

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 743 2011



Förbättring av arbetsförhållande i skördare

Improvement of working conditions in harvester

Hannes Åström

Examensarbete MMK 2011:28 IDE 062
KTH Industriell teknik och management
Maskinkonstruktion
SE-100 44 STOCKHOLM

Framsida: Fotorenderad bild av de slutliga koncepten tillsammans.

Ämnesord: Förarmiljö i skogsmaskiner, joystick, stolkoncept

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogs-företagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Innehåll

Förord.....	3
Abstract	4
Sammanfattning	5
Nomenklatur	6
1 Introduktion.....	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Syfte	8
1.3 Avgränsningar och antaganden	8
1.4 Skogforsk	9
1.5 Metod.....	9
2 Referensram	10
2.1 Kortvirkesmetoden.....	10
2.1.1 Skördare.....	10
2.1.2 Apterling.....	11
2.2 Branschen.....	11
2.2.1 Skogsmaskinsföretag	11
2.3 Arbetsskador	11
2.4 Människans minne.....	12
2.5 Beteende vid handlande.....	12
2.6 Mentala modeller	13
2.7 Stress och belastning.....	14
2.8 Variation i arbete.....	14
2.9 Stående och sittande arbete.....	15
2.10 Befintliga styrreglage	22
2.11 Stol och armstöd.....	24
2.12 Antropometri	26
2.13 Ergonomiska rekommendationer	27
3 Utvecklingsprocess.....	30
3.1 Front-end analys	30
3.1.2 Informationssökning	30
3.1.2 Resultat av front-end analys	31
3.3 Specifikation för förbättrad arbetsmiljö.....	40
3.3.1 Styrreglage	40
3.3.2 Armstöd.....	42

3.3.3 Stol.....	46
3.4 Konceptgenerering.....	48
3.4.1 Styrreglage	48
3.4.2 Armstöd.....	57
3.4.3 Stol.....	64
4 Resultat.....	66
4.1 Styrreglage.....	66
4.1.1 Val av kontroller.....	68
4.2 Armstöd	69
4.3 Stol	72
4.4 Prototyp.....	75
5 Fortsatt arbete.....	78
6 Diskussion	79
7 Referenser.....	81
Internetlitteratur.....	82
Muntliga kommentarer	83
Bilaga 1 Förklaring av funktioner på EME-spakar	85
Bilaga 2 Antropometriska mått.....	93
Bilaga 3 Utvärderingstest för modeller av styrreglage.....	97
Bilaga 4 Instruktionsblad till modeller av styrreglage	103
Bilaga 5 Resultat av utvärdering av styrreglagemodell.....	109
Bilaga 6 Funktioner på styrreglagen.....	119
Bilaga 7 Kopplingsschema D-sub	126

Förord

Inledningsvis skulle jag vilja tacka mina handledare Ulf Sellgren vid avdelningen för maskinkonstruktion på KTH och Björn Löfgren på Skogforsk. Jag vill även tacka Stefan Ödlund från Stigab för att ni sponsrat mitt arbete med kontroller till prototypbygge och för givande diskussioner. Slutligen skulle jag vilja tacka Ulf Androff, Staffan Qvarnström, Björn Möller och Bengt Aronsson från KTH för hjälp med prototyp tillverkning.

Hannes Åström

Stockholm, mars 2011

Abstract

The working conditions in the harvester are not good. The working shifts are often long and the possibility to change working posture is poor and the operator remains seated all the time during the process of cutting the trees and driving the machine. The human body is made to be in movement, not to be sitting still. Sedentary itself is bad on health and may lead to a premature death. Seated posture has several negative impacts on the human body.

Work intensity in the harvester is high and the working cycles are short and repetitive. The same muscle fibers are therefore continuously strained and tend to be exhausted. The operator is under a lot of stress. Stress in combination with muscular load will make it twice as harmful.

The cost for the operators work related disorders manifests itself in reduced production, not used machines as a result from sick leave and in cases with long-term sickness, recruitment and training costs. By improving the working conditions it is possible to reduce these costs and at best eliminate them. It leads probably also to a higher productivity in healthy drivers.

To improve the working conditions for the operator of the harvester a concept for the seat, armrest and steering controls have been developed. The concept offers more variation in work pattern and more working postures. The steering controls have new shapes and offer two different ways of steering the crane that activates different muscles. The seat could be raised so that the work could be done from a standing position. Standing gets the spine in its neutral curvature with low pressure on the intervertebral discs; it enables a deeper breathing and an improved bowel movement. Being able to switch between seated and standing position leads to a varied load on the body and it also increases the blood circulation which helps recovery. The seat could be turned into a divided saddle seat. Saddle seats offer a position that could be seen as a mix between standing and seated position. Then spine gets in its natural position as it does while standing. At the same time the legs could be relaxed and the bodyweight rests upon the seat bones. The difference between a divided saddle seat and an ordinary saddle seat is that the pressures on the genitals are much lower with the divided. Also the genitals temperature gets lower.

The developed seat concept has been modeled in CAD. A physical prototype of the joystick controls have been made that could be connected to a simulator for evaluation.

Sammanfattning

Förhållandena vid arbete i skördare är inte bra. Arbetspassen är ofta långa och föraren sitter ner hela tiden då maskinen används. Möjligheterna att ändra arbetsställning är små. Människokroppen är skapt för att vara i rörelse, inte att sitta stilla. Långa perioder av stillasittande har en negativ inverkan på hälsan och kan leda till en förtidig död. En sittande position har ett flertal negativa konsekvenser på kroppen.

Arbetsintensiteten är hög med korta repetitiva arbetsmönster. Det leder till att ett fåtal muskelfibrer ständigt blir ansträngda utan möjlighet att vila, vilket kan orsaka muskulära besvär. Föraren upplever ofta stress. Stress i kombination med muskulär belastning gör belastningen dubbelt så skadlig.

Kostnader för arbetsrelaterade besvär hos förare tar sig uttryck i nedsatt produktion, stillastående maskiner till följd av sjukdom, långtidssjukskrivningar, rekryterings- och inskolningskostnader av nya förare. Genom att förbättra arbetsförhållandena kan de kostnaderna minskas och i bästa fall elimineras. En förbättrad arbetsmiljö ökar troligtvis även produktiviteten hos friska förare.

För att förbättra arbetsförhållanden har koncept utvecklats för styrreglage, armstöd och stol. Koncepten erbjuder en större möjlighet till variation av arbetsmönster och arbetsställning. Styrreglagen har en ny form och erbjuder föraren två olika sätt att manövrera kranen vilka belastar olika muskler. Stolen går att resa så att maskinen kan framföras stående. Vid stående position intar ryggraden sin naturliga position, vilket ger lägre tryck på ryggradens mellan-diskar, andningen blir djupare och tarmrörelsen förbättras. Möjligheten att kunna variera mellan stående och sittande position ger en varierande last på kroppen ökar blodcirkulationen, vilket gynnar återhämtningen. Stolsätet kan varieras mellan ett vanligt säte och ett delat sadelsäte. Kroppens position vid sittande på ett sadelsäte kan ses som en kombination mellan stående och sittande position. Ryggraden intar sin naturliga position som vid stående ställning. Samtidigt kan benen vara avslappnade och kroppen vilar på sittbenen. Skillnaden mellan ett vanligt sadelsäte och ett delat sadelsäte är att trycket och temperaturen på genitalierna blir lägre med det delade sätet.

Det utvecklade stolkonceptet har modellerats med CAD program. En fysisk prototyp av joystickreglagen har gjorts vilka kan kopplas in till en simulator för utvärdering.

Nomenklatur

Här förklaras ord och förkortningar, som används i detta examensarbete.

Ord	Beskrivning
Aptering	Virkestillredning, kapning av trädstam till stockar på det mest lönsamma sättet.
Gallring	Utglesning av skogen.
Kontroller	Manöverdon som till exempel tryckknappar, vippknappar, joysticks m.fl.
Kvistknivar	Knivar som sitter på aggregatet och slår/skär av grenar då trädstammar matas genom aggregatet.
Matarvalsar aggregat.	Valsar som matar trädstammen genom skördarens
Nivellering	Nivellering innebär i detta sammanhang att hytten inställer sig horisontalt.
Reglage	Manöverdon uppbyggt av flera kontroller.
Slutavverkning	Ett helt skogsbestånd avverkas.
Svärd kapa trädstammar.	Kedjesåg som sitter på aggregatet och används för att kapa trädstammar.
Upparbetning	Kvistning, kapning och sortering av träd.
Uppställningsplats	Plats där skördaren står stilla och upparbetar träd.

Förkortningar

<i>CAD</i>	Computer Aided Design
------------	-----------------------

1 Introduktion

Detta kapitel beskriver bakgrund, syfte, avgränsning och antaganden samt metod för det utförda examensarbetet.

1.1 BAKGRUND

Den svenska skogsindustrin är en mycket viktig näring för Sverige. För att möta internationell konkurrens måste produktiviteten öka med 2–3 % årligen. Varje år växer den svenska skogen med ungefär 100 miljoner kubikmeter, samtidigt avverkas över 70 miljoner kubikmeter.

Vid avverkning av skog så används två olika maskiner, *skördare* och *skotare*, se Figur 1. Skördaren faller, kvistar och kapar upp trädet i stockar som sedan sorteras på plats ute i skogen. Därefter kommer skotaren och plockar upp virket och placerar det sedan i anknytning till någon väg där timmerlastbilar kommer för avhämtning. Avverkningsmetoden där stockarna kapas upp på plats i skogen kallas *kortvirkesmetoden* eller *Cut-To-Length (CTL)*. Nyligen har en ny sorts maskin kallad *drivare* börjat tillverkas. Drivaren sköter både skördarens och skotarens uppgifter. Det vill säga, den faller, kvistar, kapar, sorterar och transporterar virket. I dagsläget finns endast ett fåtal drivare ute i bruk. Hur framtiden ser ut för denna typ av maskin är i nuläget ovisst.



Figur 1.
Till höger syns en skördare och till vänster en skotare. Bild: Komatsu Forest AB.

Arbetsförhållandena i skogsmaskiner är på flera sätt påfrestande för föraren. Framdrivningen av fordonet i tuff terräng, kapning och hantering av stockar orsakar vibrationer i förarhytten. Vibrationerna har flera skadliga effekter på föraren. Samtidigt är arbetet monotont med korta repetitiva cykler. Förarna befinner sig till största delen av arbetspassen stillasittande, vilket i sig har flera negativa konsekvenser på hälsan. Tidspressen är stor och antalet beslut föraren måste ta är många, vilket ger en stor kognitiv belastning. Både fysiska och psykosomatiska besvär är vanliga bland skogsmaskinsförare. Kostnaderna för skadorna tar sig bland annat uttryck i nedsatt produktion, stillastående

maskiner vid sjukfrånvaro och i fall med långtidssjukskrivningar, rekrytering och inskolningskostnader. Genom att förbättra förarmiljön kan dessa kostnader minskas och i bästa fall elimineras. En förbättrad arbetsmiljö leder troligtvis även till att höja produktiviteten hos friska förare.

Över hela världen säljs årligen cirka 3000 skogsmaskiner för kortvirkesmetoden. Det vill säga, marknaden är mycket liten, vilket gör den känslig. För att kunna utöka marknaden för skogsmaskinerna måste de utformas så att de är anpassningsbara för människor över hela världen. Såväl asiater som nord-amerikaner skall på ett ergonomiskt korrekt sätt kunna framföra maskinerna.

1.2 SYFTE

Syftet med arbetet har varit att ta fram ett koncept på utformning av förarplatsen i en skördare. Koncepten ska omfatta reglagen med vilka maskinen styrs, armstöd och stol. Fokus har legat på möjligheten för föraren att enkelt kunna variera arbetsställning och arbetsmönster. Prototyper av styrreglagen skulle tas fram och utvärderas. Konceptet skall vara anpassningsbart för människor från de delar av världen till vilka avsikt finns att exportera kortvirkesmetoden.

1.3 AVGRÄNSNINGAR OCH ANTAGANDEN

Utvecklingen av koncepten har haft följande prioritetsordning, styrreglage, armstöd och sist stol. Det mesta av arbete har lagts på att utveckla styrreglagen och minst på stolen. Nackstödet på stolen har inte att beaktas. Flera andra aspekter som i hög grad påverkar arbetsmiljön i hytten har inte att behandlas. Det är värme och kyla, belysning, ventilation, gränssnitt på skärmar, vibrationsdämpning och *nivellering* av hytten. Nivellering innebär att hytten ställer in sig horisontalt då maskinen står på ojämnt underlag. Vidare har inte konceptet konstruerats i detalj utan endast en övergripande konceptuell konstruktion har tagits fram.

Skördare är högteknologiska maskiner vilka kräver en stor mängd olika kontroller för att kunna styras. Fokus vid utformningen av reglagen har lagts på styrningen av de funktioner som används under själva *upparbetningen*. Upparbetningen är benämningen på arbetet då träd fälls, kapas och sorteras. Andra funktioner som parkeringsbroms, vindrutetorkare har inte att prioriteras.

Hytten antas vara medsvängande med kranen och nivellerande. Arbetet har utgått från skördare av fabrikatet Valmet med styrreglage av typen EME-spakar. Anledningen är att det funnits tillgång till en simulator därifrån med EME-spakar.

Optimalt skulle det framtagna konceptet fungera för samtliga tre maskintyper för kortvirkesmetoden, skördare, skotare och drivare. Endast skördare beaktats mot bakgrunden att den har fler funktioner än skotaren och antagandet att drivarens hyttmiljö kommer att vara väldigt snarlik skördarens.

Analysen av arbetet i skördaren har gjorts vid arbete med slutavverkning. Slutavverkning innebär att ett helt skogsbestånd avvecklas.

1.4 SKOGFORSK

Detta examensarbete har skett i samarbete med det Svenska skogsbrukets forskningsinstitut *Skogforsk*. Skogforsk verksamhet går ut på att bidra det svenska skogsbruket med kunskap, produkter och tjänster vilka kan förbättra branschen lönsamhet och konkurrenskraft. Skogforsk finansieras av staten och skogsnäringen tillsammans.

1.5 METOD

Inledningsvis gjordes en *Front-End* analys. Analysen beskriver användaren av produkten/systemet, uppgiften som skall utföras och omgivningen utförandet sker i. Efter analysarbetet sammanställdes en specifikation med önskade egenskaper för de tre delarna, styrreglage, armstöd och stol. Med specifikationerna som ram genererades olika koncept som sedan utvärderades. De intressantaste koncepten av styrreglagen skulle modelleras i lera. Valet av lera var cernitlera, vilket inte torkar och som därför ger möjlighet att bearbetas flera gånger.

Modellerna utvärderades med ett test som gick ut på att testpersonerna skulle genomföra arbetscykler med modellerna. Testpersonerna fick efter testerna betygsätta konceptens form, metod för styrning av kran och aggregat samt knapparnas placering. Testpersonerna fick även ge kommentarer kring koncepten. Efter testerna valdes ett slutligt koncept. Med hjälp av en 3D scanner överfördes formen på lermodellen av det slutliga konceptet till en tredimensionell fil så att ytterligare modifieringar kunde göras med datorprogram. Det program som användes var modellprogrammet Rhinoceros och CAD-programmet Solid Edge. Med en färdig fil av reglaget kunde det fräsas ut. Övrig bearbetning skedde för hand. Reglagen försågs sedan med utvalda kontroller med möjlighet att kunna kopplas reglagen i en simulator.

De slutliga koncepten för stol och armstöd modellerades i CAD-programmet Solid Edge. Enklare modeller av specifika funktioner modelleras med *TeknikLego* under själva konceptgenereringen. Enkla modeller av mekaniska funktioner kan ge goda insikter som annars kan vara svåra att nå. Hur kroppar med olika mekaniska relationer rör sig i förhållande till varandra kan vara mycket svårt att förutspå. Enkla modeller kan snabbt visa detta.

2 Referensram

Nedan presenteras teorier och information som legat till grund för arbetet. Detta infattar såväl information kring arbete med skördare som teorier som bör beaktas vid produktutveckling.

2.1 KORTVIRKESMETODEN

Kortvirkesmetoden är en metod för avverkning av skog. Metoden använder två olika maskintyper, *skördare* och *skotare*. Skördaren fäller, kvistar och kapar på plats upp träden i stockar. Längderna stockarna kapas i bestäms av ett datorprogram. Med trädets diameter, avsmalning, kvalitet och trädslag som indata beräknar programmet vilken längd som ger det bästa ekonomiska utbytet. Skördaren sorterar även stockarna i olika högar efter sortiment. Efter skördaren kommer skotaren och plockar upp virket. Skotaren placerar virket i anknytning till någon, avlägg, väg där timmerlastbilar kommer för avhämtning. Kortvirkesmetoden eller *Cut-To-Length* (CTL) är utvecklad i Sverige och Finland. Metoden används huvudsakligen i Europa. I andra delar av världen som USA och Kanada används även kortvirkesmetoden men den metod som dominerar kallas *helstamsmetoden*, vilken innebär att virket transporteras som hela stammar till sågverken där det kapas upp.

2.1.1 Skördare

Skördare finns i olika storlekar beroende på användningsområde. Mindre skördare används för *gallring* och större modeller för slutavverkning, det finns även mellanstora avsedd för båda tillämpningarna. Gallring innebär att skogen glesas ut, vilket gör att de träden som lämnas kan växa bättre och bli grövre. Gallringen ger även möjlighet att styra vilka trädslag som skogen önskas bestå av. De borttagna träden tas tillvara och gör att skogsägaren får en inkomst mellan slutavverkningar. Slutavverkningen är den åtgärd som ger de största intäkterna för skogsägaren.

