bedömning av kravuppfyllnad

De krav som valts att ta med i matrisen är tryck-, kostnad- samt hållbarhetskrav. De är alla tvungna att kunna uppfyllas för att konceptet ska vara värt att gå vidare med. Dessutom går det att med ganska god säkerhet fastställa om de kommer att uppfyllas utan att behöva göra en funktionsmodell. Tryckkravet gick enkelt att fastställa i hydraulisk och elektrisk lösning, i de andra fallen där friktion är inblandat är det svårt att avgöra exakt hur stora förluster man förväntas få.

Hållbarhet och kostnad kollades upp med företag inom hydraulik och motorbranschen. Underlag för elmotorbeslut finns i bilaga 1. Som grund för antagandet att kostnadskrav och hållbarhetskrav uppfylls för Kil bygger på stor erfarenhet, hos personal på JCI, av användning utav tänkta material samt beräkningar på storleken på krafter. När det kommer till Böjstång så ställs ett litet frågetecken kring hur den kommer påverkas av förslitning samt att materialvalet är ganska oklart. Man kan dock anta att även denna uppfyller de krav som är satta.

De koncept som saknar info gällande kravuppfyllnad inom kostnadsaspekten gör detta på grund av att undersökning inte gjorts på dessa. Anledningen till det är att de fick så pass mycket sämre resultat i utvärderingen än de fyra lösningar som fått bäst resultat i utvärderingen.

6.2 Utvärdering av PUGH-matris

Koncepten kugghjulsled, hjulled och rem var de som i PUGH-matrisen fick sämst resultat. De tappade framförallt poäng under kriterierna *hållbarhet*, *vibrationsljud*, *antal delar* och *montering*. Alla tre består alltså av något fler antal delar än övriga koncept. Detta bidrog också till varför de värderats lågt i hållbarhet och montage, då fler och storleksmässigt mindre delar i allmänhet ger större möjligheter till fel respektive längre monteringsstid. Låg poäng i vibrationsljud uppskattades även som en följd av många små delar.

De två nästa koncepten i rangordningen, på en klart lägre nivå än de fyra topprankade, var *vajer* och höjddreglerande motor, som kom på liknande poäng. Vajer värderades lågt gentemot bøjstång och kil framförallt i *hållbarhet*, *antal delar*, *montering* och *materialkostnad*. Precis som i föregående stycke var det framförallt antalet delar som låg till grunden för att värden på hållbarhet, materialkostnad och montage blev låga. Dessutom så ansågs modellen med spänd vajer bli något mer komplicerad att montera på grund av belastningen i vajern. Materialkostnaden påverkades även av att högre krav ställs på material vilket troligtvis leder till att dyrare material krävs. Höjddreglerande motor tappar främst i materialkostnadskriteriet, där det inte klarar kostnadskraven. Detta då konceptet kräver både en motor som är relativt stark, i förhållande till sin storlek, kuggdetaljer vilka ska tåla överföringskraften från motor till nackstödet samt någon form av styrning till motorn.

Med hjälp av PUGH-matrisen rangordnades följande fyra koncept högst, i fallande ordning: Kil, hydraulik, lossande och låsande motor samt bøjstång. Både bøjstångs- och kilkonceptet värderades ganska lika i alla kriterier och framträdde positivt främst i *montering* och *materialkostnad*. I *integrering* och *ljud/friktion(arbete)* är hydraulik- och lossande och låsande koncepten att föredra gentemot bøjstång och kil och värderades därför högre. Hydraulik-konceptet värderades på lägsta möjliga nivå i *hållbarhet* och *materialkostnad*. Lossande och låsande motor värderades likt höjddreglerande motor lågt i både *materialkostnad* och *montering*. Monteringsvärderingen baserades på att motorn kräver dragning av kablage från annan plats i bilen.

Fyra koncept låg alltså på en liknande toppoäng, med ca 60 % uppfyllelse av kriterierna, men två av dessa avfärdades vid närmare efterforskning. Samtal med hydraulikföretaget Lalmek angående möjlighet till hydrauliklösning gav underlag för att ta beslut om att konceptet inte ansågs rimligt. Detta då de inte antas uppfylla hållbarhetskravet och samtidigt hålla sig inom kostnadsramarna. Konsultation med Pelle Almgren och Krister Larsson från elmotorföretaget Compotech gav oss grovt uppskattade prisbilder på olika produktalternativ vilka, likt hydrauliken, föll utanför kostnadsramarna. Se bilaga 1 för mer information angående elmotoralternativ.

7. Vidareutveckling av valda koncept

7.1 Böjstång

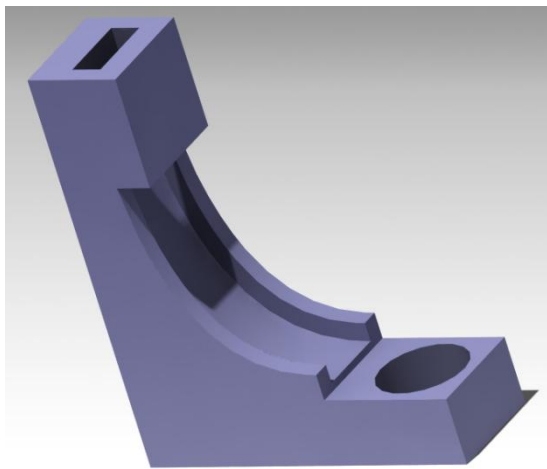
Grundkonceptet Böjstång beskrivs enkelt i 5.1.2. Tanken bakom konceptet är att ett styrspår skall ändra riktningen för kraften som läggs på stången som ligger i spåret.