Skördarens uppgift är att fälla, kvista, kapa och sortera virket. Det sker med ett *aggregat* som är fäst på en kranarm. Aggregatet består av *kvistknivar*, *matarvalsar* och en kedjesåg som även kallas *svärd*. Kranen styr aggregatet fram till det träd som skall upparbetas. Matarvalsarna och kvistknivarna griper tag om trädet varpå svärdet går ut och kapar det. Aggregatet som fram till nu stått vertikalt fälls ned så att trädet faller. Matarvalsarna börjar mata trädet fram tills aggregatet nått nästa punkt för kapning. Samtidigt som matarvalsarna driver trädet framåt så slår kvistknivarna av trädets grenar. Stockarna som upparbetats sorteras i olika högar beroende på längd, diameter, kvalitet och trädslag. Skotaren kommer sedan och hämtar upp stockarna. Riset som blir över sorteras också för att sedan användas till biobränsle. Riset får ligga kvar ute i skogen tills dess att barren eller löven fallit av innan det plockas upp. Barr och löv fungera som viktig näring för marken.

2.1.2 Apterering

Inne i skördare finns det en dator med ett program kallat *Apteringsprogram*. I programmet finns information om hur uppdragsgivaren vill att träden skall upparbetas, vilka längder som ska kapas för olika trädslag av specifika diametrar och avsmalnande. Aggregatet registrerar trädets diameter, med hjälp av kvistknivarna och längd, då det greppar och rör sig över stammen. Informationen skickas till apteringsprogrammet. Föraren anger aktuellt trädslag och kvalitet på trädet som finns i aggregatet. Apteringsprogrammet räknar sedan ut vilka längder trädet bör kapas i för att ge en maximal ekonomisk vinst. Genom att hålla inne *automatikknappen* (som beskrivs närmare i Bilaga 1) kommer trädet att matas genom aggregatet och kapas vid de längder apteringsprogrammet räknat ut. Föraren ser till att de upparbetade stockarna hamnar i rätt sortimentshöj samtidigt som han ständigt granskar trädet så att det inte är defekt. Om så är fallet får föraren manuellt styra upparbetning.

2.2 BRANSCHEN

Det svenska skogsindustrin står för cirka 12 procent av den svenska varuexporten och sysselsätter drygt 68 400 personer. Branschen utgör i storleksordningen 3 % av Sveriges bruttonationalprodukt. För att möta internationell konkurrens måste produktiviteten öka med 2–3 % årligen. Varje år växer den svenska skogen med ca 100 miljoner kubikmeter, samtidigt avverkas över 70 miljoner kubikmeter.

2.2.1 Skogsmaskinsföretag

Skogsmaskinföretagen är till större delen entreprenörföretag som arbetar åt skogsbolag, sågverk eller enskilda skogsägare. Förtjänsten företagen gör är vanligtvis per avverkad kubikmeter träd. Ju högre tempo avverkningsenheten kan ske, desto större förtjänst gör företagen. För att få verksamheten lönsamma måste maskinerna vara i bruk nästan oavbrutet. Ersättningen för avverkad skog har stått tämligen stilla de senaste 20 åren, samtidigt som lönerna till förarna ökat. Företagen har ofta stora lån på sina maskiner. Priset för en maskin ligger på cirka 3–4 miljoner kronor. Företagen är ofta små. I en studie av 27 skogsmaskinföretag spridda över Sverige var medelantalet anställda förare 5 stycken. Medelantalet maskiner inom företagen var 3 stycken.

2.3 ARBETSSKADOR

Arbetsrelaterade besvär är mycket vanliga bland förare av skogsmaskiner. Varannan förare får problem med värk i rygg, axlar och nacke. I arbetsmiljöverkets rapport för arbetsrelaterade skador för året 2010 visades följande för gruppen Förare av jordbruks- och skogsmaskiner, se Tabell 1.

Tabell 1.
Besvär hos förare av jordbruks- och skogsmaskiner 2010.

Besvär till följd av:	Procent av gruppen
Påfrestande arbetsställningar:	10,6 ± 4,0
Tung manuell hantering:	7,2 ± 3,4
Korta upprepade Arbetsmoment:	5,2 ± 2,8
Stress psykisk påfrestning:	2,7 ± 2,0
Sömnbesvär:	2,1 ± 1,8
Oro, ångest, depression:	3,1 ± 2,5

Besvärens placering:	Procent av gruppen
Hals, nacke:	5,7 ± 2,9
Axel, arm:	5,5 ± 2,8
Hand, handled finger:	----
Rygg utom nacke:	9,3 ± 3,8
Höftled, ben och knä:	1,8 ± 1,7

Siffrorna för endast skogsmaskinsförare är troligtvis ännu högre än de siffror som visas här.

2.4 MÄNNISKANS MINNE

Vårt minne kan förenklat delas upp i korttidsminne och långtidsminne. Korttidsminnet används vid bearbetning av intryck och vid beslut används den information som finns tillgänglig i korttidsminnet. Kapaciteten för den mängd och tid korttidsminnet kan hålla information är starkt begränsad. Långtidsminnet har inte någon känd begränsning för varken mängden information som kan lagras eller tiden för vilken den kan behållas. Informationen kan däremot vara svår att ta fram då den behövs. Genom olika ledtrådar kan information hämtas från långtidsminnet och sedan fungera som underlag för tolkning och beslutsfattning i korttidsminnet.

2.5 BETEENDE VID HANDLANDE

Människan beteende vid handlande kan grovt delas upp i tre nivåer, vilka kräver olika mängder av medvetenhet. De tre nivåerna är *Färdighetsbaserat beteende*, *Regelbaserat beteende* och *kunskapsbaserat beteende*.

Färdighetsbaserat beteende

Färdighetsbaserat beteende sker då en handling utförs utan aktivt medvetande, det sker automatiskt. Som exempel kan tas då ratten vrids för att svänga vid bilkörning. Föraren behöver inte aktivt tänka på att vrida ratten för att få bilen att svänga. Vridningen sker automatiskt. Vid färdighetsbaserat handlande används väldigt lite av korttidsminnet. Det finns därför minnesresurser över att lägga på annat.

Regelbaserat beteende

Regelbaserat beteende sker då en person befinner sig i en bekant situation. Regler för handling under rådande omständigheter har utarbetats vid ett tidigare tillfälle. Regeln som kan vara ett komplicerat handlingsmönster ligger lagrad i långtidsminnet och kan tas fram med hjälp av en ledtråd och sedan tillämpas. Om en bilförare kommer fram till en rondell (högertrafik) kommer denne att svänga höger. Att svänga höger är en inlärd regel som föraren tar fram ut ur långtidsminnet då den ser rondellen. Processen att ta fram en regel kan ske ganska snabbt och viss kapacitet finns kvar i korttidsminnet.

Kunskapsbaserat beteende

Kunskapsbaserat beteende kräver hela korttidsminnet. Ett aktivt mentalt arbete måste utföras. Endast färdighetsbaserat handlande kan ske samtidigt som kunskapsbaserat. Kunskapsbaserat beteende utförs då en ny obekant situation inträffar. En ny bilförare som ska lära sig att hitta dragläget för första gången handlar kunskapsbaserat. Föraren måste hitta rätt pedaler trycka ner gasen, lägga på kopplingen och samtidigt observera varvtal eller motorljud samt bilens rörelse.

Framgångsrikt kunskapsbaserat handlande kan med träning bli regelbaserat efter att ett handlingsmönster för situationen utarbetats och lagrats i långtidsminnet. Vid ytterligare upprepning kan handlandet bli färdighetsbaserat. I regel så sker beslut och handlande på flera olika medvetenhetsnivåer samtidigt. Förare av skördare ska handla färdighetsbaserat då de styr maskinen. Minimala mentala resurser ska gå till själva styrningen, förarens fokus ska ligga på aggregatet och omgivningen utanför skördaren.

2.6 MENTALA MODELLER

Mentala modeller kan definieras som våra konceptuella uppfattningar om hur saker fungerar, händelser äger rum och hur människor beter sig. Definitionen kommer från Donald Norman som arbetar med kognitionsforskning och användarvänlighet. Enklast förklaras mentala modeller genom ett exempel. Om en person berättar för sin vän att den varit på gymmet så kommer vännen att anta, även då det aldrig sagts, att det fanns dusch och omklädningsrum på gymmet, och att berättaren tränade. Dessa antaganden stämmer överens med personens mentala modell. Ett annat exempel, en stereo har ett vridreglage över, vilket det står ”volym” och inget mer. En person som vill höja volymen kommer med största sannolikhet att vrid reglaget medurs. En vridning medurs stämmer med de flestas mentala modell för vad som ger en ökning.

Vid utformning av produkter är det viktigt att de stämmer överens med den tänkta användarens mentala modeller. Mentala modeller ser olika ut för olika personer och beror på våra tidigare erfarenheter. Det kan ibland innebära problem vid produktutveckling om designern utvecklar produkten efter sina egna mentala modeller och att de inte överensstämmer med användarens. Det är därför viktigt att en utförlig användarprofil upprättas så att designern i största möjliga mån kan anpassa produkter efter användarens mentala modeller och inte sina egna.

2.7 STRESS OCH BELASTNING

Muskulär och mental stress förstärker varandra, vilket ökar risken för kroppsliga besvär. Under stress spänner människan kroppen, vilket innebär en extra belastning för muskulaturen. Det sker även en rad olika kroppsmechanismer som vi själva inte kan styra under stress. Då dessa mekanismer startar så lågprioriterar kroppen återuppbyggnad och underhåll. Det medför att återhämtningen går extra sakta under stress.

Det finns flera olika faktorer som kan leda till stress. En vanlig anledning till stress är tidspress. Utöver själva vetskapen om att tiden är knapp, vilket i sig är stressande så leder även tidspress till att beslut tas som kan vara okloka även då personen i frågan känner till detta. Till exempel så kan raster hoppas över för att spara tid även om det är känt att raster behövs, dels för att kunna behålla koncentration men även för att ge muskler tid att vila. Utöver tid som stressfaktor så kan brist på kontroll över vad som sker i arbetet vara stressande. Lite inflyttande över jobbet och en känsla av att uppgiften inte är tillräckligt meningsfullt kan ge negativ stress. Arbete ska innehålla höga krav och stor del egen kontroll över situationen. Yttre fysiska faktorer kan också bidra till stress till exempel buller. För att skärma av och sortera bort buller spänner vi oss. Mental kapacitet går även åt till att skärma av bullret, vilket gör att vi får mindre resurser att lägga på andra uppgifter.

Stress kan förbyggas genom socialt stöd. Genom att diskutera arbetssituationen med andra i samma situation kan nivåerna av stress minska. Att ha ett bra socialt nätverk utanför arbetet har också visat sig kunna minska stressnivån.

Stress är inte alltid negativ utan kan i lagom mängder vara prestationshöjande. Stress får en negativ inverkan då den förekommer under långa perioder utan avbrott och i för höga nivåer.

2.8 VARIATION I ARBETE

För att effektivisera produktionsprocesser och på så vis maximera det ekonomiska utbytet har människan i dagens samhälle fått anpassa sig till arbetet i stället för tvärt om. Det har lett till att människan tar skada, vilket i sig blir en kostnad.

Belastningens karaktär i arbetet har betydelse för hur sannolikt det är att besvär skall uppkomma. Vid statisk belastning så begränsas syretillförseln till musklerna på grund av att muskeln är konstant sammandragen. Minskad syretillförsel innebär en ökad risk för muskelskador. Ensidigt repetitivt arbete har visat sig leda till högre stressnivåer och mer bestående muskelbesvär. Även då ett enformigt repetitivt arbete är lågintensivt kräver musklerna längre återhämtningstid efter genomfört arbete än vid tyngre men mer varierande arbete. Problem från sådant arbete som en gång försvunnit tenderar att lätt återkommer då belastning utförs som liknar den som skapade problemet i första hand. En fara med lågintensivt arbete är att det kan vara svårt att känna när det är dags för kroppen att vila. Det kan även vara svårt att göra kopplingen mellan ett uppkommit besvär och arbetsuppgiften eftersom den inte upplevs som tung.

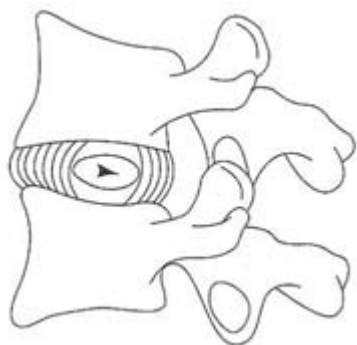
Förändrad arbetsrörelse har en positiv inverkan på återhämtningen. Rörelse hjälper kroppen att hålla igång blodcirkulationen, vilket främjar syresättningen och rensar bort slaggprodukter.

Om kroppen vänjs vid en tillvaro av låg ansträngning och aktivitet så kommer den lättare att ta skada då den utsätts för ansträngning. Regelbunden fysisk aktivitet är därför en viktig åtgärd för att förebygga arbetsskador. Skador som däremot uppkommer av enformigt repetitivt arbete kan inte i samma utsträckning förebyggas med träning och större muskelmassa. Det är i dessa fall frekvensen av belastningen som spelar den avgörande rollen, inte storleken.

Fingrar- och handleder klarar en högre frekvens av arbetscykler än axel- och armbågsleder. Ju större delar av kroppen som är involverad i en ofta förekommande arbetscykel ju större är chansen att en skada ska uppkomma.

2.9 STÅENDE OCH SITTANDE ARBETE

Människans ryggrad är normalt uppbyggd av 33 ryggkotor varav 24 är så kallade *presakrala* kotor och 9 *sakrala* kotor. De presakrala kotorna binds samman av elastiska *mellandiskskivor* som består av brosk, fibrös bindväv och en gelatinös kärna, se Figur 2.



Figur 2.
Två ryggkotor som binds samman av en mellandiskskiva.

Mellandiskskivorna gör att ryggraden blir rörlig och kan ta upp stötar. De sakrala kotorna är sammanväxta och sitter längst ner på ryggraden. De översta fem sakrala kotorna bildar *korsbenet* och de fyra nedre bildar svansbenet. Korsbenet och svansbenet utgör tillsammans med höger och vänster höftben *bäckenet*, se Figur 3.



Figur 3.
Bäckenet består av höger och vänster höftben, korsbenet och svansbenet. Bild: Wikipedia.

Då människan står upprätt intar ryggraden sin naturliga form. Ryggraden har då en sinusformad kurvatur och bäckenet är i princip vertikalt, se Figur 4. Trycket på mellandiskskivorna är då lågt, vilket är eftersträvänsvärt.



Figur 4.
Normal ställning på ländrygg och bäckenet vid stående ställning.

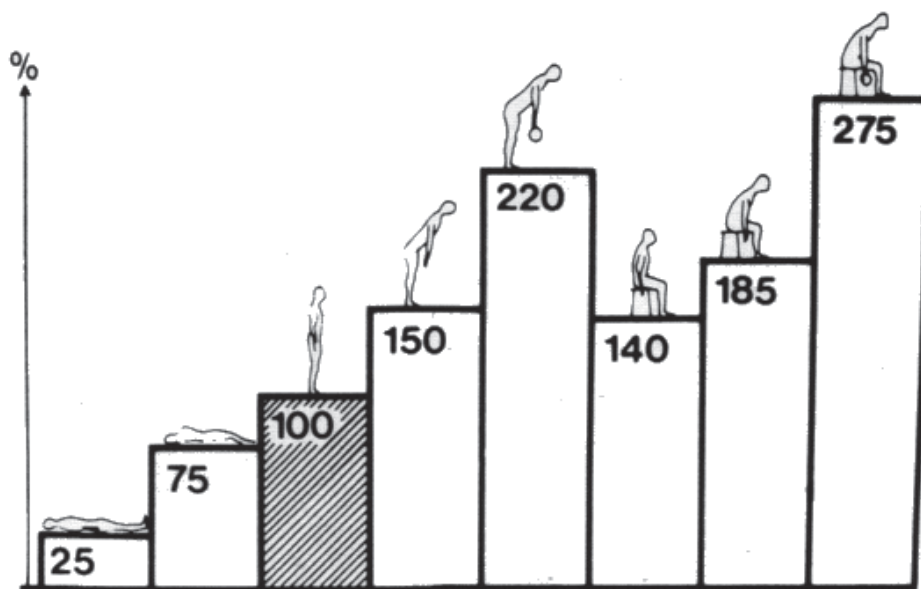
För att kunna hålla en stående upprätt position krävs viss muskelansträngning, vilket efter en tid kan vara uttröttande. Även hjärtat och blodomloppet belastas vid stående ställning, likaså leder i fötter och ben. När människan sitter ner så bildas det drygt 90° vinklar i knäleden samt mellan lår och överkropp. Vinkeln mellan lår och överkropp skapar en spänning i muskulaturen på lårets baksida som gör att bäckenet roteras bakåt. Om en person sitter utan att luta sig mot ett ryggstöd så kommer rotationen av bäckenet att kräva en lutning framåt av resten av överkroppen för att kunna sitta avslappnat, se Figur 5.



Figur 5.

En avslappnad sittställning där kroppens vikt bärs upp av passiva strukturer. Mellandiskskivorna blir kraftigt deformerade.

Muskulaturen kan i en sådan position slappna av och överkroppens vikt bärs upp av spänningar i passiva strukturer som ligament. Ryggradens form blir då förändrad från sitt naturliga läge, den naturliga konkavitet som finns i nedre delen av ryggen, *ländryggen* blir då utplattad. En markant deformation av mellandiskskivorna uppkommer, vilket kan leda till ryggproblem. Störst blir trycket på de två nedersta mellandiskarna. Om kroppen samtidigt utsätts för stötar i en sådan position ökar chansen ytterligare för att ryggproblem skall uppkomma. I Figur 6 nedan visas den relativa förändringen i belastningen på den tredje nedersta mellandiskskivan i ländryggen för olika ställningar.



Figur 6.

Procentuell förändring i belastningen på den tredje mellandiskskivan.

För att undvika att ryggraden frångår sin naturliga position sittandes krävs en muskelansträngning som övervinner spänningen i baksidans lårmuskulatur och på så sätt rätar upp bäckenet. Då detta sker kan en upprätt sittställning intas, se Figur 7.

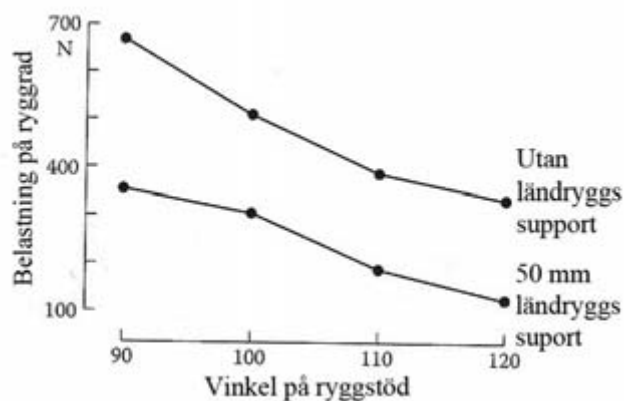


Figur 7.

Upprätt sittande där bäckenet intagit sin naturliga position.

En upprätt sittställning har positiv effekt på rygg, tarmrörelse och andning. För att sitta upprätt krävs ytterligare muskelansträngning i ryggen för att hålla uppe överkroppen. Efter lång tid kan den statiska belastningen av muskulaturen att leda till utmattning och obehag. Muskelansträngningen blir även större då kroppen utsätts för stötar och vibrationer.

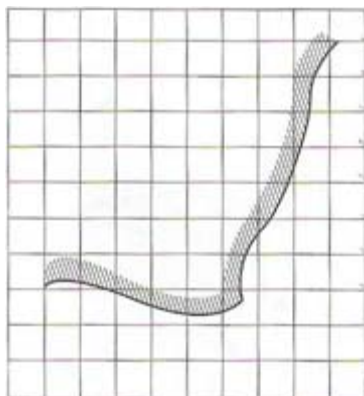
För att kunna minska belastningen på mellandiskarna i sittande position och samtidigt få en avslappnad ställning skall ett ryggstöd med extra support för ländryggen användas. Ryggstödet skall ha en lutning bakåt. Med en ökad vinkel mellan överkropp och lår minskar belastningen på ryggraden. Spänningen från baksidans lår minskar, och rotationen av bäckenet blir mindre. I Figur 8 framgår belastningen på ryggraden för olika vinklar på ryggstödet samt med och utan extra stöd för ländryggen.



Figur 8.
Belastning på ryggraden vid olika vinklar på ryggstödet samt med och utan support för ländryggen.

Ett annat alternativ för att öka vinkeln mellan lår och överkropp är att vinkla sittytan framåt.

Genom flera tester av olika kurvatur på ryggstöd har en rekommenderad profil tagits fram, se figur 9. Profilen skall minimera belastningen av ryggraden och samtidigt ge en behaglig ställning.



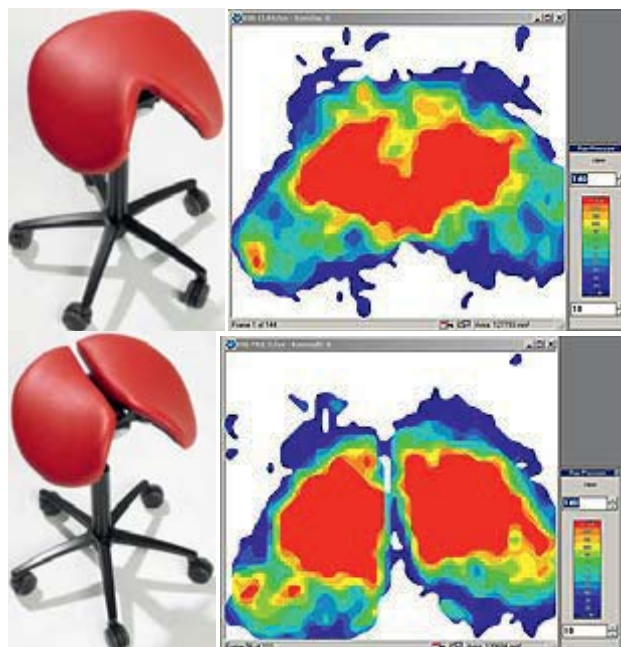
Figur 9.
Rekommenderad profil på ryggstöd. Rutmönster är
100 × 100 mm per ruta.

Mycket sittande minskar blodcirkulationen, speciellt i bäckenområdet och benen. Detta beror på det tryck som uppkommer mellan benen, bäckenområdet och stolen tillsammans med att benen är stilla. Samtidigt så ökar temperaturen på genitalierna. Ökad temperatur och nedsatt blodtillförsel kan hos män minska spermiereproduktionen och ökar risken för erektionsproblem. För att åtgärda detta så vill män ofta sitta bredbent och rotera bäckenet bakåt. Trycket på genitalierna minskar, ventilationen ökar men ryggraden intar som tidigare nämnts en ofördelaktig kurvatur med ökad belastning på mellandiskarna. Sittande har även negativa konsekvenser för kvinnor. Den minskade ventilationen av underlivet höjer värmen och fuktigheten, vilket ger ökad chans för infektioner. En sätestyp som främjar en naturlig kurvatur på ryggraden är sadelsäte, se Figur 10.



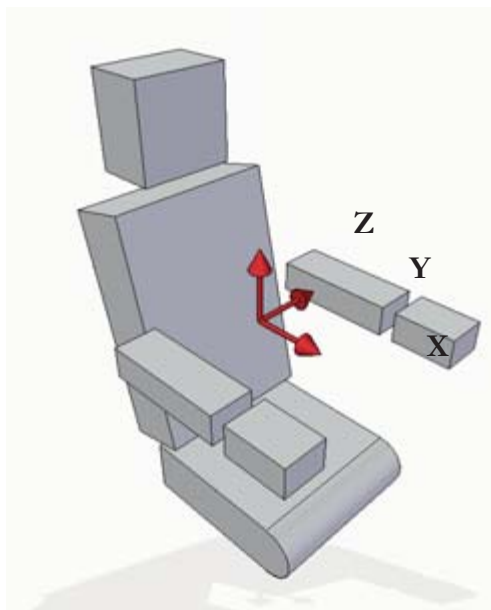
Figur 10,
Sadelsäte främjar ryggens naturliga kurvatur. Bild: EASYDOING OY
AB/SALLI SYSTEMS.

Vid användning av ett sadelsäte så blir sitthöjden högre än vid användning av en vanlig sits. Vinkeln mellan lår och överkropp blir större, vilket minskar tendensen för bäckenet att roteras bakåt. För män kan dock sadelsäte skapa problem. Ett stort tryck uppkommer på genitalierna och *pudentalnerven*, vilket är genitaliernas huvudnerv. Ett sätt att motverka detta är att använda ett delat sadelsäte. I Figur 11 framgår hur trycket ser ut med helt och delat sadelsäte. Ett delat sadelsäte har även visat sig sänka testikeltemperaturen, vilket är positivt för spermieproduktionen.



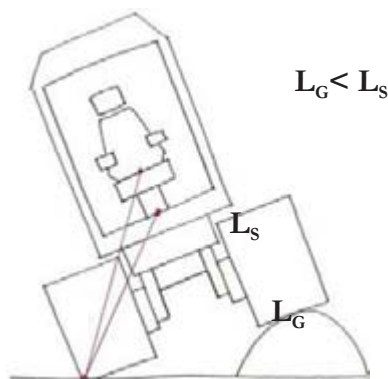
Figur 11:
Tryckfördelning vid användandet av helt och delat sadelsäte. Med odelat säte uppkommer tryck på genitalierna och sittbenen. Med delat sätet fördelas trycket på *sittbenen* och *genitalierna befrias från tryck*.
Bild: EASYDOING OY AB/SALLI SYSTEMS.

Vid en test utförd av Skogforsk där en skotarstol modifierats så att körning kunde göras stående förbättrades komforttalet med 24 % jämfört med sittande körning. Komforttalet är vektorsumman av vibrationerna i de tre riktningarna X,Y och Z vilka definieras i Figur 12.



Figur 12.
Definition av koordinatsystem.

Accelerationen mättes vid sittande körning på sitsen och vid stående körning på golvet. En förklaring till varför accelerationsnivåerna var mindre på golvet än på stolsitsen som dessutom är dämpad kan vara att avståndet är kortare till rotationens centrum, se Figur 13.



Figur 13.
Maskinen rotera i X-planet. Avståndet till rotationscentrum är mindre från golvet, L_G än från stolsitsen, L_s .

Människokroppen är skapt för att kunna ta upp stötar genom benen, vilket den gör vid gång, sprint och hopp. Däremot kan kroppen ta skada av stötar då den befinner sig i ett läge där kroppsvikten vilar på passiva strukturer som då redan är ansträngda, se Figur 5.

Att kunna variera arbetsställningen mycket och enkelt är den viktigaste egenskapen hos en arbetsplats för att minska risken för besvär. En av de starkast bidragande orsakerna till ryggbesvär bland skogsmaskinsförare är att de sitter i samma arbetsställning under långa pass. Möjlighet att variera mellan stående och sittande arbete är att föredra. Belastningen ändras då och blodcirkulationen ökar.

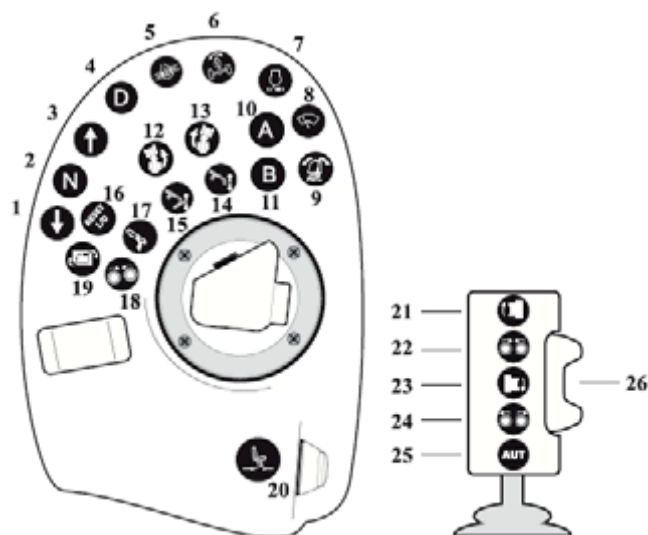
2.10 BEFINTLIGA STYRREGLAGE

Styrreglagen hos skördare kan se ut på ett flera olika sätt. För samtliga skördare gäller att det är två stycken, en för vardera handen. De funktioner som maskinerna kan utföra varierar något mellan olika fabrikat men ser i stort sätt likadana ut. Detta arbete har utgått från en Valmet skördare med EME-spakar, vilka beskrivs närmare i Bilaga 1. EME-spakarna är joysticks med flera olika knappar, vilka kan nås hela tiden då föraren håller i spakarna, se Figur 14.



Figur 14.
Valmet hytt med EME-spakar. Bild: Skogforsk

Rörelse hos joysticken styr kranens rörelse medan knapparna aktiverar olika funktioner hos framför allt aggregatet som att öppna, stänga, matning av träd, kapning med mera. Knapparna går även till funktioner som inte är direkt knutna till själva upparbetningen och som inte används så frekvent, till exempel vindrutetorkare, låsning av pendelaxel och tangentbordsläge av/på. Valmet har även så kallade minispakar, vilket är en liten joystick omgärdad av en palett med knappar, se Figur 15.



Figur 15.
Schematisk bild av Valmets styrreglage med minispakar. Bild: Komatsu Forest AB.

Joysticken sköter kran och aggregatets rörelse medan knapparna sköter de övriga funktionerna. Beroende på vilken riktning joysticken befinner sig i blir de omliggande knapparna mer eller mindre nåbara. Varianten med minispakar återfinns hos flera andra fabrikat som John Deere och Rottne. Skördare från Ponsse har en egen variant av styrreglage Se Figur 16. Reglagen ser ut som ett klot med flera knappar på. I klotets mitt sitter en uppstickande pinne vilken tummen placeras runt. Genom att tilta klotet så styrs kranens rörelse. Eftersom knapparna sitter på klotet behåller de kontinuerligt sin position i förhållande till handen.



Figur 16.
Hytt i skördare från Ponsse. Styrreglagen består av stora klot täckt av olika kontroller. Kranstyrningen sker genom tiltnings av klotet. Bild: Ponsse Plc.

2.11 STOL OCH ARMSTÖD

Vid en ergonomisk utvärdering av sju olika förarstolar för skotare visade sig modellen *Be-Ge 3000 DPS* vara bäst, se Figur 17. Utvärderingen skedde som en del av examensarbetet *Vibrationskomfort och ergonomi på förarstolar till skotare* vid KTH. Samma stolar som används till skotare används till skördare.



Figur 17.
Sju olika förarstolar vars ergonomi utvärderades i ett examensarbete. Stolen Be-Ge 3000 DPS fick högst betyg och syns näst längst till vänster i bilden. Bild: Skogforsk.

Den vinnande stolens ergonomi fick betyget C på en skala från A till E där A var högsta betyg. Stolen hade de inställningsmöjligheter som framgår av Tabell 2.

Tabell 2.
Variationsmöjligheter hos testvinnande stol.

Be-Ge 3000 DPS	Min-värde	Max-värde	Variationsvidd
Höjd*	≥283 mm	≥383 mm	100 mm
Sittdjup	442 mm	522 mm	80 mm
Vinkel på ryggstöd mot vertikalplanet	36° bakåt	38° framåt	74°
Vinkel på sitta mot horisontalplanet	15° bakåt	4° framåt	19°
Övriga egenskaper			
Bredd: 518 mm			
Luftstyrt sidosupport			

* Stolen monteras i regel på ett underrede som gör att den kommer upp högre.

Även om variationsmöjligheterna, som framgår av Tabell 2, gäller för Be-Ge 3000 DPS finns det samma möjligheter på andra förarstolar. Flera modeller har även luftstyrd svank och skuldersupport. Till de flesta förarstolar finns flera olika varianter av armstöd att välja mellan. I Figur 18 visas två olika armstöd från företaget Sittab. Den högra varianten *Armflex E* finns i Valmets skördare. Armstödet kan regleras 85 mm i längsled, 90 mm i höjded och har två rotationsleder i horisontalplanet. För att förenkla urstigning kan armstödet fällas upp. All reglering sker steglöst. Lederna är hopsatta med skruvförband som spänns till den grad att föraren fortfarande har möjlighet att justera dem. Åtspänningen sker med verktyg.



Figur 18.
Två olika armstöd från företaget Sittab. På det vänstra sitter en reglagehållare med styrreglage av typen minispak.
Bild: Sittab Stol AB.

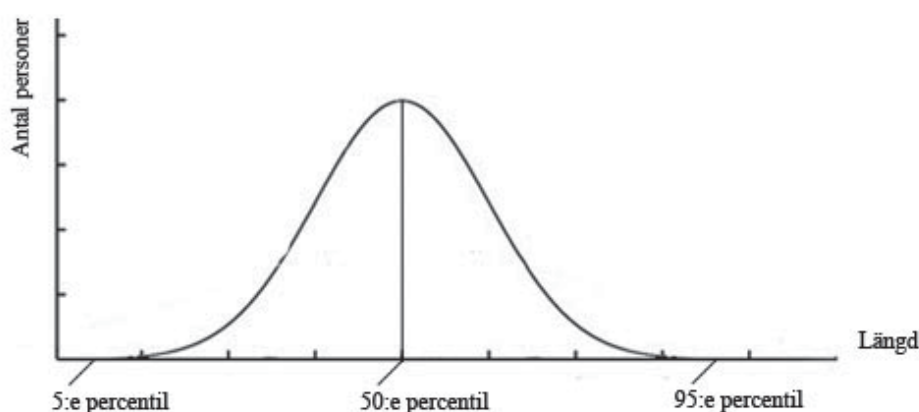
På armstöden monteras reglagehållare för styrreglagen, se Figur 19. Oftast sitter reglagehållaren med en dubbel kulle. Under reglagehållaren sitter en korg vilken samlar upp elektriska komponenter. Korgen sticker ner en bit från armstödet och hindrar det från att kunna vridas inåt eftersom det då slår emot förarens ben.



Figur 19.
Armflex E från Sittab i en Valmet skördare med EME-spakar.

2.12 ANTROPOMETRI

Läran om människans kroppsmått och fysiska egenskaper heter *Antropometri*. Vid utformning av produkter och miljöer för människor är det av största vikt att tillämpa den här läran. Kroppsmåtten är i regel statistiskt normalfördelade över en population och kan beskrivas med en normalkurva. Då antropometrisk data används i utvecklingsprocesser identifieras ett lämpligt intervall mellan en övre och undre percentil på en normalkurva av den tänkta populationen. Percentil är ett värde på normalkurvan för, vilket en viss procent av det som kurvan beskriver ligger nedanför. Till exempel på en normalkurva över en befolknings längd så återfinns längden förr de fem procent kortaste i populationen under den 5:e percentilen, se Figur 20.



Figur 20.
Ett exempel med en normalkurva för en populations längd. Nedanför 5:e percentilen finns längden för de 5 % kortaste personerna. Över 95:e percentil finns längden för de 5 % längsta. Vid 50:e percentil finns den längd som flest antal personer i populationen har.

Att anpassa produkter och miljöer till alla är oftast omöjligt då kraven på variation blir för stora. I vissa fall får man ta fram olika storlekar av det som utvecklas. Då en design skall innefatta en diffus population med stor variation innehållande både män och kvinnor är det vanligt att sätta gränserna till 5:e percentilen för kvinnor och 95:e för män. Då en produkt anpassas till en väldigt bred grupp finns det risk att den i stället för att passa alla inte passar någon. Den här företeelsen brukar ironiskt kallas *one size fits none*.