7.1.1 Styrspår

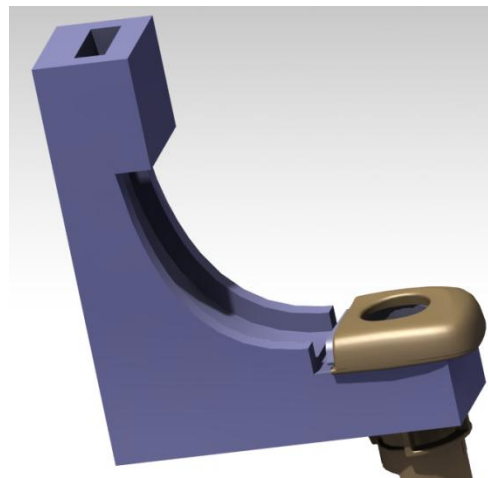
Styrspåret som leder kraften är i grundkonceptet utformat för att göra en kraftöverföring på 90° . Utrymme finns att minska vinkeln något, detta för att få lägre normalkrafter och därav lägre friktionskrafter, se avsnitt 7.1.4 för möjligt utförande av huvudet på låsningsmekanismen. Detta skulle även kunna förenkla integreringen. Materialval har även stor inverkan på funktionen, något som tas upp i utvärderingen.

7.1.1.1 Funktionsmodell

Utformningen av funktionsmodellen har anpassats för att storleksmässigt passa mellan låsmekanism och tänkt knappposition. Hinder i ryggestödet har inte tagits med i beräkningarna vid utformningen, fokus ligger endast på att testa om funktionen fungerar bra i rätt storlek. Ett spår har formats för eventuell knapp samt ett hål för infästning av låsanordningen, detta för att tydligt kunna testa komponenter. Modellen kan ses i figur 7.1 & 7.2 och ritning för den kan ses i bilaga 6.



Figur 7.1 Funktionsmodell för böjstång



Figur 7.2 Funktionsmodell för böjstång med låsningsmekanism

7.1.1.2 Utformningsmöjligheter

När modellen skulle passas i befintlig konstruktion fick hänsyn tas till de avgränsningar som fanns i geometrin, dessa förklarars i avsnitt 4.3. Två tydliga problem som man ställs inför är att knappen i nackstödet får fel vinkel samt att röret som illustreras i figur 1.3 begränsar utrymmet för spåret. För att ta sig runt dessa bekymmer kan både knapp och spårets vinkel utformas annorlunda. Avsnitt 7.1.3 beskriver en lösning på hur knappen kan formas för att få önskad vinkel. Att ge spåret en minskad vinkel för att med marginal undvika att korsa röret som nämns tidigare kräver en lutad låsmekanism, denna beskrivs mer utförligt i avsnitt 7.1.4.

7.1.2 Glidstång

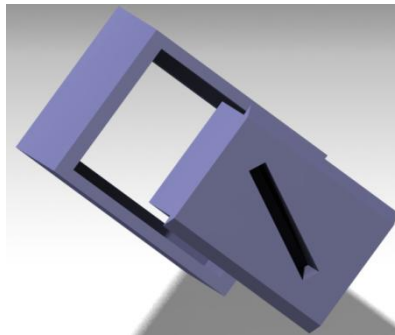
Stångens utformande är ganska enkelt, krav på stången är att den ska kunna formas efter spåret och samtidigt klara av att överföra kraften utan någon större deformation. Det är alltså i materialvalet som störst möjlighet finns att påverka funktion.

7.1.2.1 Funktionsmodell

Två stångvarianter tillverkades till funktionsmodellen, i två olika material. Ena utformades från en tunn stålplåt som ger en så kallad snäppreflex sin funktion att kunna snäppas fast runt arm eller ben och den andra från två, på bredden, sammanfogade buntband av plasten PP.

7.1.3 Vinklad knapp

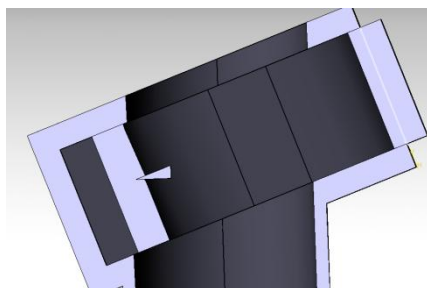
I knappens spår trycks glidstången fast och höljet som knappen sitter i kan vara en del av den redan befintliga plastkåpan. Då stången kommer att vara under konstant belastning, från båda ändarna efter montering, kan montering enkelt ske med ett spår i låsmekanismen. Spåret i knappen illustreras i figur 7.3.



Figur 7.3 Knapp för vinklat stångfäste, ytan närmast i bilden är knappens undre yta som sammanfogas med till exempel böjstång

7.1.4 Vinklad låsmekanism

För att kunna möjliggöra minskad vinkel på stång och spår krävs att antingen låsmekanismen eller tryckknappen lutats. Att förändra vinkeln på tryckknappen påverkar användarens känsla negativt, att vinkla låsmekanismen, till exempel enligt figur 7.4, vore därför att föredra. Denna förändring i låsmekanismens vinkel gör att stångens fasningar måste anpassas, vilket illustreras i figur 7.5. Viktigt med låsningsmekanismen är både säkerheten att nackstödet hålls i plats vid krock och att erforderlig kraft för att höja sätet utan knapptryckning ej får påverkas för mycket. Det är därför viktigt med val av vinkel på låsmekanism och fasningarna i figur 7.5. Beräkningar för detta finns i bilaga 3 & 4.



Figur 7.4 Vinklad låsningsmekanism



Figur 7.5 Urfasningar för vinklad låsningsmekanism

7.2 Kil

7.2.1 Kilskal

Den grundläggande funktionen för konceptet kil presenterades i avsnitt 5.1.1 i text och figur. Figur 5.2. visar en kraftöverföring i 90 grader, mellan övre och nedre stängen, medan konceptet ej är begränsat till någon specifik ledningsvinkel. Utrymmet inuti sätet, bakom nackstödet, där mekanismen skall integreras är begränsat av ett antal relevanta geometrier. Ett rör tillhörande stommen av ryggstödet ligger i höjd med huvudet där låsningsmekanismen sitter och begränsar därmed tillkomligheten för kraftöverföringen, se avsnitt 4.3. I och med detta krävs en större vinkel än 90 grader, mellan övre och nedre stängen, för att passera röret.

7.2.1.1 Funktionsmodell

En funktionsmodell för killösningens hölje tillverkades, utifrån en funktionsmässig CAD-modell, se figur 7.6, vars främsta uppgift var att testa om kraftöverföringskonceptet verkar fungera i den storlek som en färdig lösning ska ha. Modellen är alltså kraftigt förenklad med tanke på utformning avseende integration i befintligt säte och är i princip tänkt som två-dimensionell. Skalet tillverkades i en 3D-skrivare och materialet är ABS. Se bilaga 5 för ritning. Hålet på sidan av skalet är endast till för att ge möjlighet att studera ledningsytan mellan stängerna i modellen.



Figur 7.6 Funktionsmodell för kilkoncept med låsningsmekanism

7.2.1.2 Utformningsmöjligheter

Funktionsmodellen är alltså tillverkad med en trubbig vinkel mellan övre och undre kilstång vilket en färdig modell kommer att kräva. För att mekanismen skall kunna integreras kommer den däremot att behöva omformas. Dels för att kunna passera röret som nämnts i avsnitt 4.3 och dels för att passa in i den diagonala position som den kommer att sitta för att överföra kraft från knappen, mellan nackstödet två fäststänger, till huvudet där låsmekanismen sitter. För att underlätta passagen förbi röret kan det tänkas att låsmekanismens huvud bör vara uppåtvinklat i den diagonala riktningen mot knappen, se avsnitt 7.1.4.

7.2.2 Kilstänger

Kilstängernas funktion är att leda applicerad kraft på den övre kilen till undre kilen som i sin tur trycker på låsningsmekanismen. För detta behöver de kunna glida lätt i det omgivande kilskalet. Stängernas ledytor är fasade och vinkeln hos dessa påverkar en hävstångseffekt som beskrivs i avsnitt 8. Ledningsvinkeln som vill åstadkommas mellan övre och undre kilen påverkas av det begränsade utrymmet.

7.2.2.1 Funktionsmodell

Till funktionsmodellen för Kil-konceptet tillverkades kilstängerna i 3D-skrivare i materialet ABS. Vinkeln α som beskrivs i beräkningarna i bilaga 2 är 60 grader i funktionsmodellen. I bilaga 5 ses ritning på dessa stänger.

8. Utvärdering av funktionsmodeller

Syftet med funktionsmodellerna var att kontrollera om koncepten verkar genomförbara i sin generella utformning och i material av liknande typ som de i modellerna. Delar av modellerna tillverkades i 3D-skrivare och för hand. För att testa modellerna i samarbete med låsningsmekanismen bearbetades en av låsningsmekanismerna så att den kunde passas ihop med de två funktionsmodellerna. Känslan hos knapptryckningen, t.ex. med avseende på snedställningar och ojämn rörelser, och kraft som behöver appliceras på knappen, vid lossning, studerades.

För att mäta kraften användes en dynamometer, inställd på att mäta maximal kraft under ett belastningsförlopp, med vilken mätningen skedde till ett bestämt läge precis då låsningsmekanismen låser upp och innan fjädern i denna bottenar. Ett antal provmätningar på varje modell gjordes först, för att få in någorlunda rutin på testförloppet, varefter fem giltiga mätningar gjordes. I tabell 8.1 nedan ses de uppmätta krafterna och med hur många procent knapptryckningskrafterna skiljer sig från en kraft direkt på låsningsmekanismen.

Tabell 8.1 Appliceringskrafter för att lossa låsningsmekanismen

Mätningar	Med Kil [N]	Med Böjstång - plast [N]	Med Böjstång - metall [N]	Direkt på låsningsmekanismen [N]
1	13,7	17,7	19,3	14,5
2	13,3	16,9	22,5	14,5
3	14,5	19,3	23,7	14,9
4	12,9	19,3	20,9	14,9
5	13,3	18,1	22,9	15,3
Medelvärde:	13,54	18,26	21,86	14,82
Medelvärdets procent av medelvärdeskraften direkt på låsningsmekanismen:	91%	123%	148%	100%

En observation i tabell 8.1 är att krafterna som krävdes för lossning genom kilkonceptet uppmättes något lägre än om man mätte direkt på insatsen i låsningsmekanismen. Detta beror på att den övre kilen trycks ner en längre sträcka än den nedre kilen rör sig i horisontell led. Detta ger en hävstångseffekt vars verkningsgrad beror på vinkeln α som beskrivs i bilaga 2. Resultatet av detta blir att det krävs en mindre appliceringskraft.