2.13 ERGONOMISKA REKOMMENDATIONER

Vid ett EU-projekt kallat ErgoWood har ergonomiska riktlinjer för skogsmaskiner tagits fram och sammanställts i en publikation som heter *Ergonomisk checklista för skogsmaskiner*. Rekommendationer gäller för stol och armstöd och framgår av Figur 21 och Figur 22.

Längdreglering $\geq 24 \text{ cm}$	Höjdreglering $40-55 \text{ cm}^1)$	Tiltning sidled 2) $\pm 10-15^\circ$	Tiltning längdled 2) $> \pm 20^\circ$	Ryggstöd lutning $-5-30^\circ$	Sitslutning Upp 8° Ned 15°
Avstånd mellan armstöd $42-52 \text{ cm}$	Armstöd vridning In 30° Out 15°	Armstöd höjdreglering $12-27 \text{ cm}$	Armstöd vinkling $< -30-0^\circ$	Armstöd längd $20-30 \text{ cm}$	Vinkling sidled $\pm 10^\circ$

Figur 21.

Rekommendationer för hur stol och armstöd skall kunna regleras från publikationen *Ergonomisk checklista för skogsmaskiner*.

Figur 22 innehåller en tabell där flera av kraven hänvisar till "figuren", till exempel rad 1 kolumn1 "Föraren kan justera stolen enligt figuren". Figuren som tabellen hänvisar till är den som här syns i Figur 21. Tabellen innehåller tre olika kolumner, grön, gul och röd och används för att utvärdera skogsmaskiner. Grön innebär acceptabel arbetsmiljö för heltidsarbete med avseende på hälsa och säkerhet. Gul innebär att det finns risk för hälsoproblem eller skada. Behov av åtgärder, men inte omedelbart. Röd innebär att risken för hälsoproblem eller skada är uppenbar. Den bedömda detaljen kan inte accepteras utan åtgärder. Det framtagna konceptet bör alltså klara all kraven i den gröna kolumnen. Kraven på tiltning av stolen kommer inte uppfyllas vid konceptutvecklingen mot bakgrunden att hytten antas vara nivellerande. Inte heller krav på dämpning kommer att uppfyllas då detta ligger utanför arbetets ram.

Grön	Gul	Röd
1 Justeringsmöjligheter Föraren kan justera stolen enligt figuren.	Smärre brister avseende möjligheten att få en bekväm sittställning eller att kunna justera den enligt figuren.	Längdreglering; mindre än 10 cm eller Lågsta stolhöjd; mer än 54 cm eller Höjdreglering; mindre än 7,5 cm.
2 Stolens stabilitet Stolen är stabil, bra placerad och fastsatt samt lätt att underhålla.	Smärre brister.	Stora brister.
3 Dämpning Bra dämpning vertikalt och horisontellt, som skyddar mot såväl vibrationer som stötar. Detta gäller även med stolen i sitt nedersta läge.	Sämre dämpning för lätta och tunga personer.	Dålig dämpning.
4 Stolens tiltning Tiltning i längdled och sidled enligt figuren.	Smärre brister.	Tiltningsmöjligheter saknas eller enbart tiltning i längdled mindre än $\pm 10^\circ$.
5 Utrymme under stolen Fötterna får bra plats under stolens framkant till minst 60° knäinkel.	Knäna kan böjas $60^\circ - 80^\circ$.	Det finns ingen plats för fötterna under stolen.
6 Ryggstöd Ryggstödet är bekvämt avseende bredd och höjd samt reglerbart inom vinklarna -5° till $+30^\circ$.	Smärre brister avseende justeringsmöjligheter.	Brister avseende bredd och höjd. Ryggstödet är fast eller justerbart mindre än $+5^\circ$ till $+15^\circ$.
7 Armstöd Mått och justeringsmöjligheter enligt rekommendationerna i figuren.	Smärre brister avseende dimensionerna. Endast en av justeringsmöjligheterna saknas.	Stora brister eller att armstöd saknas.
8 Inställningar Individuell inställning av stol och armstöd kan lätt utföras på mindre än 1 minut, automatiskt eller manuellt. Det finns graderade skalor.	Alla inställningsmöjligheter finns och det tar mindre än 2 min att utföra dem.	Några inställningar saknas. Inställningar görs manuellt med viss svårighet eller kräver verktyg.
9 Armstöd/stol Armstöden följer stölrörelserna automatiskt.		Brister.
Antal gröna markeringar:	Gula markeringar:	Röda markeringar:

Figur 22.

Ergonomisk bedömningslista för stol och armstöd från publikationen Ergonomisk checklista för skogsmaskiner.

I en äldre publikation med ergonomiska riktlinjer för skogsmaskiner finns ytterligare rekommendationer gällande styrreglagen. Publikationen heter *Nordiska ergonomiska riktlinjer för skogsmaskiner* och är utarbetad av Arbetslivsinstitutet, Skogforsk och Sveriges Lantbruksuniversitet. I Tabell 3 finns rekommenderad manöverkraft för olika reglage.

Tabell 3.

Rekommenderad manöverkraft på reglage från 1998.

	Manöverkraft, N	
	Optimal ¹	Maximal
Knappar manövrerade med fingertopparna	2	5
Fingermanövrerade reglage	2–5	40
Handspak fram-bak	5–15	140
Handspak sidled	5–15	60
Ratt, tangentiellt	5–20	230
Benmanövrerat reglage(koppling och broms)	45–90	250
Tåmanövrerat reglage (t.ex. gaspedal)	20–30	

¹För reglage som används ofta.

3 Utvecklingsprocess

Nedan beskrivs hur utvecklingsprocessen har gått till. De olika metoderna som använts beskrivs närmare.

3.1 FRONT-END ANALYS

Inledningsvis gjordes en *front-end* analys. Analysens syfte var att förstå användarna av förarhytten, deras behov och arbetssituationens krav. Följande frågor skulle vara besvarade efter analysen:

- Vem/vilka ska arbeta med systemet?
- Vad skall utföras/åstadkommas?
- Var kommer det att ske, under vilka omgivningsfaktorer sker arbetet?
- Hur ser interaktionen med systemet se ut, vad är användarens preferenser?

3.1.2 Informationssökning

För att besvara front-end-analysens frågeställningar inhämtades information på följande sätt.

Litteraturstudier

Rapporter, böcker och vetenskapliga artiklar om skogsmaskiner, arbetsplatsutformning, antropometrisk data, människa maskin interaktion och kontrollpaneler studerades. Även instruktionsböcker för befintliga skogsmaskiner har betraktats. Till litteraturstudierna gjordes även datorbaserade sökningar i olika databaser och på world wide web (www).

Observationer

Observation direkt och indirekt av arbetet i förarhytten på skördare gjordes vid ett tillfälle den 3 september, 2010. Vid direkta observationer upplevs den verkliga miljön, vilket är viktigt för att få en korrekt uppfattning om arbetsmiljön. Vibrationer, ljud och dofter med mera upplevs, vilket de inte görs genom indirekt observation. Den indirekta observationen gjordes genom en videoupptagning. Videon gav möjlighet att gå tillbaka och noggrannare titta på vissa sekvenser. Arbetsuppgiften kunde med hjälp av videoupptagningen brytas ned i små delar.

Forum

Ett något okonventionellt sätt att samla information och inspiration är att diskutera på internetbaserade forum. Det forum som har använts i arbetet har adressen www.skogsforum.se.

Forumet skulle i viss mån att fungera som en *fokusgrupp*. Den lösa strukturen ger ett stort utrymme för spontanitet, vilket kan ge information som annars kan vara svår att få fram. Ofta finns väldigt mycket kunskap att hämta från forum men på grund av dess struktur måste alltid informationen ifrågasättas. Avsikten med att använda forumet var i första hand att inhämta kvalitativ subjektiv information samt inspiration. Användningen av forumet gjordes mestadels initialt då arbetets syfte och mål skulle specificeras. Forumet användes då olika frågor dök upp kring användningen av skördare och allmänna frågor om skogsarbete. Som förutsågs fanns där både mycket kunskap och vilja att hjälpa till. Att använda internetbaserade forum för att få information och feedback på idéer kan rekommenderas.

CAN-bus

I skördare finns ett kommunikationssystem för mikrokontrollers som kallas CAN eller CAN-bus. Från mätningar i en maskins CAN-bus kan information hämtas om hur ofta och i vilken ordning föraren använt olika funktioner. I examensarbetet *Delautomatisering av kranfunktioner på engreppsskördare* av Marcus Brander och Daniel Eriksson har sådana mätningar gjorts. Mätningarna gjordes i en engreppsskördare av modell Valmet 921. Deras resultat har studerats för att bland annat kunna prioritera olika funktioner och kartlägga arbetsmönster.

State of the art

En *stat of the art analys* innebär att befintliga lösningar på ett problem eller att snarlika problem undersöks. Lösningarna kan hittas inom helt andra områden. Analystypen är viktig för att undvika att ta fram redan befintliga lösningar och för att få inspiration samt för att få veta hur konkurrensen ser ut.

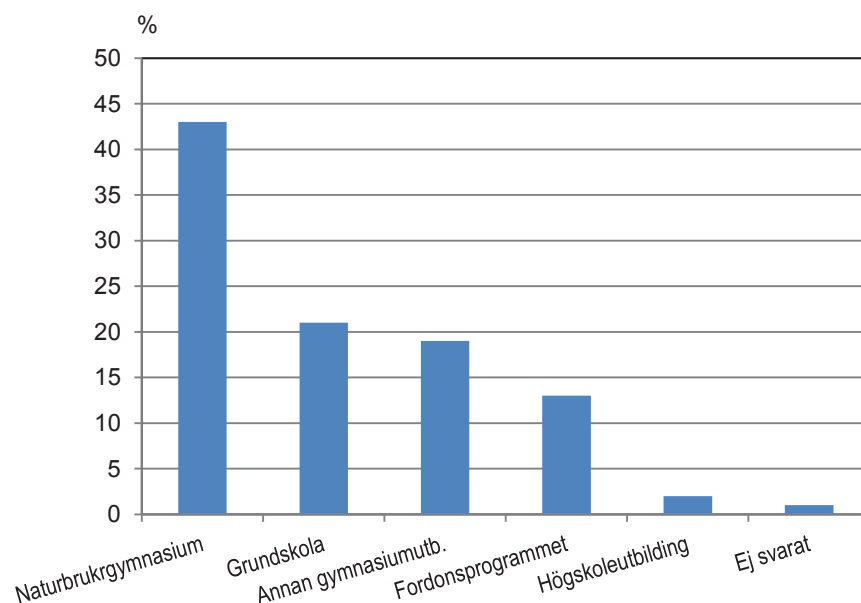
3.1.2 Resultat av front-end analys

Resultatet av front-end analysen delas upp i de fyra frågeställningarna. Vem/vilka ska arbeta med systemet? Vad skall utföras/åstadkommas? Var kommer det att ske, under vilka omgivningsfaktorer sker arbetet? Hur ska interaktionen med systemet se ut, vad är användarens preferenser?

Vem/vilka ska arbeta med systemet?

Från en studie av kompetensförsörjning hos skogsmaskinsföretag har följande information inhämtats. Studien omfattade 27 svenska skogsmaskinföretag med sammanlagt 130 anställda, det vill säga skogsmaskinsförare. Skogsmaskinförare avser både förare av skördare och skotare. Vanligtvis kör en förare bägge maskintyperna. Gemensamt för samtliga företag var att de jobbade för SCA skog, vilket är Europas största privata skogsägare. Företagen var spridda över Sverige.

Typen av användare för den här profilen är primäranvändaren, det vill säga föraren. De olika delarna av profilen utom antropometrin gäller dagens svenska förare. Användaren är i regel en man med en ålder på 38,8 år och bosatt i Sverige. Utbildningen som flest förare genomfört är naturbruks gymnasieutbildning (43 %). Cirka 21 % av förarna hade endast grundskoleutbildning. Figur 23 visar den procentuella fördelningen bland förarna för olika utbildningar.



Figur 23.
Utbildning bland skogsmaskinsförare.

Utöver de utbildningarna som framgår i Figur 23 så hade cirka 12 % av skogsmaskinförarna även någon form av skoglig kvalificerad yrkesutbildning. Från vilka grupper de kom framgick inte av studien. Förare får utbildning under arbetets gång. Utbildningen sker delvis genom kurser men framför allt genom träning i arbetet. Utbildningens fokus ligger på körteknik, arbete i grupp, dator-kunskap (aptering) och skoglig kunskap. Då de flest förare har gymnasieutbildning antas språkkunskaperna vara svenska och medelgod engelska.

Föraren har goda kunskaper om skördaren. Kunskapen kommer från utbildning (speciellt då naturbruksgymnasiet genomförts) och genom erfarenhet. Förarna spenderar majoriteten av sin arbetstid i maskinen.

Antropometri

Kortvirkesmetoden används som tidigare nämnts framförallt i Europa, men det arbetas för att exportera metoden till andra delar av världen som Canada, USA, Brasilien, Chile, Nya Zeeland, Australien och Indonesien. Detta innebär att kroppsmåtten kommer att kunna variera kraftigt mellan olika användare. Designen måste därför vara justerbar så att användare av olika storlek kan känna sig bekväma. Målvärden för anpassningsmöjlighet för koncepten sattes från 5:e percentil för kvinnorna till 95:e percentil för män. Då måtten varierar beroende på vilket land/område som betraktats sattes de minsta respektive de största måtten som gräns. I Bilaga 2 presenteras de minsta och största kroppsmåtten för olika dimensioner från de olika länderna. Några data för Indonesien kunde inte hittas, därför användes data från Sri Lanka, vilket var det närmast liggande land som data för kunde hittas.

De minsta amerikanska kvinnorna hade de smalaste händerna och de minsta svenska kvinnorna den lägsta höfthöjden. Bortsett från dessa mått så var Sri Lankeserna minst. De största måtten fanns hos Amerikanska män. Samtliga mått gäller för nakna människor och har en standardavvikelse. Förare av skogsmaskiner är påklädda, vilket kan komma att påverka vissa mått.

Vad skall åstadkommas?

Målet med att använda styrreglagen är att styra skördaren. Skördaren skall fälla och kapa upp träd med bästa möjliga ekonomiska utbyte. Stockarna skall sorteras i olika sortimenthögar som gör det enkelt för skotare att komma och plocka upp dem. Förarens mål med användningen av maskinen är att känna pengar. Vad som skall åstadkommas med användningen av stol och armstöd är att kunna inta bra arbetsställningar. Stolen ska även dämpa stötar och vibrationer. Dämpning ligger utanför ramen för detta arbete.

Var sker arbetet?

Arbetet utförs sittandes i skördaren ute i skogen. Utrymmet i hytten är mycket begränsat. I vissa fall förekommer problem med täckning för mobilnät, vilket gör att föraren inte har möjlighet till kommunikation. Föraren är ensam i maskinen. Eventuellt kan det finnas andra förare i närheten i någon annan maskin, generellt är det sociala utbytet fattigt. Som nämnts i referensteorin så kan socialisering minska nivåer av stress. Svårigheterna med att få företagen lönsamma på grund av låg ersättning för avverkad skog och lån på maskinerna gör att förarna blir stressade. Stressen kan leda till att de försöker öka avverkningstakten. Ökad avverkningstakt innebär större förtjänst för företaget. Då avverkningstakten ökas finns det risk för att föraren inte tar de viktiga pauser som behövs och kliver ut ur maskinen. Det är inte ovanligt att förare förblir sittande i maskin genom hela arbetspasset. En hög avverkningstakt innebär fler arbetscykler alltså högre risk för besvär. En annan anledning som kan göra att förare försöker höja arbetstakten är att just de själva bestämmer takten. Studier har visat att då möjlighet finns att själv bestämma arbetstakten så leder det ofta till ett förhöjt tempo. Det kan bero på att föraren vill känna sig duktig i sitt arbete, vilket är viktigt för det psykiska välmående. Vid arbete med skördare kan det lätt uppfattas som att det tydligaste måttet på en god arbetsinsats är volymen avverkad skog. För att åstadkomma detta kan arbetstakten höjas och pauser skippas.

Att företagen är små innebär att den enskilda insatsen har stor betydelse. Förarna känner ofta personligt ansvar för att verksamheten. Det kan ha vissa negativa konsekvenser som att förare inte alltid sjukskriver sig då de behöver det på grund av svårigheter med att hitta ersättare. Maskinerna får inte stå stilla. Att ha stillastående maskiner kostar företagen mycket pengar.

Fysiska faktorer som ökar risken för arbetsskador förekommer. Bullernivåerna är måttliga och ligger kring 70 dB(A) vid arbetsvarvtal på motorn. Bullernivåerna är inte skadliga men kan påverka koncentrationsförmågan och bidra till stress. Hytten är utrustad med klimatanläggning, men i början av arbetspass innan motorn blivit varm kan det vara väldigt kallt i hytten. Föraren behöver då ha ordentligt med kläder på sig. Under själva upparbetningen orsakas vibrationer av kranrörelsen och hanteringen av träd. Vi körning så orsakas vibrationer av det ojämna underlaget.

Hur sker arbetet? Förarens preferenser?