Resultaten i testerna visar tydligt att Kilmodellen i detta utformande är klart bättre än böjstången, det är möjligt att andra resultat skulle fås vid andra testförhållanden. Då kilkonceptet är så pass bra som det är ses ingen större anledning i att fördjupa sig i böjstångens tänkbara utföranden och material. Därför presenteras kilmodellen som lämpligaste koncept i diskussion och slutsats.

9. Diskussion

En funktionsmodell som uppfyller de krav som satts på kraftöverföringsprincipen har tillverkats, modellen klarar kraftöverföringen med ej märkbara förluster. Detta trots att den tillverkats i ABS som har högre friktionskoefficient än t.ex. Acetal/POM som skulle kunna vara ett mer lämpligt material vid massproducering. Anledningen till att funktionsmodellen konstruerats i ABS beror på att det var vad som fanns att tillgå vid framställning av modell i 3D-skrivare.

Modellen bygger på överföring i form av kilar som styr ingående kraft till låsmekanismens riktning. Energiförluster påverkas av två faktorer, dels vinkeln hos den övre kilen samt friktionskoefficienten hos glidytorerna mellan kil och skal samt övre och undre kil. Vinkeln påverkar även hävstångseffekten som beskrivs i avsnitt 8. Beräkningar och figurer för kraftöverföringen beskrivs i bilaga 2 & 4.

Val av material påverkas därför framförallt av vad för friktionskoefficient det har men även med avseende på hållbarhet och kostnad. Dessutom ska materialet klara temperaturkrav satta av Volvo. Ett tänkbart material skulle därför vara Acetal/POM som används i flera komponenter i dagens bilar, vilket är ett tydligt bevis på att det klarar uppsatta krav gällande temperaturkänslighet och brandsäkerhet mm. Det är enkelt att gjuta och med tanke på den stora produktionsvolymen vägs engångskostnad vid tillverkning av gjutform upp av de minskade tillverkningskostnader som fås i förhållande till andra metoder. Andra tänkbara material är metaller med låg friktion, eventuellt en kombination av metall och Acetal/POM. Detta skulle dock resultera i högre tillverkningskostnader samt tyngre komponenter, då materialet ABS som har sämre lämpade egenskaper än Acetal/POM uppfyller kraftkraven så antas det därför ej vara fördelaktigt att titta på dyrare material.

För att integrera komponenten i baksätet krävs viss förändring av befintliga komponenter, den plastkåpa som täcker hela ryggstödet behöver omformas något för att ge ett utrymme mellan det stödjande röret i ryggstödet metallkonstruktion och plastkåpan. Detta för att kilens stång skall kunna nå låsmekanismen. Även låsningsmekanismen behöver omformas något, då man vill ha den helt integrerad får huvudet minskas något och längden på dess rör kortas ned något och anpassas efter det metallrör som det fästes i.

Beroende på hur man väljer att forma låsmekanismens huvud och kilarna kan de integreras för att minska antalet komponenter, ett huvud som är lutat i kilens riktning skulle kunna möjliggöra att plastknappen i låsmekanismen är samma komponent som den nedre kilen. Detta skulle även kunna resultera i minskade kraftförluster då man skulle få en mindre friktion att ta hänsyn till, det skulle även påverka hävstångseffekten som uppkommer i funktionsmodellen.

Eftersom konceptets funktion testats med befintlig låsningsmekanism är fjäderkraften densamma, det vill säga den kraft som fungerar som säkerhetsfaktor mot ofrivillig lossande vid krock, kan man därför fastställa att kraftsäkerhetskravet som ställts är uppfyllt. När dessutom testerna visar att hävstångseffekten vid överföring övervinner friktionsförluster fås bättre resultat i konstruktionen än vid mätning direkt mot knapp så uppfylls kravet på att förlusten vid knapptryckning inte ska vara för stor.

10. Slutsats

Den kraftöverföringsprincip som efter konceptutvärdering i PUGH-matris och med hjälp av tester på funktionsmodeller är den lämpligaste är konceptet Kil. Två stänger överför appliceringskraften, med kilverkan, från knappen till låsningsmekanismen. Funktionsmodellen som skapades för konceptet tillverkades i materialet ABS med vinkeln 110 grader mellan stängerna vilket gav goda resultat.

Integrering av mekanismen är möjlig om den plastkåpa, som omger utrymmet där den är placerad, och låsningsmekanismen modifieras något. Detta för att ge utrymme så att kraftöverföringsmekanismen kan passera ovanför ett begränsande rör i sätesstommen.

Konceptet stödjer de säkerhetskrafter som behöver ligga på låsningsmekanismen för att bibehålla position vid stor yttre kraftpåverkan, vid t.ex. en olycka.

Litteraturförteckning

Grahn, R., & Jansson, P.-Å. (2002). *Mekanik Statik och Dynamik*. Lund, Sverige: Studentlitteratur AB.

Maher, J. (2000, March). Report investigating the impact of head restraint positioning in reducing neckinjury in rear impact. *Accident Analasys & Prevention*, 32(2), 299-305.