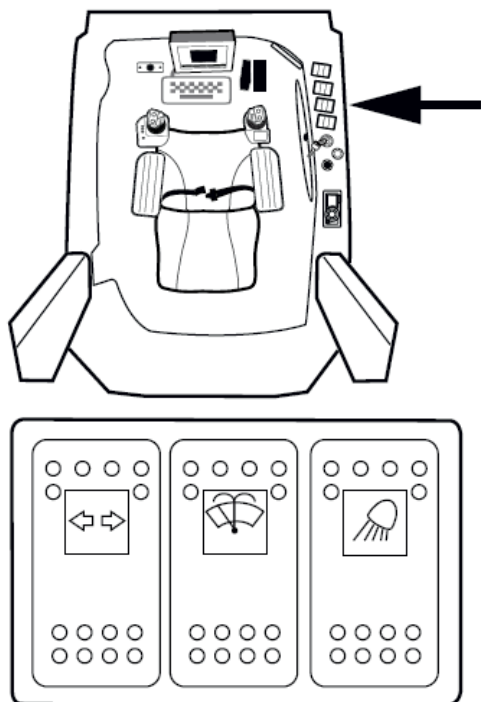
Användaren styr skördaren, kranen och aggregatet med två styrspakar. På eller runt omkring styrspakarna sitter ett flertal knappar. På EME-spakarna finns sammanlagt 48 funktioner då kranstyrningen är inräknad. Om även *shift-funktionerna* räknas med blir det 13 funktioner till (se Bilaga 1). Shift-funktioner fungerar på så vis att shift-knappen hålls intryckt, vilket gör att funktionerna på flera knappar ändras. Några ytterligare funktioner ligger på knappar strax intill spakarna. Föraren kan till viss del göra personliga inställningar för hur hastigheten av styrningen skall ske. Styrning med EME-spakarna görs med en lätt stängd hand. Spakarna greppas alltså inte. Förflyttning av en spak i handryggen riktning (förflyttning åt höger med högerspaken och vänster med vänsterspaken) sker genom att handryggen trycks mot reglagets bygel, se Figur 24. Styrspakarna går att flytta dryg 60 mm i varje riktning. Vid utgångsläget ligger underarmarna rakt framåt, vilket skapar en spänning i framsidan av axeln. Då styrspaken förs utåt blir underarmen utåtroterad och en ännu högre spänning uppkommer. Det visas till vänster i Figur 24. För att kompensera spänningen i axelns framsida måste en muskelansträngning göras i axelns baksida. Efter längre tid kan denna spänning trötta ut musklerna. För att få en mer avslappnad ställning bör underarmarna roteras inåt och placeras i knät. Styrningen an kranen och aggregatet kräver hög precision.



Figur 24.

För att flytta vänsterreglaget åt vänster trycker föraren handen mot bygel. Reglaget greppas alltså inte.

Funktioner som tuta, belysning, blinkers med mera aktiveras med knappar som sitter samlade på en panel. Knapparnas utformning är sådan att det förmedlar om dess funktion är aktiverad, se Figur 25.

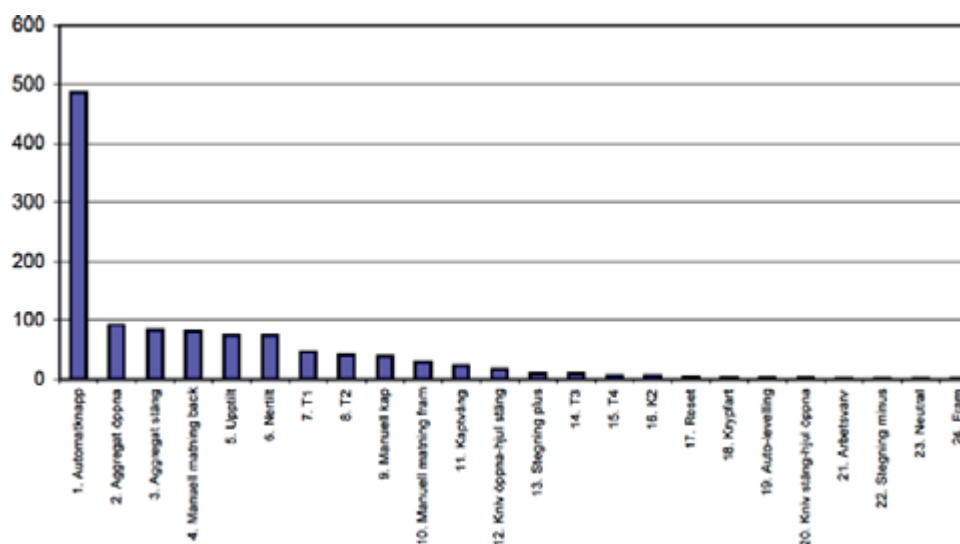


Figur 25.

Vippströmbrytare samlade i en panel. Då en knapp är aktiverad lyser den och dess position ändras.

Föraren får även information via en bildskärm. Bildskärmen visar apteringsinformation och information om maskinens status, som varvtal, hydraulolje-temperatur m.m. Vissa modeller har en skärm för backkamera. Ljudsignaler är även en informationsbärare som används. Ljudsignaler kan till exempel informera om skifte mellan sortiment. Om en tall precis upparbetats och föraren greppar en gran och anger det med trädvalsknappen så kommer en ljudsignal att höras som informerar föraren om, vilket sortiment stocken som kommer att upparbetas tillhör. Sortimentet beror som tidigare nämnts även på trädets kvalitet och dimensioner. Vid olika maskinfel ljuder ett larm, samtidigt dyker en beskrivning av felet upp på bildskärmen. Om en brand startar kommer en pulserande ljussignal starta i kombination med ett larm. Skördare är utrustade med en vanlig dator som sköts med tangentbord och mus som får hållas i knäet. Tillgång till internet finns där täckningen är tillräckligt bra.

I Figur 26 visas antalet tryck på olika knappar under en 50-minutersperiod vid en slutavverkning med en Valmet 901. Utslag för styrspekarna är inte med. Automatikknappen är den överlägset mest använda. Endast 24 funktioner av 38 (kranstyrning är inte inräknad) som sitter på reglagen användes under mättiden.



Figur 26.

Antal aktiveringar av olika funktioner under en 50 minuters period vid slutavverkning med en Valmet 901.

Från samma mätning undersöktes hur många arbetscykler som utfördes under en 15 minuters period. Den valda perioden var den som innehöll flest funktioner och samtidigt få störningar. Totalt utfördes 23 arbetscykler under 15-minutersperioden. Medeltiden för en cykel blev då 39 s. Tiden kan inte antas vara helt representativ för en arbetscykel vid slutavverkning av den orsaken att den valda perioden var speciell eftersom den innehöll mycket funktioner. Hur skogen ser ut och vilken förare som arbetar spelar också roll för tiden på en arbetscykel. Värdet på medeltiden för perioden kan ändå ge en förståelse för ungefär hur lång en arbetscykel är.

I Tabell 4 visas den procentuella tidsfördelningen mellan olika moment vid slutavverkning. Till höger i tabellen visas huvudmoment, dessa delas sedan upp i mindre delar ju längre till vänster i tabellen de står.

Tabell 4.

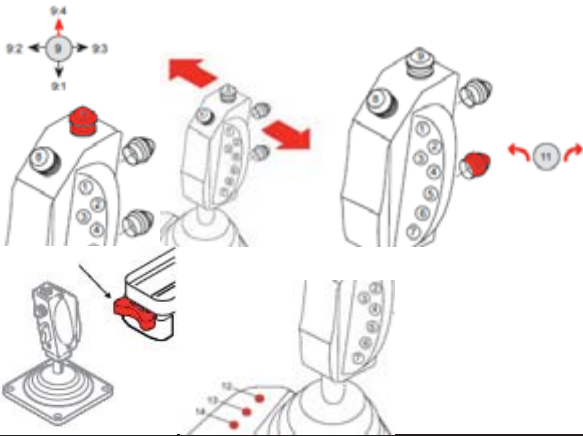
Tidsmomentindelning för skördare vid slutavverkning.

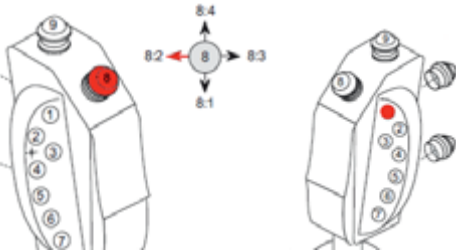
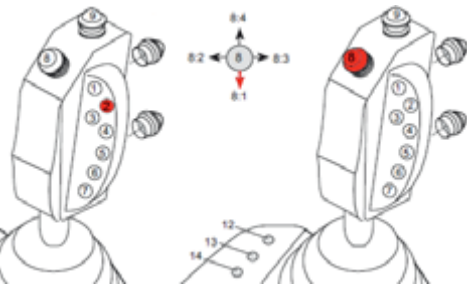
Moment	%	Moment	%	Moment	%	Moment	%
Körning	10						
Upparbetning	86	Kran ut	13				
		Positionering och avskiljning	14				
		Kran in	14				
		Kvistning och Kapning	45	Kvistning	19		
				Kapning	29	Start och stopp	18
						Sågning	11
Övrig verktid	4						

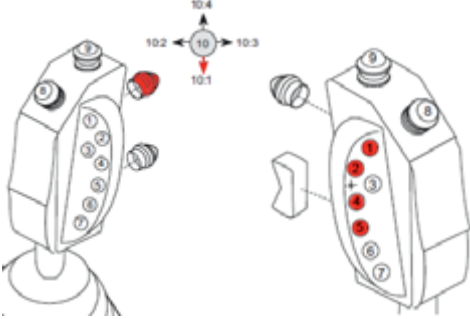
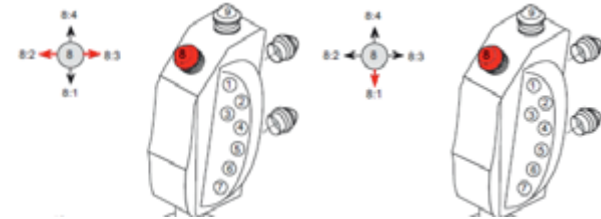
I Tabell 5 ges en övergripande förklaring av de två översta nivåerna av momenten från tabell 4 och hur de utförs med EME-spakarna, vilka frågeställningar föraren måste göra samt allmänna kommentarer kring arbetet. Knappar som benämns med V sitter på vänster reglage och H på höger reglage. Beskrivning av samtliga funktioner finns i Bilaga 1.

Tabell 5.

Förklaring av moment vid slutavverkning med skördare.

Moment	Förklaring
Körning 10 %	Körning av skördaren mellan olika uppställningsplatser, det vill säga platser där skördaren står still och upparbetar träd. Körhastigheten regleras med en gaspedal. Effekten av gaspedalens pådrag kan ändras med knapp V9:4 beroende på om precisionskörning skall göras eller snabb körning på vanlig väg. Styrning åt höger o vänster kan ske på tre olika sätt, antingen med vänster styrspek, knapp V11 eller med en vippknapp på framkanten av höger armstöd. Styrning kan även ske med ratt om maskinen har en sådan. Vid vänster styrspek finns växlarne fram V12, neutral V13 och bak V14. Med en pedal på golvet kan även växling mellan körning fram och bak görs. 
Upparbetning 86 %	Det övergripande arbetet med att fälla, kapa, kvista och sortera virke. Under hela förloppet måste föraren granska träden som upparbetas för att avgöra hur det skall ske. Optimalt sköter apteringsprogrammet hela processen med att avgöra var trädet skall kapas. Det förutsätter dock att trädet inte har några defekter. Upparbetningen kan då ske helt med automatikknappen. Vid drygt 50 % av arbetscyklerna måste föraren manuellt korrigera upparbetning. Upparbetning delas in i fyra underkategorier.

Kran ut 13 %	Kranrörelse ut till trädet. Styrningen av kranen och aggregatet sker genom att röra styrspakarna och med en vippknapp på höger reglage.  Frågeställningar: • Vilket träd skall fällas? • Vart skall de olika sortimenten och ris placeras?
Positionering och avskiljning 14 %	Aggregatet positioneras på trädet, griper om trädet och svärdet går ut och kapar. För att sluta aggregatet kring trädet används funktionen <i>aggregat stäng</i> H8:2 eller V 1. De båda knapparna bär samma funktion.  Avskiljningen sker antingen med <i>automatikknappen</i> V2 eller med <i>kap av stock</i> V8:1  Efter att avskiljningen gjorts måste föraren kontrollera att svärdet gått tillbaka till sitt skyddade utgångsläge och inte fastnat. Frågeställningar: • Hur skall trädet vältas? • Hur ska aggregatet ansättas?

Kran in 14 %	Kranrörelse in från trädets position till position för kapning och kvistning. Det görs nära maskinen eftersom kranen är starkare där. Direkt efter att trädet avskilts så välts det med funktionen <i>Nertilt V10:1</i> samtidigt anges trädslag med H 1,2,4,5.  Förflyttning av kranen sker med styrspakarna. Ofta sker en kraftig rörelse uppåt samtidigt som kranarmen fälls in direkt efter att trädet avskilts.
Kvistning och kapning 45 %	Aggregatet rör sig över trädet och slår av grenarna med kvistknivarna. Kapning sker på de ställen apteringsprogrammet beräknat om inga defekter finns. Då flyttas aggregatet över trädet och kapar det med <i>automatikknappen V2</i>.  Matning kan ske manuellt om så behövs med knapparna V8:2,3. Med V8:1 görs manuell kapning.  Samtidigt som trädet kvistas och kapas så flyttas kranen så att stockarna hamnar i rätt sortimentshög. Vid bearbetning av grova träd orkar inte aggregatet på egen hand flytta trädet. Föraren får då hjälpa till genom att flytta kranen längs stammen, vilket då sker med styrspakarna.
Övrig verktid 4 %	Arbets tid som inte ingår i någon av de övre kategorierna.

Frågan om vilket som är användarens preferenser har varit svårt att få besvarad. Av de olika styrreglage som finns idag så föredrar olika förare olika reglage. Vissa upplever att EME-spakarna ger besvär med axlar och nacke. Andra tycker att de små rörelserna som görs vid användning av minispakar skapar problem, troligtvis då för att ett fåtal muskelfibrer ständigt blir ansträngda. Då kranen styrs och samtidigt en knapp skall tryckas på paletten kan det bli svårt att nå, vilket vissa upplever som besvärligt. Oavsett om reglaget styrs med handled, fingrar eller hela armen så uppkommer ofta besvär efter lång tids användning. Hos Valmet är EME-spakarna något populärare än minispakarna. Målet med projektet är att ta fram nya reglage, men genom att låta dem byggas på tidigare varianter så kan rutinerade förare lättare anpassa sig till de nya. Till exempel så bör funktioner som idag ligger på högerhandens reglage fortsätta göra det på de nya, samma finger som tidigare använts för att aktivera en viss funktion ska försöka bevaras. Detta medför att de nya reglagen stämmer bättre överens med erfarna förarens mentala modeller av styrningen. En annan anledning att låta framtagna koncept byggas på gamla är att acceptansen för förändring inom yrkesgruppen skogsmaskinförare är något begränsad.

3.3 SPECIFIKATION FÖR FÖRBÄTTRAD ARBETSMILJÖ

Analysen av skördarförarna och deras arbetssituation ledde fram till en insikt om vad som skulle kunna förbättras. Möjligheterna har sammanfattats som önskemål, således har det blivit en målspecifikation. Vissa önskemål har kommit fram under arbetet med koncepten. Därför kommer inte alla koncept som avhandlas i stycket 3.4 *konceptgenerering* leva upp till samtliga önskemål som kommer att presenteras här.

3.3.1 Styrreglage

Genom att utforma reglagen på ett sådant sätt att inläringen kan ske snabbare, det vill säga att kunskapsbaserat beteende blir färdighetsbaserat kan kostnader för inskolning minskas. På EME-spakarna finns 38 olika funktioner (shift-funktioner och kranstyrning är inte inräknade) som ligger på två olika sorters kontroller, vita tryckknappar och svarta helikopterknappar (kan röras i fyra riktningar). Sammanlagt är det på vänstra reglaget sju tryckknappar och fyra helikopterknappar. På högra reglaget är det sju tryckknappar och tre helikopterknappar, samt en vippknapp som tillhör kranstyrningen, se Figur 27. Det ända som skiljer de olika knapparna av samma typ är deras placering.



Figur 27.
Vänster EME-spak.

I början av inläringen så måste den nya föraren använda mycket mental kapacitet, dels för att identifiera vilken funktion som i ett givet läge bör användas och sedan för att komma ihåg hur funktionen aktiveras. En erfaren förare ska endast behöva identifiera vilken funktion som är lämplig och sedan ska aktiveringen ske automatiskt, alltså ett färdighetsbaserat beteende. Att öka diskriminerbarheten mellan de olika kontrollerna skulle kunna minska inlärningstiden. Det kan göras med olika färger, textur och form. På styrreglage av varianten med minispakar så har de olika knapparna på paletten symboler som visar vilken funktion de aktiverar, vilket är bra. Ett annat sätt att minska inlärningstiden är att reducera antalet funktioner som ligger på själva styrreglagen. Mindre funktioner på reglagen kan troligtvis även ge möjlighet att utforma reglagen på ett sätt som gör det bekvämare att hantera. Funktioner som inte används så ofta skulle kunna placeras på något annat ställe som gör att föraren får släppa styrreglagen för att nå dem. Detta skulle ge en liten variation i arbetet utan att det stjäl för mycket tid. Nedan listas ytterligare funktioner och egenskaper som önskas av styrreglagen.

Önskade funktioner och egenskaper hos styrreglage

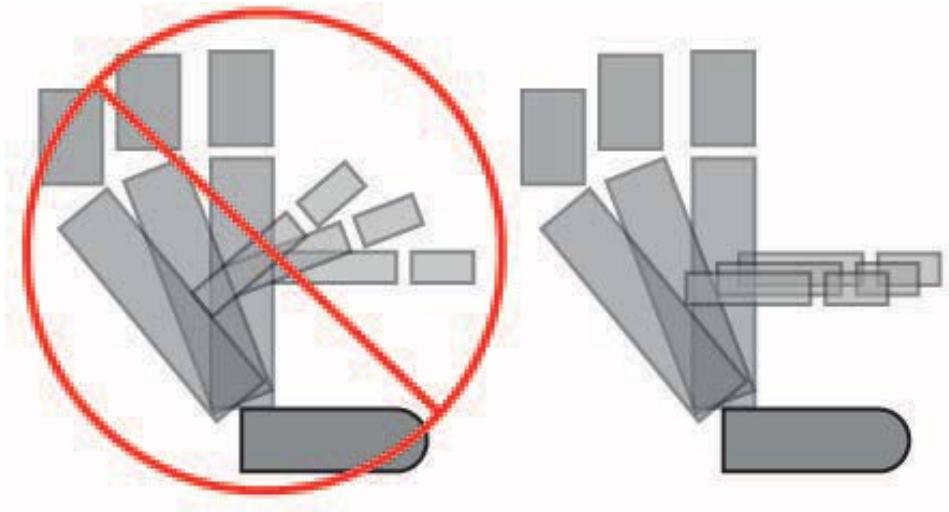
- Händerna skall inta en så naturlig position som möjligt då reglagen hanteras. Utformning som kräver en konstant statisk belastning ska undvikas. Som exempel kan nämnas att utåtroterade underarmar bör undvikas, uppåtvinklad handleder, lillfingret bör inte vara i höjd med, eller över tummen.
- Handen skall aldrig behöva släppa styrreglage för att aktivera någon funktion som hör till upparbetningen. Sammanlagt behöver 27 olika funktioner vara direktåtkomliga då reglagen hålls. Däremot så kan andra funktioner som inte används ofta vid upparbetningen ligga på något annat ställe.
- Styrreglagen skall kunna hållas i knät, antingen genom att de kopplas bort från armstöden eller genom att armstöden vinklas in över knät.
- *Kranrörelsen* ska kunna ske samtidigt som andra funktioner aktiveras. Med kranrörelsen menas de 10 funktionerna kran ut/in, kran sänk/höj, kransväng vänster/höger, teleskop ut/in och rotator medurs/moturs (för förklaring av funktionerna se Bilaga 1). Sammanlagt behövdes 10 olika utslag för uppgiften. Utslagen ska även i viss mån kunna kombineras. Till exempel ska kranen gå att svänga samtidigt som rotatorn snurrar och teleskopfunktionen rör sig in/ut.
- Kranrörelsen skall kunna styras på mer än ett sätt. Detta kan förhoppningsvis minska risken för att vissa muskler slits ut. De olika styrsätten skall aktivera olika muskler.

3.3.2 Armstöd

I tabellen 4 och 5 nedan finns målvärden för de olika justeringsmöjligheter armstöden med reglagehållare bör ha. Värden markerade med en asterisk kommer från Ergowoods rekommendationer. Värden markerade med två asterisker är framtagna från antropometriska data. Övriga värden har inget speciellt ursprung utan är framresonerade. I vissa fall finns både värden från Ergowood och antropometriska data, då är målet att nå de värden som ger det största intervallet, det vill säga den största möjligheten till justering. I den sista kolumnen står en förklaring av måttet. Ytorna på sits, ryggstöd och armstöd kommer inte vara plana. Då mått skall tas från någon av dessa ytor får något representativt medelvärde användas. Det koordinatsystem som används i tabellen definierades i figur 12.

Önskade funktioner och egenskaper hos armstöd

- Armstöden och stolens inställningar måste vara enkla att göra och ska inte kräva av föraren att han flyttar sig från sin arbetsposition. Risk föreligger annars att föraren inte utnyttjar möjligheten till variation och att någon annan förars inställningar används, vilket kan vara skadligt.
- Siffror och skalor bör finnas på reglerbara leder så att det går enkelt att hitta tillbaka till de inställningar som passar föraren.
- Armstöden skall klara av att föraren lägger sin tyngd på dem.
- Armstödet skall vara konkava högst upp vid armbågen för att ge stöd vid körning i tuff terräng. Längst ned ska det vara utplanat så att de inte skaver när armen flyttas för att styra reglagen.
- Vid körning i tuff terräng skall föraren kunna styra och samtidigt hålla i sig i något.
- Underarmarna skall kunna vara vinklade inåt över låren. Detta minskar spänningar i armar och axlar.
- Vid förändring av stolens ryggstöd och satts skall armstöden inte påverkas. Om till exempel ryggstödet lutas bakåt, det vill säga att det gör en rotationsrörelse i Y-planet så ska inte armstöden roteras, se Figur 28.

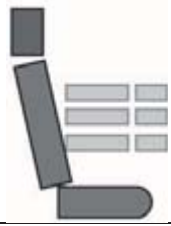
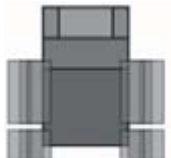
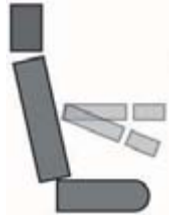
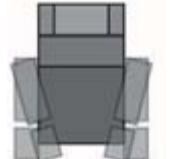
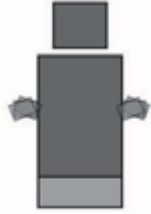


Figur 28.

Då ryggstödet vinkel ändras ska inte armstöden göra det.

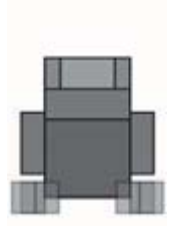
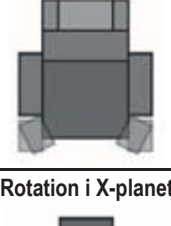
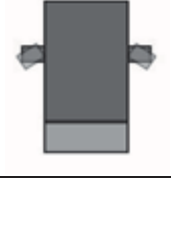
- Armstöden ska enkelt gå att fälla åt sidan när föraren vill kliva ur sätet. Detta skall kunna ske utan att förarens inställningar på armstöden ändras.
- Armstöden skall inte bygga minimalt på höjden, för att de skall kunna placeras över låren.
- Armstöden ska kunna vinklas in framför ryggstödet så att det kan komma i rätt läge för smala personer.
- Armstöd och reglagehållare ska kunna varieras enligt tabell 6 och 7.

Tabell 6.
Målvärden för variation av armstöd.

	Min-värde	Max-värde	Variationsvidd	Förklaring
Translation i Z-led 	130** 120* [mm]	326** 270* [mm]	206 mm	Reglering av armstödet höjd. Värden avser sträckan mellan sittytan och armstödet yta där armen placeras. Värde markerat med ** kommer från kroppsmått 11, se Bilaga 7.
Translation i X-led 	230** 200* [mm]	310** 300* [mm]	80 mm	Reglering av armstödet i X-led. Värden avser sträckan mellan ryggstödet och främre kanten av armstödet. Observera att det inte är framkanten av reglagehållaren. Värde markerat med ** kommer från kroppsmått 23 subtraherat med 28, se Bilaga 7.
Translation i Y-led 	300** 420* [mm]	535** 520* [mm]	235 mm	Avstånd mellan armstödens innersida. Värde markerat med ** kommer från kroppsmått 11, se Bilaga 7.
Rotation i Y-planet 	-30°*	0°*	30°	Vinkel mot horisontalplanet.
Rotation i Z-planet 	0° 15°*	90° 30°*	105°	Vinkel mot Y-planet. Maxvärdet gäller vinkling inåt.
Rotation X-planet 	10°*	-10°*	20°	Tiltning av armstöden i sidled.

** Måtten är framtagna med antropometriska data för målgruppen. * Måtten kommer från publikationen *Ergonomisk checklista för skogsmaskiner*.

Tabell 7.
Målvärden för variation av reglagehållare.

	Min- värde	Max- värde	Variationsvidd	Förklaring
Translation i Z-led 	-50 [mm]	0 [mm]	50 mm	Avstånd från armstödetets yta till ytan på reglagehållaren.
Translation i X-led 	0 [mm]	80 [mm]	80 mm	Avstånd mellan kanten på armstödet och reglagehållaren.
Translation i Y-led 	-30 [mm]	30 [mm]	60 mm	Måtten avser förskjutningen i Y-led.
Rotation i Y-planet 	-45°	0	45°	Vinkel mot horisontalplanet (X-planet).
Rotation i Z-planet 	-45°	45°	90°	Vinkel mot sagittalplanet (Y-planet). Maxvärdet gäller vinkling inåt.
Rotation i X-planet 	0°	90°	90°	Rotation av reglagehållaren. Rotationen sker åt det håll som gör att lillfingret åker ner och tummen upp.

3.3.3 Stol

Ett primärt mål med arbete har varit att öka förarens möjlighet att variera arbetsställning. Vilka ställningar föraren ska kunna inta var avgörande för stolens utformning. Av den anledningen gjordes en liten brainstorming kring vilka ställningar som var möjliga att jobba ifrån, se Figur 29.



Figur 29.
Olika ställningar som arbete eventuellt skulle kunna utföras från.

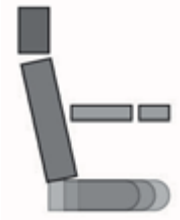
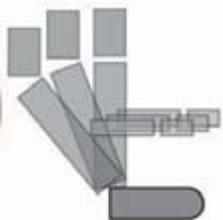
De positioner som ansåg mest lämpliga och överhuvudet taget möjliga valdes och finns med i listan på önskemål nedan.

Önskade funktioner och egenskaper för stol

- Föraren skall kunna inta följande positioner, och alla positioner däremellan: halvliggande sittande, halvstående, stående.
- Inställningarna hos stolen måste kunna ske enkelt från förarens arbetsposition.
- Glapp i leder ska minimeras speciellt eftersom maskinen kommer att skaka mycket.
- Föraren ska kunna placera fötterna under stolen. En vinkel på 60° skall minst kunna skapas i knäleden utan att föraren hindras av stolen.
- Alla reglerbara leder skall ha någon typ av graderad skala så att föraren lätt kan hitta tillbaka till sina inställningar.
- Stolens säte ska kunna ändras mellan en vanlig sits och sadelsits.
- Stolen skall kunna ändra enligt tabell 8.

För tabell 8 gäller samma som för 6 och 7. En asterix står vid värden från Ergowood, två asterisker står vid värden framtagna med antropometrisk data. Övriga värden är framresonerade. Ett mått kommer från publikationen *Nordiska ergonomiska riktlinjer för skogsmaskiner*. Detta värde har utmärkts med tre asterix.

Tabell 8.
Målvärden för variation av stol.

	Min Värde	Max värde	Variationsvidd	Förklaring
Translation i Z-led 	290 400* [mm]	515 550* [mm]	261 mm	Reglering av hela stolens höjd. Avståndet gäller från golvet till sittytan. Då stolen är i läge för att sitta på, alltså inte uppfälld för stående körning. Värdet markerat med ** kommer från kropps mått 16, se Bilaga 7.
Translation sits i X-led 	350 370*** [mm]	515 480*** [mm]	165 mm	Reglering av sittdjup. Värden på sitsens längd från framsidan till ryggstödet. Värdet markerat med ** kommer från kropps mått 14 subtraherat med 50 mm, se Bilaga 7.
Rotation sits i Y-led 	-90° -15°	8°	98°	Rotation av sitsen. Värden gäller vinkeln mot X-planet. Minimimåttet gäller för att kunna stå.
Rotation ryggstöd i Y-led 	-5°*	30°*	35°	Ryggstödet vinkel mot X-planet.

*** Måtten kommer från publikationen *Nordiska ergonomiska riktlinjer för skogsmaskiner* från 1998.

** Måtten är framtagna med antropometrisk data för målgruppen.

* Måtten kommer från publikationen *Ergonomisk checklista för skogsmaskiner* från 2007.

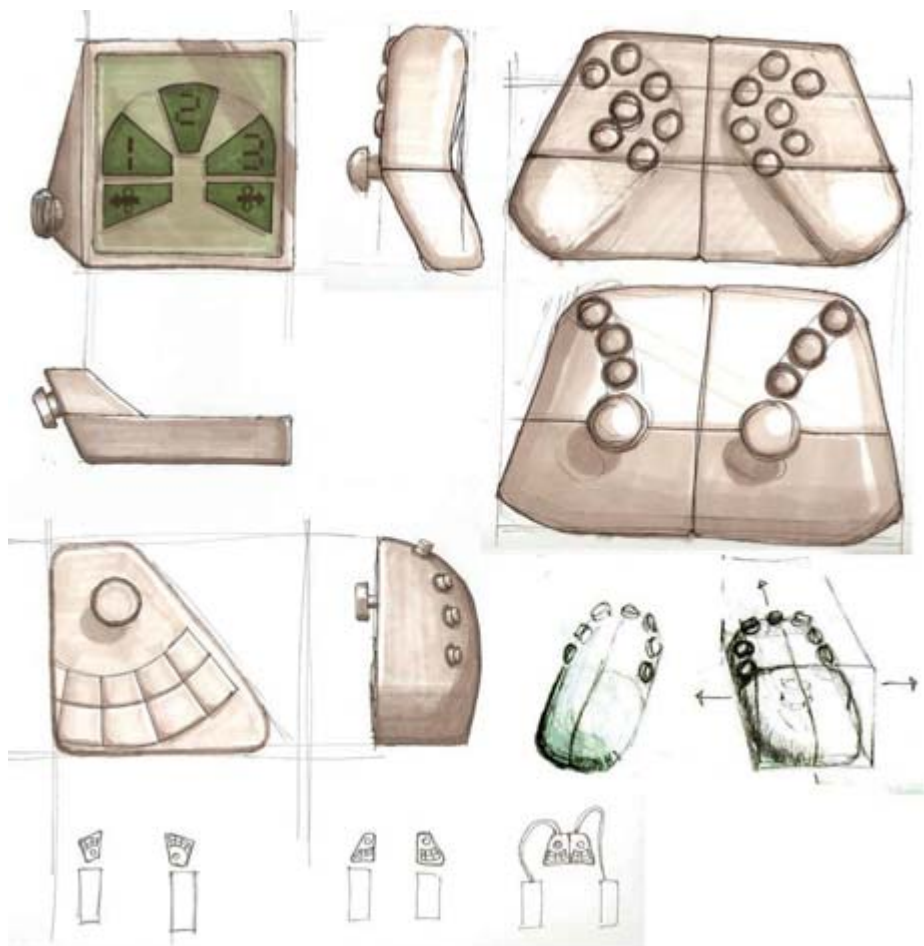
3.4 KONCEPTGENERERING

Med målspecifikationen som bakgrund genererades olika koncept på stol, armstöd och styrreglage. Eftersom att arbetet bara innefattat en person kunde inte någon egentlig *brainstorming* per definition hållas eftersom det är en gruppaktivitet. Däremot så hade konceptgenerering inledningsvis de karakteristiska dragen som en brainstorming session har med fritt tänkande utan kritik.

Utvecklingen av koncepten skedde inledningsvis uppdelat för reglage, armstöd och stol. Då grundläggande koncept valts så skedde det fortsatta arbetet parallellt för att de tre delarna skulle vara kompatibla.

3.4.1 Styrreglage

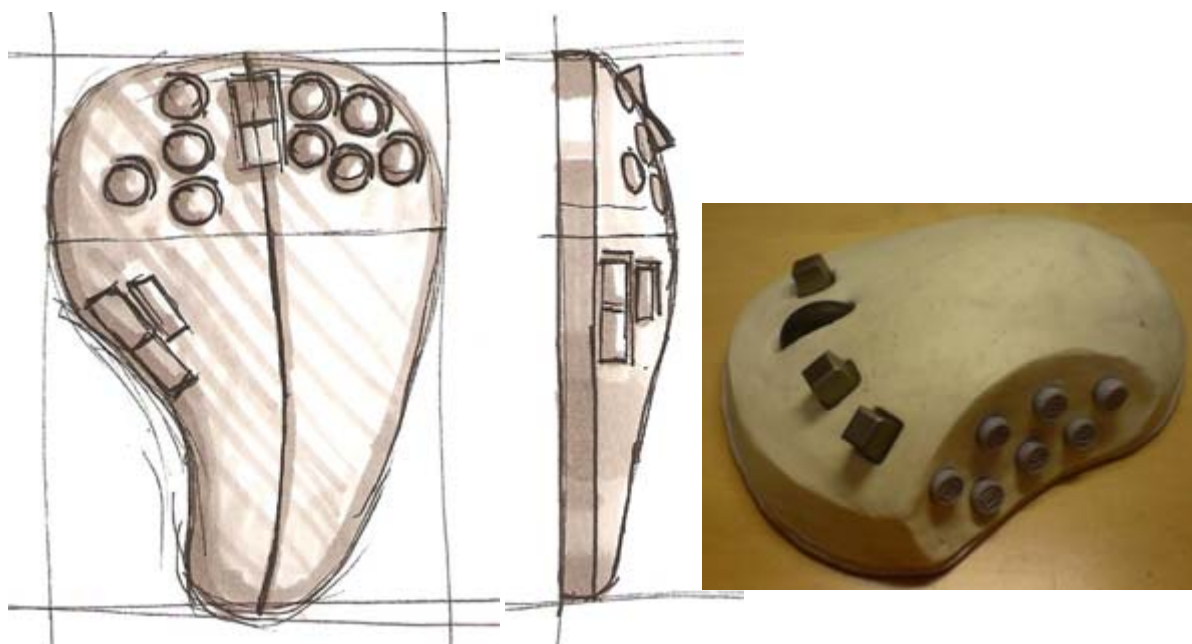
Utvecklingen av koncept för styrreglagen handlade till största del om att hitta olika alternativ för att sköta kranrörelsen. I Figur 30 visas några tidiga koncept. Av de fem intressantaste koncepten gjordes lermodeller som skulle användas vid ett utvärderingstest. Lermodellerna bestyckades med delar som föreställde knappar och andra kontroller. Alla koncepten bestod av två reglage, ett för vardera handen.



Figur 30.
Olika koncept på styrreglage.