Maria Krafft, Kullgren, A., Lie, A., & Tingvall, C. (2005). *Utvärdering av whiplashskydd vid påkörning bakifrån - verkliga olyckor och krockprov*. Vägverket, Folksam. Stockholm: Sandvikens tryckeri.

Muntliga referenser

Pelle Almgren, Krister Larsson (Compotech) intervjuad av författarna 12 mars 2013.

Bilagor

Bilaga 1. Elmotoralternativ

Vid möte med Pelle Almgren och Krister Larsson, säljare vid företaget Compotech, presenterades olika lösningsalternativ som kunde uppfylla den lösning och låsning som konceptet kräver. Förslagen baserades på informationen i följande citerade mail nedan, vilket skickades till Compotech vid en första förfrågan om lösningsförslag, samt diskussioner under mötets gång:

"Hej!

Vi är två studenter på Chalmers i Göteborg som håller på med ett examensarbete åt Johnson Controls (underleverantör till Volvo). Vi utvärderar i nuläget några olika koncept för att lösa ett problem åt dem. Vi söker en lösning för att låsa/ lossa en komponent, det görs genom en axiell förskjutning på 5mm. Vid användning skall en kraft förflytta komponenten dessa 5 mm vilket öppnar låsmekanismen, den skall sedan automatiskt återgå till viloläge(låst läge, 0mm förskjutning). Mekanismen skall styras av en knapptryckning där intryckt knapp resulterar i öppnad låsmekanism och ej nedtryckt knapp resulterar i låst.

Vi tänker oss att en linjär elmotor skulle kunna lösa problemet och kontaktar er i avsikt att ta reda på om detta är möjligt.

Alt.1: En liten linjär elmotor vars uppgift är att, vid nedtryckt knapp, trycka på en annan komponent och sedan vid viloläge (ej nedtryckt knapp) återgå till normalläge. Där den skall låsas i viloläget med säkerhet mot en dragkraft på minst 15N.

Alt.2: Motorn trycks vid viloläge tillbaka av en extern kraft på ca 10-20N, motorn måste vid arbetsläge alltså kunna övervinna denna kraft med säker marginal.

Motorn behöver även uppfylla följande krav:

Storlek: Diameter: upp till 30mm

Längd: upp till 70mm (inklusive kraftförande axel)

Arbetsvidd: Alt. 1 en axiell kraft på ca5 N

Alt.2 en axiell kraft på ca 20-30N

Längdläge: två lägen: Normalläge: 0mm

Arbetsläge: 5mm

Vi önskar att få förslag på motor (exklusive givare och kablage) samt prisuppgift per enhet vid total order omfattande ca 100-200 tusen (totalt över några år), om ni har möjlighet att ta emot en order av denna storlek.

Med vänlig hälsning

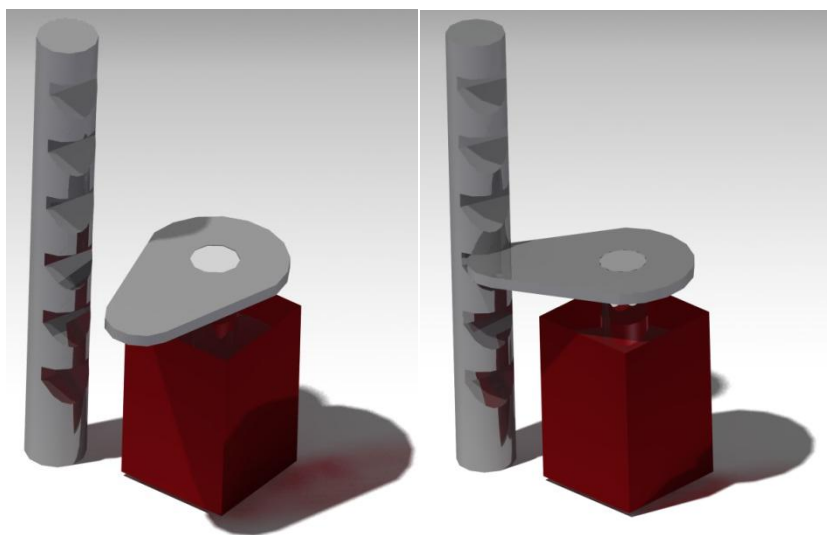
Julius Haight och Alexander Eriksson, Chalmers Tekniska Högskola på uppdrag av Johnson Controls"

De alternativ som presenterades var linjär stegmotor, linjär solenoid och roterande solenoid kring vilka för, nackdelar och grova prisuppgifter diskuterades.

En linjär stegmotor skulle kunna vara självhämmande i det låsta läget vilket skulle leda till ett minskat antal komponenter och ett lägre kraftkrav på motorn då en tillbakatryckande fjäder ej skulle behövas att arbeta emot. Dock krävs då alltid el för att lossa mekanismen vilket är en nackdel. Någon typ av styrning krävs också för att styra motorn till bestämda lägen alternativt i bestämd tid. Ungefärligt pris på en linjär stegmotor, samt tillhörande styrning, som uppfyller kraft och storlekskrav verkade ligga upp emot 50-60 kr.

En linjär solenoid skulle med fördel vara dragande eftersom den då i det läge som en låsande fjäder ger som mest motstånd är som starkast. Motorn skulle kunna fungera utan styrning genom att ihållande knapphållning ger konstant upplåsning. Dock finns det då risk att motorn överhettas om knappen av misstag hålls nere, under längre tid, av till exempel packning eller av annan anledning. Prisbild på en sådan motor utan styrning verkade ligga på cirka 20-50kr och eventuellt någon tia mer med någon typ av styrning.