Koncept 1, Musen

Koncept musen ser ut som en stor datormus med flera olika knappar, se Figur 31. På högerreglaget sitter ett skrollhjul. Hela reglagen skulle gå att flytta en begränsad sträcka (drygt 3 cm) framåt/bakåt och höger/vänster. Kombinerade förflyttningar skulle kunna göras, som framåt + höger. Reglaget skulle vara återfjädrande till mitten likt en joystick. Förflyttningarna i de olika riktningarna tillsammans med skrollhjulets rörelse fram/bakåt skulle sköta de 10 kranfunktionerna. Även skrollhjulets rörelse skulle vara begränsad och återfjädrande. Resterande funktioner skulle ligga på vanliga tryckknappar och fyrvägsknappar. På lermodellen av konceptet, som syns i Figur 31, föreställde de runda delarna tryckknappar och de fyrkantiga delarna fyrvägsknappar. Delarna föreställande fyrvägsknappar hade en funktion på varje sida.

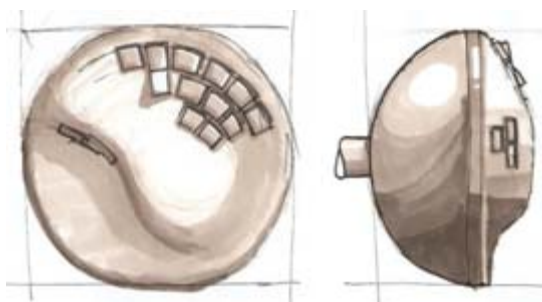


Figur 31.

Koncept 1, musen. Till höger syns lermodellen som användes vid ett utvärderingstest.

Koncept 2, Klotet

Koncept klotet är en variant av föregående koncept. Skillnaden är att kranstyrningen sker genom att tiltat reglaget i någon riktning istället för att flytta reglaget linjärt. Undersidan av reglaget är format som ett halvklot istället för platt, se Figur 32. För detta koncept gjordes ingen egen modell utan modellen för koncept 1 placerades på en yta med rund botten.

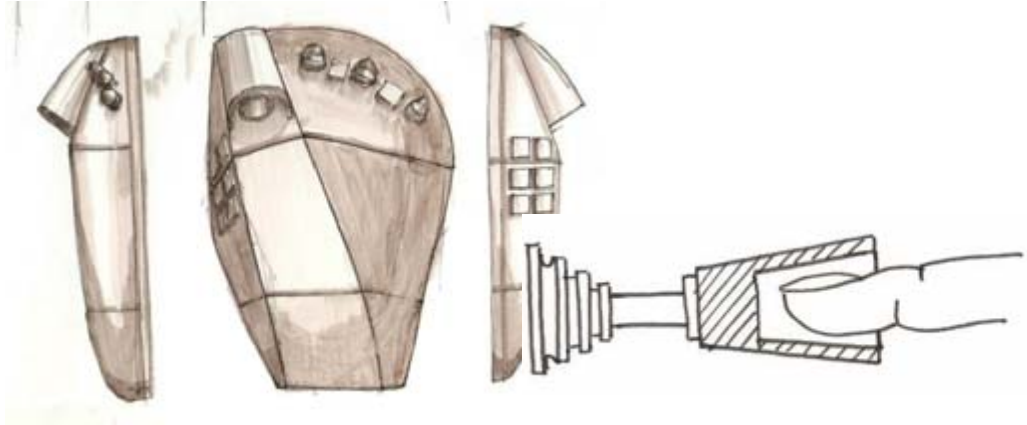


Figur 32.

Koncept 2, klotet. Kranstyrningen skedde genom att reglaget tiltades.

Koncept 3, Fingerborgen

Även på det här konceptet skulle formen kunna liknas vid en stor datormus, lermodellens form var något högre än för tidigare koncept. Kranstyrningen här sköttes genom att pekfingret stoppades in i en ”fingerborg” som satt fäst på en liten joystick, se Figur 33.



Figur 33.

Koncept 3, fingerborgen. Kranrörelsen skulle åstadkommas med en joystick för pekfingret.

Vid höger tumme skulle antingen en tvåvägsknapp eller ett skrollhjul sitta för de återstående två kranfunktionerna som inte ryms på joystickens för pekfingrarna. Resterande funktioner skulle ligga på vanliga tryckknappar och helikopterknappar. Eftersom konceptet inte rör sig i förhållande till underlaget så var tanken att de två delarna skulle kunna kopplas bort från armstöden, kopplas samman och sedan hållas i knät. För att simulera själva fingerborgsjoysticken på modellen gjordes ett håll i vilket punkter utmärktes, se Figur 34.



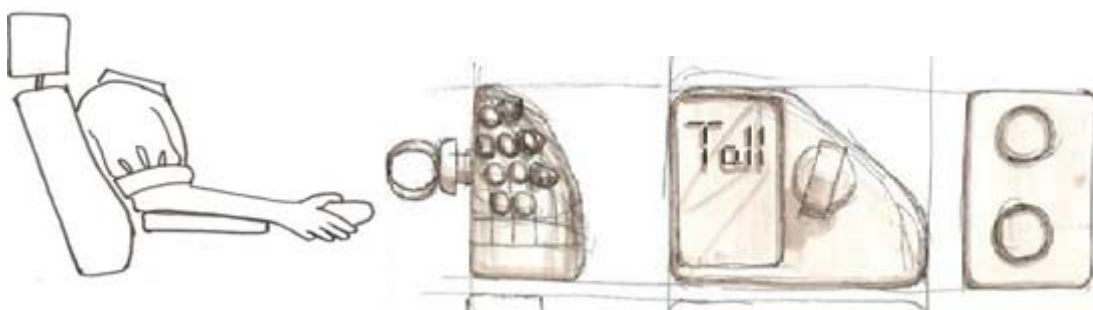
Figur 34.

Lermodell av koncept 3, fingerborgen.

Punkterna skulle illustrera olika joystickutslag. Om till exempel punkten till höger trycktes så skulle det vara desamma som att flytta joysticken åt höger. Den fyrkantiga delen vid de runda skulle föreställa en tvåvägsknapp vilken ingick i kranstyrningen. I övrigt gällde samma som för musen och de andra koncepten, runda delar var tryckknappar och fyrkantiga helikopterknappar.

Koncept 4, Greppet

Antingen skulle reglagen sitta på armstöden eller tas bort för att kopplas samman och hållas i knät som föregående koncept, likt en handkontroll för tv-spel. Då reglagen satt på armstöden skulle de greppas från sidan och ge föraren möjlighet att hålla fast sig ordentligt då fordonet skakade mycket, se Figur 35. Kranstyrningen skulle ske med joysticks för tummarna. På toppen av joysticken skulle det sitta en ring som tummen stack in i. Genom att trycka ner joysticken eller med ringens hjälp dra upp den kunde de sista kranfunktionerna fås. På undersidan av reglaget skulle knappar, vanliga och 4-vägs sitta för resterande funktioner.



Figur 35.

Koncept 4, Greppet. Reglagen skulle greppas från sidan då de var fästa på armstöden. Till höger i bilden syns en skiss där konceptet hade en inbyggd skärm.

På modellen föreställde de runda delarna tryckknappar och de fyrkantiga delarna helikopterknappar. Den runda knappen längs ned i den högra bilden i Figur 36 var automatikknappen. Den trycktes med handflatan och inte med ett finger.

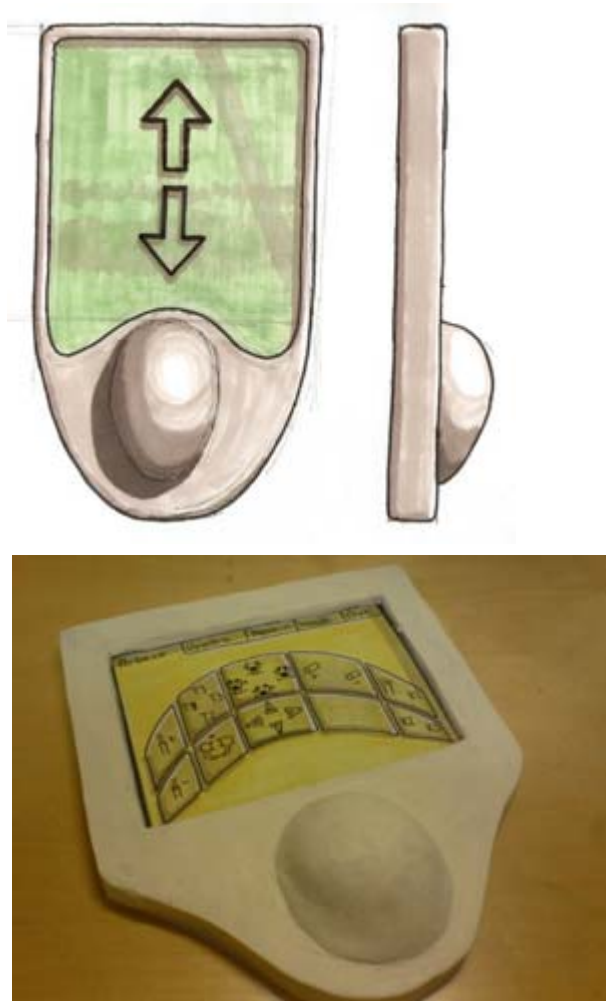


Figur 36.

Lermodell av koncept 4, greppet.

Koncept 5, Pekskärmen

I stället för att bygga upp reglaget med vanliga kontroller som knappar och joysticks byggde det sista konceptet på användandet av en liten pekskärm. Kranrörelsen skulle skötas genom att flytta hela skärmen på samma sätt som konceptet 1, musen. Alltså en begränsad förflyttning fram/bak, höger/vänster som sedan var återfjädrande. Resten av kranfunktionerna och alla andra funktioner skulle finnas på pekskärmen. Runt skärmen skulle en ram sitta. Vid handens placering skulle ramen ha en upphöjd bula som skulle förenkla förflyttningen av skärmen, det vill säga kranrörelsen, se Figur 37.



Figur 37.

Skiss och lermodell av koncept 5, pekskärmen.

Skärmen skulle ha ett flertal flikar likt en webbläsare där funktionerna skulle sorteras efter typ. En flik speciell för upparbetning skulle finnas, kallad *upparbetningsfliken*. I den fliken skulle de återkomliga funktionerna ändras beroende på vilken funktion som senast var använd. Om exempelvis den senast använda funktionen var *upptilt aggregat*, som reser upp aggregatet i vertikalt läge och öppnar matarvalsar och kvistknivar skulle endast de fem funktionerna *aggregat stäng*, *Nedtilt aggregat*, *Kniv stäng/Hjul öppna*, *Aggregat stäng* och *Kniv öppna/Hjul stäng* synas på skärmen. Då aggregatet är öppnat och i uppfällt läge så skulle alltså bara de funktioner som kunde tänkas vara användbara visas. Många funktioner

skulle inte visas eftersom de inte kommer användas i detta läge till exempel *Kap av stock*, *Manuell stockmatning fram/bak* med flera. Om någon funktion skulle saknas i upparbetningsfliken skulle det vara möjligt att nå dem genom att öppna en annan flik. Alla funktioner skulle finnas på bestämda platser i andra flikar än upparbetningsfliken så att de alltid skulle vara möjliga att nå. En analys gjordes av vilka funktioner som skulle vara åtkomliga efter varje funktion i upparbetningsfliken. Det maximala antalet funktioner som skulle finnas på skärmen var 22 stycken. Detta skulle i princip vara fallet från det att trädet fällt till dess att sista kapningen gjorts. Utöver de 22 funktionerna skulle även två kranfunktioner hela tiden ligga på skärmarna eftersom att själva rörelsen av de två skärmarna endast ger 8 olika utslag. Som tidigare nämnts så behövs 10 utslag för att sköta alla de funktioner som är inräknade i kranrörelsen.

Då olika förare kan ha olika arbetsmönster så skulle personliga inställningar kunna göras. Föraren skulle själv kunna programmera in vilka funktioner som skulle visas efter att en annan använts i upparbetningsfliken. Genom att endast visa de funktioner som är aktuella skulle besluten bli enklare för föraren, speciellt för nya förare. Med skärmen finns det goda möjligheter att ge olika funktioner bra beskrivande ikoner som gör det enklare att hitta rätt funktion, speciellt för nya förare, vilket skulle kunna minska inlärningstiden. Skärmens yta skulle behöva ha någon form av struktur för att göra det enklare att orientera sig på den utan att titta. Förarens blick skall ligga på kranen och omgivningen utanför skördaren. Återkoppling till föraren, då han tryckt en funktion, skulle kunna ske genom att skärmen vibrerar, vilket är en funktion som finns på vissa mobiltelefoner med pekskärm.

På modellen som skulle utvärderas gjordes ett provisoriskt fönster med de knappar som behövdes för att genomföra arbetscyklerna som testet bestod av.

Utvärdering av styrreglage

En grupp på fem personer genomförde ett test där de fick utvärdera de olika koncepten. Testet gick till på så vis att testpersonen började med att känna lite på den aktuella modellen. Därefter ombads testpersonen röra alla de delar som föreställde kontroller. Sedan körde testpersonerna igenom flera arbetscykler. Arbetscyklerna var hämtade från en skördares CAN-bus efter en. Testet finns i Bilaga 3. Till en början bestod testet av fem stycken arbetscykler men efter att första testpersonen kört igenom alla fem cykler kortades testet ner till tre cykler eftersom att det annars tog för lång tid. För varje koncept fanns ett instruktionsblad med beskrivning av vilka funktioner de olika knapparna hade, se Bilaga 4. Vid första testet så förklarad testledaren närmare vad som hände när de olika funktionerna aktiverades. Detta gjordes med hjälp av en liten modell av en skördare, se Figur 38.



Figur 38.
Modell av skördare som användes för att förklara olika funktioner för testpersonerna.

Testpersonerna fick på en skala från ett till tio betygsätta konceptets form, metod för styrning av kran och aggregat, samt knappars placering. Högsta betyg var tio. Testpersonerna ombads även lämna kommentarer och förslag på förbättringar. När alla koncept testats fick försökspersonen rangordna dem med en siffra ett till fem, där ett var högst betyg. Lermodellerna var gjorda för högerhanden men borde gjorts till vänsterhanden eftersom den används mer. Mot den bakgrunden sattes flera av de knappfunktioner som brukar vara på vänstersidan istället på högersidan vid testet. Funktionerna var: *Manuell kap*, *manuell matning fram/bak*, *ner tilt/upptilt* och *Krypfart framåt*. Bladen med beskrivning av var konceptens funktioner satt var olika lätta att förstå. Svårast var koncept 4, Greppets blad eftersom att knapparna satt på väldigt spridda platser. Detta tros i vissa fall ha påverkat testpersonernas bedömning av kontrollerna. Delarna som föreställde olika kontroller som knappar satt nertryckta i leran och gav alltså ingen återkoppling. Optimalt hade varit om riktiga kontroller använts till dessa modeller som då gett en vekligare känsla. När slutkonceptet senare modellerades användes riktiga kontroller som trycktes ner i leran. Kontrollerna satt då fast hyggligt och kunde användas.

Testgruppen bestod av två kvinnor och tre män. Inget medvetet urval av testpersoner gjordes utan folk som var lättillgängliga tillfrågades. Samtliga var studenter och i åldern 24 till 30 år. Personernas händers mått finns i Bilaga 4.

En sammanställning av testerna finns i tabell 9 och 10. Betygen från testen och rangordningen stämmer dåligt överens. Testpersonernas betygsättning var ofta inkonsekvent. Testet borde ha börjat med att ett referens reglage fick testas som de nya sedan kunde jämföras med. Testpersonerna var alltid osäkra vid betygsättningen efter första testet. Flera sa att de skulle gå tillbaka och utvärdera det igen efter att de provat de andra, men ingen gjorde det eftersom de var trötta efter att alla koncept testats. Hela testet tog mycket koncentrationsförmåga från testpersonerna, vilket vittnar om att så även är fallet då en ny förare skall lära sig att köra.

Tabell 9.

Medelbetyg för de olika koncepten.

Koncept	Reglagets utformning	Placering av knappar	Manövrering av kran	Sammanlagd poäng
Musen	7,2	6,2	7,6	21
Klotet	7,2	6,2	6,9	20,3
Fingerborgen	8,8	7,4	6,2	22,4
Greppet	7,0	3,8	5,8	16,6
Pekskärmen	6,4	5,8	6,2	18,4

Tabell 10.

Sammanlagd rangordning av de olika koncepten.

Rangordning	
1	Fingerborgen
2	Pekskärmen
3	Klotet
4	Greppet
5	Musen

Testpersonernas kommentarer var mycket värdefull och gav både nya insikter och inspiration. Formen på Koncept 3, fingerborgen var mycket uppskattad. Knapparna på pekskärmen hade symboler, vilket gjorde det lättare att memorera vilken knapp som bar på vilken funktion. Detta uppskattades av testpersonerna men vad som bör hållas i åtanke är att föraren inte ska titta på styrreglagen vid körning.

Olika för och nackdelar med de olika koncepten listades och finns i Tabell 11.

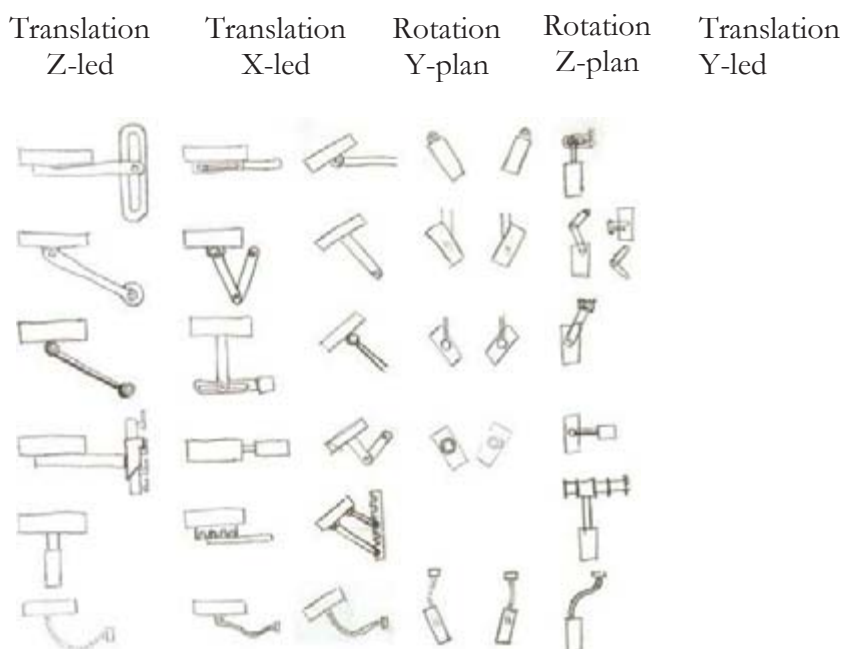
Tabell 11.