Den sista typen, roterande solenoid, se figur B.1 nedan skulle lossa och låsa genom att en disk roterar ut ur och in det jack, i nackstödet's fäststång, vilket bestämmer nackstödet's höjd. Lossningsrotationen skulle motverka en rotationsfjäder som efter elavslag roterar in disken i jacket och låser nackstödet igen. Roterande solenoider ligger i princip i samma prisklass som linjär solenoider.



Figur B.1 Alternativ motorutformning för lossande och låsande elmotor.

Bilaga 2. Beräkningar kilmodell:

Beräkningar gjorda som underlag för MATLAB-programmet vars uppgift är att beräkna hur effektiv kraftöverföringen är hos modellen. I beräkningarna antas ingående yta vara horisontell och utgående yta vertikal. Den vinklade delen av övre delen har vinkeln α mot horisontalplanet vilket illustreras i friläggningen, denna yta är parallell med ingående yta i den nedre delen.

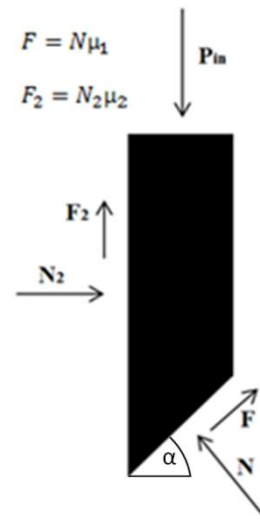
Friktionsvillkoret $F=N*\mu$, ekvation (4.1.3) (Grahn & Jansson, 2002) utnyttjas nedan.

Jämvikt övre del:

$$\downarrow: P_{in} - N \cos \alpha - \mu_1 N \sin \alpha - \mu_2 N_2 = 0 \quad \text{ekv.(1)}$$

$$\rightarrow: N_2 - N \sin \alpha + \mu_1 N \cos \alpha = 0 \Rightarrow$$

$$N_2 = N(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) \quad \text{ekv.(2)}$$



Insatt ekv.(2) i ekv.(1):

$$N = P_{in} \frac{1}{1 - \mu_1 \mu_2 \cos \alpha + \mu_1 + \mu_2 \sin(\alpha)}$$

Jämvikt nedre del:

$$\nearrow: N_3 - N \mu_1 + \sin \alpha P_{ut} \mu_4 - \cos \alpha P_{ut} = 0 \Rightarrow$$

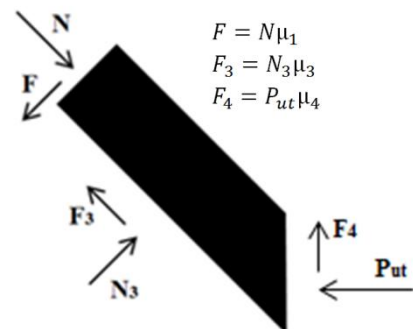
$$N_3 = N \mu_1 + P_{ut}(\cos \alpha - \sin \alpha \mu_4)$$

$$\searrow: N - N_3 \mu_3 - P_{ut}(\sin \alpha + \cos(\alpha) \mu_4) = 0 \Rightarrow$$

$$P_{ut} = \frac{(N - N_3 \mu_3)}{\sin \alpha + \cos(\alpha) \mu_4}$$

Vilket ger följande:

$$P_{ut} = \frac{P_{in}(1 - \mu_1 \mu_3)}{(\cos(\alpha) + \mu_1 \sin(\alpha) + \mu_2 \sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)(\sin(\alpha) + \mu_4 \cos(\alpha))(1 + \mu_3 \frac{\cos \alpha - \mu_4 \sin \alpha}{\sin \alpha + \mu_4 \cos \alpha})}$$



Hela systemets verkningsgrad:

$$\frac{P_{ut}}{P_{in}} = \frac{(1 - \mu_1 \mu_3)}{1 - \mu_1 * \mu_2 \cos \alpha + \mu_1 + \mu_2 * \sin \alpha * (1 - \mu_3 * \mu_4 \sin \alpha + \mu_3 + \mu_4 * \cos \alpha)}$$

Bilaga 3. Beräkningar böjstång:

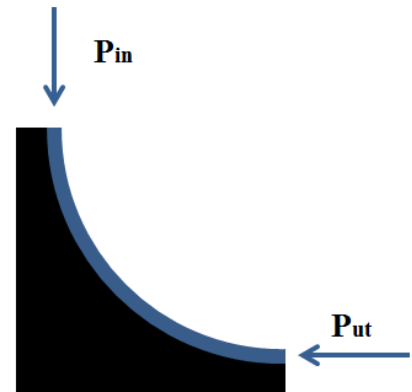
Som underlag för MATLAB-programmet som beräknar förluster hos modellen böjstång används följande beräkningar och förenklingar.

Förenkling:

För att följande beräkningar ska stämma gäller att kurvan har en konstant radie likt figuren nedan, detta stämmer ej överens med funktionsmodellen. Man kan däremot anta att resultaten kommer att bli likvärdiga, följande beräkningar utgår därför ifrån en konstant radie.

Förklaring friläggning 1:

I detta fall är det den blå stången som påverkas av en kraft P_{in} som är den kraft som användaren lägger på knappen. P_{ut} illustrerar den kraft som fjädern i låsmekanismen som trycker mot stången. För att beräkna detta fall kan man vända på det och se det som att det istället för att den böjda stången ska röra sig utan omgivningen, man kan då teckna problemet på följande sätt.



Förklaring friläggning 1:

Den blå linan är lindad runt en tunna, det väsentliga är att friktionskoefficienten är samma som i föregående friläggning av problemet samt att in och utgående krafter är desamma. Detta ger oss följande samband:

$$P_{in} = S_1 \text{ och } P_{ut} = S_2$$

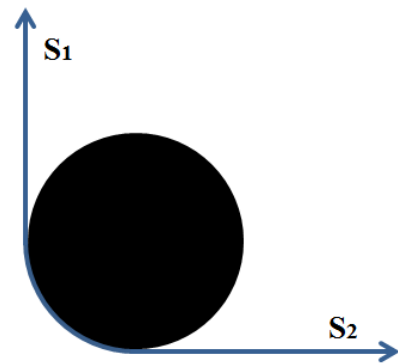
Linfriktions

Man kan nu använda sig av linfriktions, ekvation (4.1.4) (Grahn & Jansson, 2002), för att beräkna hur stor P_{in} måste vara för att P_{ut} ska övervinnas och låsmekanismen låses upp.

$$S_1 = S_2 * e^{\mu\alpha}$$

Hela systemets verkningsgrad:

$$\frac{P_{ut}}{P_{in}} = \frac{1}{e^{\mu\alpha}}$$



Bilaga 4. MATLAB kod för beräkning av erforderlig kraft samt verkningsgrad

Kilmodell

```
alpha=pi/4; % Vinkel alpha beskriven i Bilaga beräkningar kilmodell
my1=0.2; %Friktionskoefficient mellan stängerna
my2=0.2; %Friktionskoefficient mellan övre stång och skal
my3=0.2; %Friktionskoefficient mellan nedre stång och skal
my4=0.2; %Friktionskoefficient mellan stång ut och bezelknapp
Put=15 %Bezelkraft

Pin=Put/((1-my1*my3)/(((1-my1*my2)*cos(alpha)+(my1+my2)*sin(alpha))*((1-
my3*my4)*sin(alpha)+(my3+my4)*cos(alpha)))) %Erfoderlig tryckkraft

etha=(1-my1*my3)/(((1-my1*my2)*cos(alpha)+(my1+my2)*sin(alpha))*((1-
my3*my4)*sin(alpha)+(my3+my4)*cos(alpha))) %Verkningsgrad
```

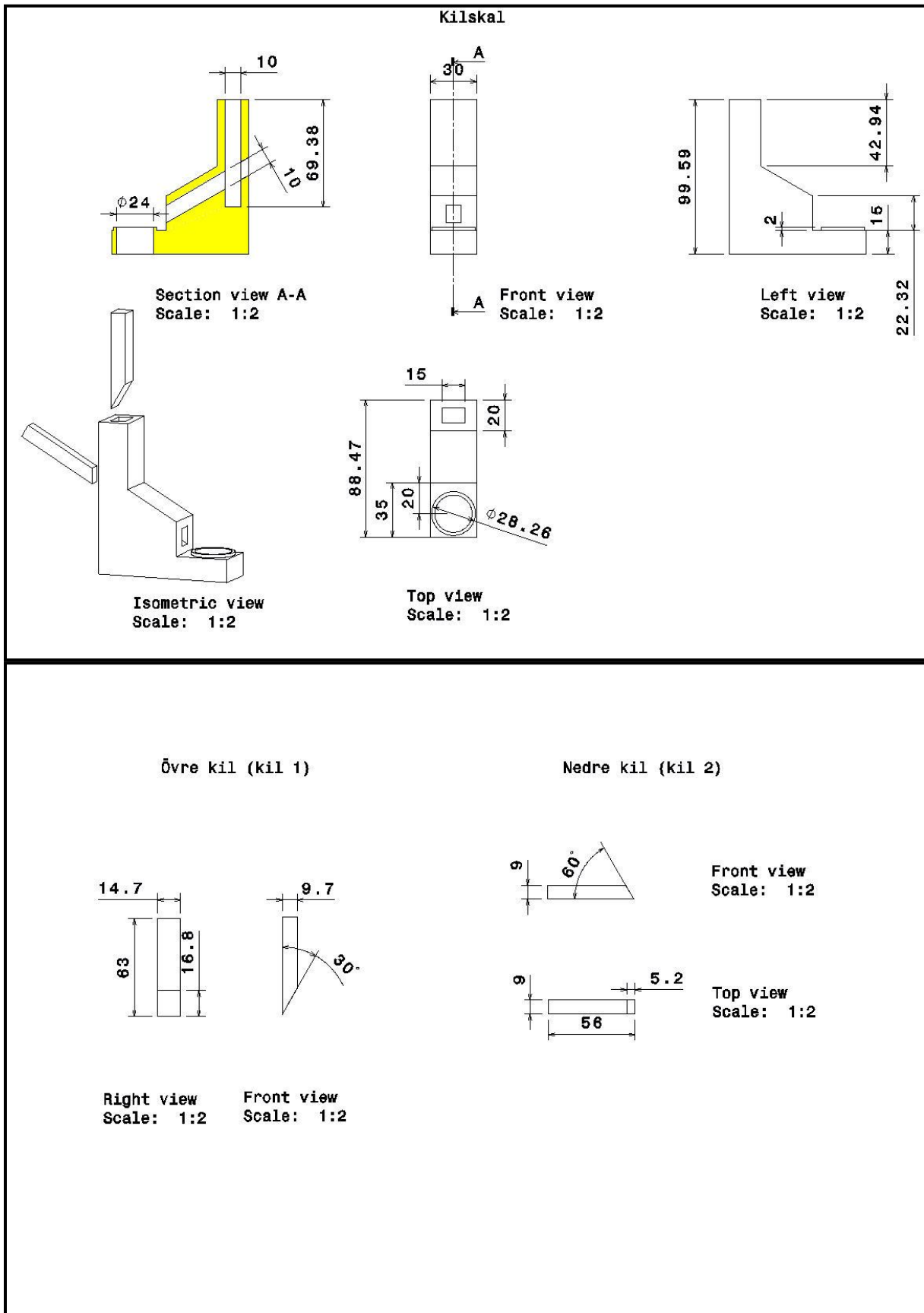
Böjstång

```
alpha=pi/2; %anläggningsvinkel
my=0.3; %Friktionskoefficient mellan stång och spår
F2=15; %bezelkraft

F1=F2*exp(my*alpha) %Erfoderlig tryckkraft kraft

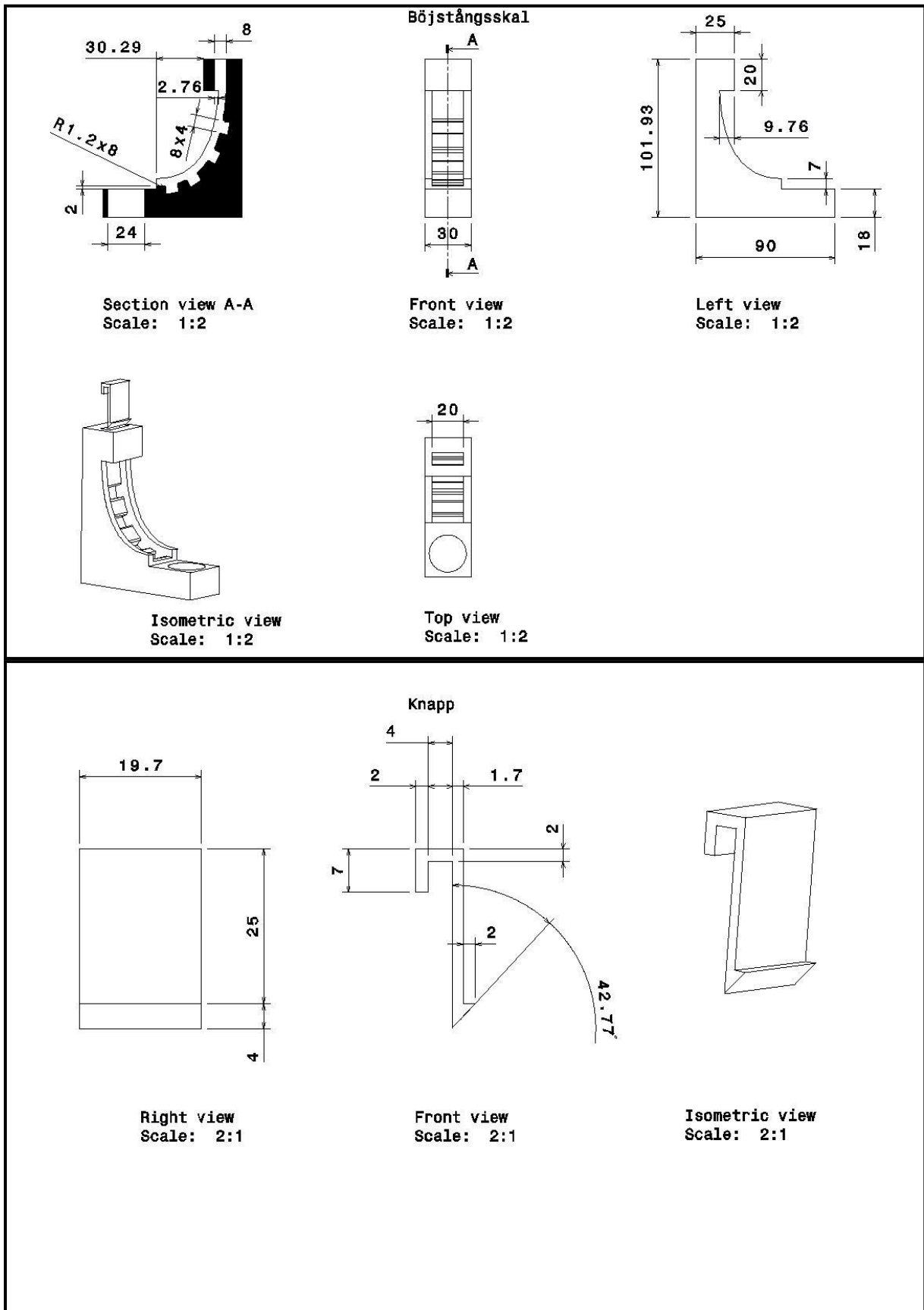
etha=1/(exp(my*alpha)) %Verkningsgrad
```

Bilaga 5. Ritning - Kil



Figur B.5 Ritning för funktionsmodellen Kil

Bilaga 6. Ritning - Bøjstång



Figur B.6 Ritning för funktionsmodellen Bøjstång