För och nackdelar hos de olika styrreglagekoncepten.

Koncept	Fördelar	Nackdelar
1 Musen		Behöver en fast del att glida mot vilket försvårar möjligheten att ta lös kontrollen och hålla den i knät som en spelkontroll.
2 Klotet		- Bygger antagligen mer på höjden än musen - Behöver en fast del att titta mot vilket försvårar möjligheten att ta lös kontrollen och hålla den i knät som en spelkontroll.
3 Fingerborgen	- Kranrörelse kan skötas både med fingerborg men skulle också kunna köras som musen eller klotet. - Kan skötas i knät utan extra del.	Fingrar används även för styrning, vilket innebär extra mycket arbete med fingrarna.
4 Greppet	- Erbjuder grepp att hålla i vid körning i tuff terräng. - Kransstyrning då kontrollerna sitter på armstödet skulle kunna skötas genom att vrida, titta eller skjuta reglaget i olika riktningar. Detta skulle ta bort möjligheten att "hålla i sig" i kontrollen. - Kan skötas i knät utan extra del.	Reglage för kranstyrning finns troligtvis inte utan kommer behöva specialtillverkas.
5 Pekskärm	- Bara de funktioner som behövs syns. - Enkel för nybörjare.	- Ingen fysisk återkoppling (alt. vibrationer) - Känner inte var knappar finns, svårt att orientera sig utan att titta. (Skärmen yta behöver en struktur) - Fingrarna har ingen plats att vila på. Alternativt skulle skärmens känslighet för tryck kunna var så låg att fingrarna kan vila på skärmen. Detta kan innebära att tryckkraften för att aktivera en funktion blir för hög. - Behöver en fast del att glida mot vilket försvårar möjligheten att ta lös kontrollen och hålla den i knät som en spelkontroll.

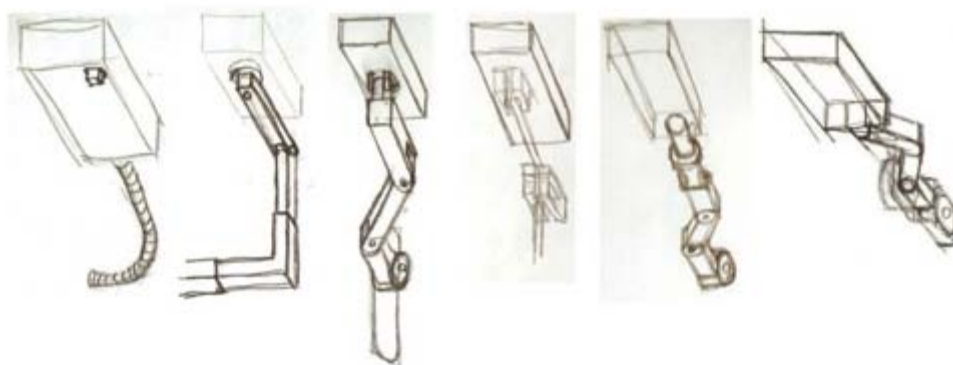
3.4.2 Armstöd

Armstödet skulle kunna förflyttas på flera olika sätt, både translations- och rotationsrörelse i tre dimensioner och dessutom för två delar, armstödet och reglagehållaren. Konceptgenereringen började med att en förflyttning i taget betraktades och flera olika lösningar togs fram, se Figur 39.



Figur 39.
Lösningar för att åstadkomma olika förflyttningar av armstöden.

De olika lösningarna kombinerades sedan på olika sätt för att hitta bra koncept som kunde uppfylla samtliga krav på armstödet, se Figur 40.

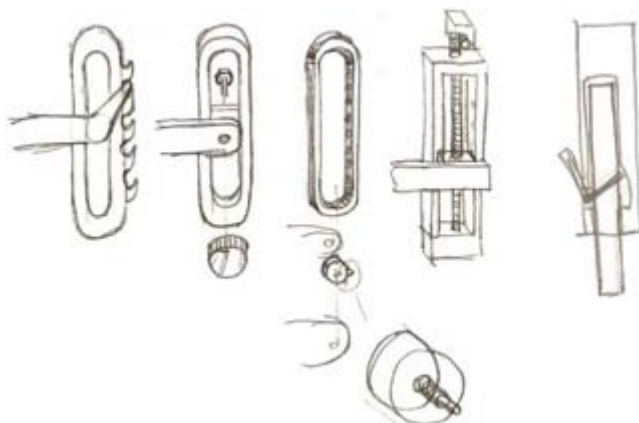


Figur 40.
Olika koncept av armstöd.

Samtidigt som armstödet skulle vara mycket flexibelt behövde det även vara stabilt. För att åstadkomma det måste dess leder kunna låsas på ett bra sätt. Låsningarna skulle vara enkla att låsa/öppna, klara hålla tillräckligt stora krafter och vara flexibla på så sätt att de erbjuder många lägen att låsa leden i. Låsningarna ska också göra leden så glappfri som möjligt. Detta är extra viktigt eftersom det skakar mycket i hytten. Om armstödet skulle vara besvärligt att reglera kommer troligtvis dess flexibilitet inte att utnyttjas. Därför var det extra viktigt att armstödet var lättjusterat. Sätten att låsa leder kan delas upp i *kraftbetingade* och *formbetingade*. Kraftbetingade låsningar innebär att leden låses av friktionskraft som uppkommer mellan två kroppar som pressas samman. För en rotationsled skulle det kunna vara ett skruvförband. Det är det vanligaste låsningssättet på befintliga armstöd. Formbetingade låsningar stoppar ledens rörelse genom dess form. Vid en rotationsled skulle det kunna vara en sprint som stoppar rörelsen. Ett klassiskt exempel på en formbetingad låsning är en pinne mellan ekrarna på ett cykelhjul. Generellt gäller att kraftbetingade låsningar erbjuder större flexibilitet och mindre glapp medan formbetingade ger en större möjlighet till enkel låsning/öppning, till exempel genom en knapptryckning. I Figur 41 och 42 syns olika låsningstyper för att stoppa rotationsled och led som kan förskjutas linjärt. Kombinationer av formbetingade och kraftbetingade låsningar kan också förekomma, en sådan syns näst längst till höger i Figur 41.

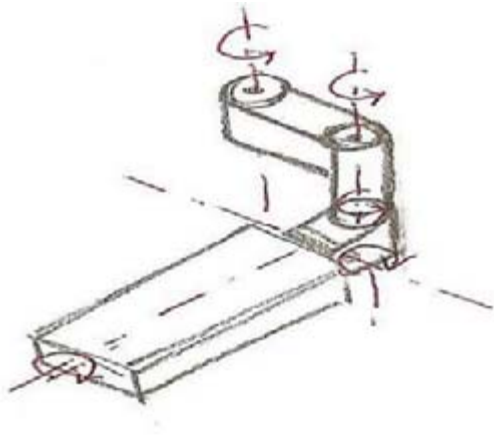


Figur 41.
Olika lösningar för att låsa en led som kan utföra rotationsrörelse.



Figur 42.
Olika lösningar för att låsa en led som kan göra en linjär förflyttning.

Efter övervägande togs beslutet att armstödet skulle ha tre rotationsleder som kunde vridas i horisontalplanet. Tre leder skulle ge en stor flexibilitet och möjlighet till förflyttning framåt/bakåt av ytan armen vilar på. Varje led skulle kunna bilda en 90 graders vinkel eller mindre mellan ingående armar. För lutning av armstödet i vertikalplanet skulle en rotationsled finnas som klarade att bilda en 30 graders vinkel mot horisontalplanet. Den skulle sitta direkt innan armstödet yta varpå armen skall vila. Utöver dessa fyra leder skulle ytterligare en rotationsled finnas som kunde tilta armstödet 10 grader i sidled, se Figur 43.



Figur 43.

Konceptet för vidare arbete skulle ha tre rotationsleder i horisontalplanet följt av en rotationsled i vertikalplanet. En fjärde rotationsled skulle kunna tilta armstödet i sidled.

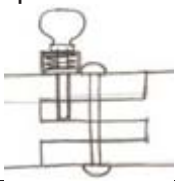
För att låsa de olika lederna valdes först en förbättringad låsning med någon slags sprint till alla lederna. Valet gjordes med en utvärderingsmatris där olika alternativ jämfördes, se Tabell 12. Följande egenskaper jämfördes:

- *Justerbart*, vilket innebar hur många olika lägen låsningstypen erbjuder.
- *Användning* innebar hur enkelt det är att låsa/låsa upp leden.
- *Styrka* talar om hur stor kraft leden antogs kunna låsa.
- *Glapp* talade om hur mycket leden tenderade att glappa. Ett högt betyg innebär lite glapp och vice versa.

De olika egenskaperna viktades från 1 till 4. Beroende på ledens orientering hade egenskapen *styrka* olika vikt. För leden som roterar armstödet i vertikalplanet var låsningen styrka extra viktig eftersom föraren skulle kunna lägga sin vikt på armstöden. Låsningar egenskaper betygsattes från 1 till 5. Ju fler poäng ju bättre. Vanligt skruvförband togs med i matrisen eftersom det var bra att ha som jämförelse.

Tabell 12.

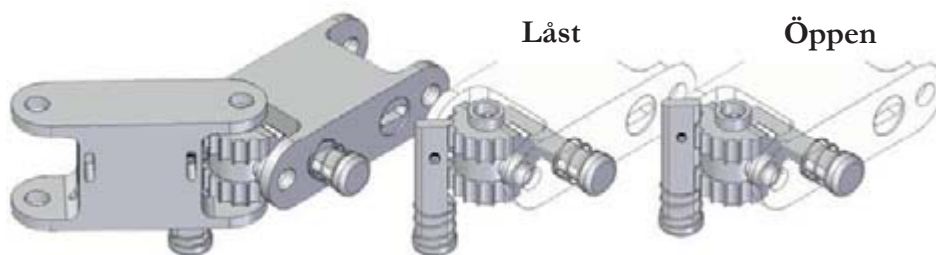
Utvärdering av olika låsningar för rotationsled.

Typ av Låsning	Justerbart 2	Användning 4	Styrka 2/3 *	Glapp 2	Summa
Sprint 	3	5	5	2	40/45*
Snabbkoppling, plana ytor 	5	3	3	5	38/41*
Snabbkoppling, tandade ytor 	3	3	5	5	38/43*
Vanligt skruvförband	5	1	4(förutsatt att verktyg används)	5	32/36*

* Gäller för rotationsled i vertikalplanet.

Låsbar kardanknut

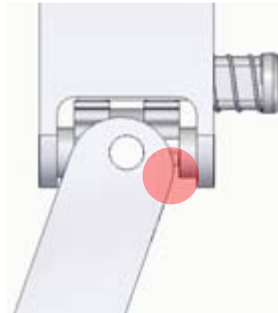
För att få stora möjligheter till variation, samtidigt som minimal plats skulle tas upp gjordes ett försök att konstruera en låsbar *kardanknut* till armstödet. Två olika koncept togs fram. En kardanknut har två rotationsleder vars rotationsaxlar korsas. Låsningen skulle som sagt ske formläpningat för att göra låsning/-öppning så enkelt som möjligt. Det första konceptet (se Figur 44) behövde bara två knapptryckningar för att låsa upp leden helt, en knapp för vardera rotationsaxeln.



Figur 44.

Första konceptet för hur en låsbar kardanknut skulle konstrueras. En knapptryckning behövdes för att låsa upp en rotationsled.

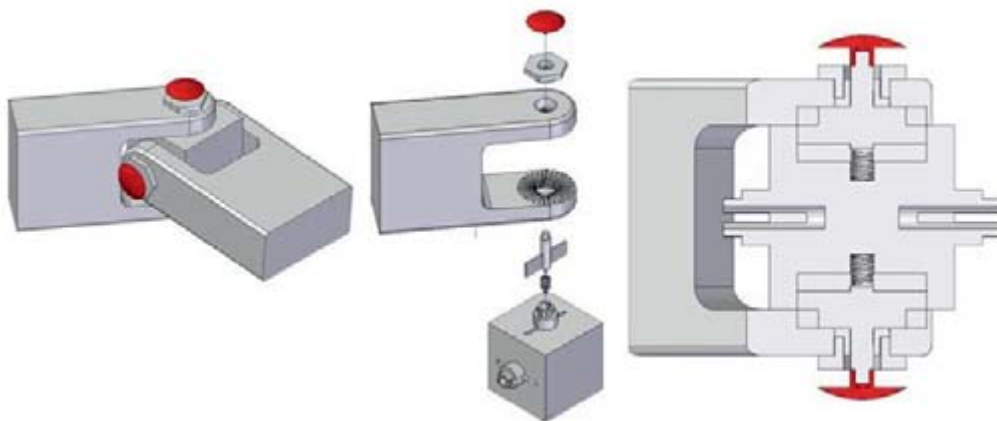
Problemet med det konceptet var att tillräckligt små vinklar inte gick att få mellan ledens två armar eftersom de då slog emot varandra, se figur 45. Eftersom att låsningssprinten angriper leden från sidan skulle konceptet aldrig kunna konstrueras så att 90 graders vinklar mellan armarna skulle kunna fås, vilket var önskvärt.



Figur 45.

Redan vid den stora vinkeln som syns i bilden stötte de båda armarna ihop.

För att kunna minska vinkeln mellan armarna gjordes ett nytt koncept. Här skulle den låsande delen inte angripa vinkelrätt mot rotationsaxel utan i stället i dess riktning. Eftersom att rotationsaxlarna korsar varandra kom två knappar att behövas för att låsa upp en rotationsaxel, förutsatt att en låsning per sida behövdes för att ge tillräcklig styrka. Även här blev det svårt att få armarna att kunna bilda så små vinklar som 90 grader. Det gick att åstadkomma för en rotationsaxel men då blev den andra rotationsriktningen något låst. Samtidigt skulle det bli svårt att komma åt knapparna för mindre vinklar eftersom att den ena knappen åker in i emellan de två delarna som håller leden.



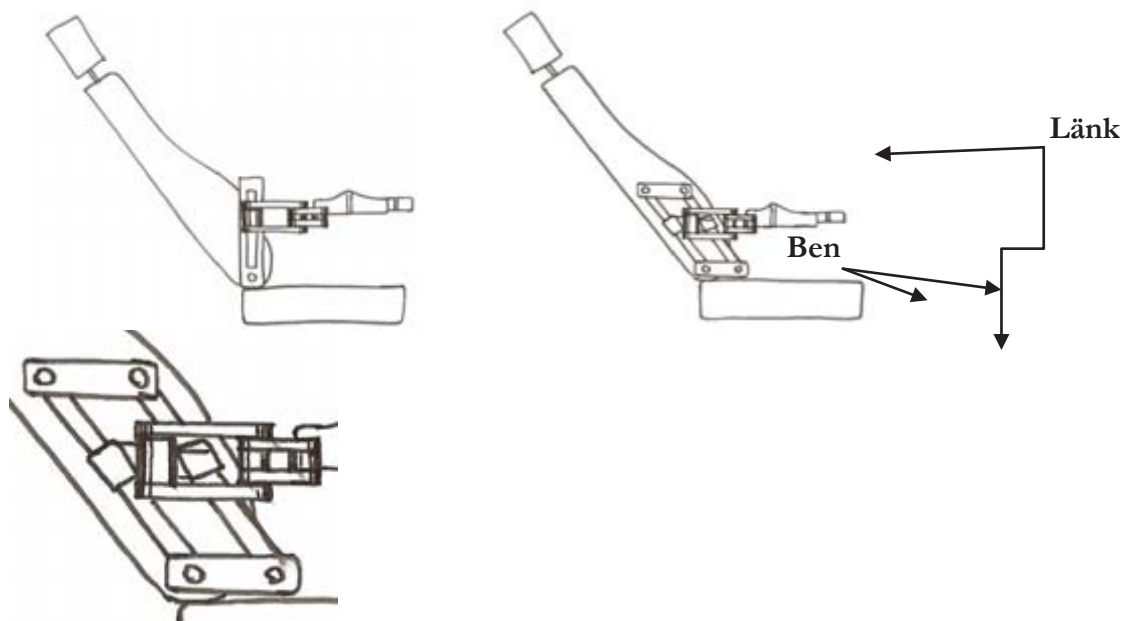
Figur 46.

Koncept 2 av låsbar kardanknut. Konceptet krävde två knappar för att låsa upp en rotationsled. Även här blev det problem med mindre vinklar eftersom att en av knapparna vandrade in mellan de fasthållande armarna så att den blev svåråtkomlig.

Försöken att konstruera en kardanknut med formbetingad låsning som klarade av att ge tillräckligt små vinklar misslyckades. Det bidrog till insikten att justerbarheten på formbetingade låsningar inte blev så bra som det antagits vid utvärderingen i Tabell 10, såvida leden inte gjordes väldigt stor. Mot den här bakgrunden valdes istället låsning med snabbkoppling och plana ytor till rotationslederna i horisontalplanet. För rotationsleden i horisontalplanet valdes en låsning med snabbkoppling och tandade ytor eftersom den här leden behövde låsa en större kraft.

Infästning av armstöd

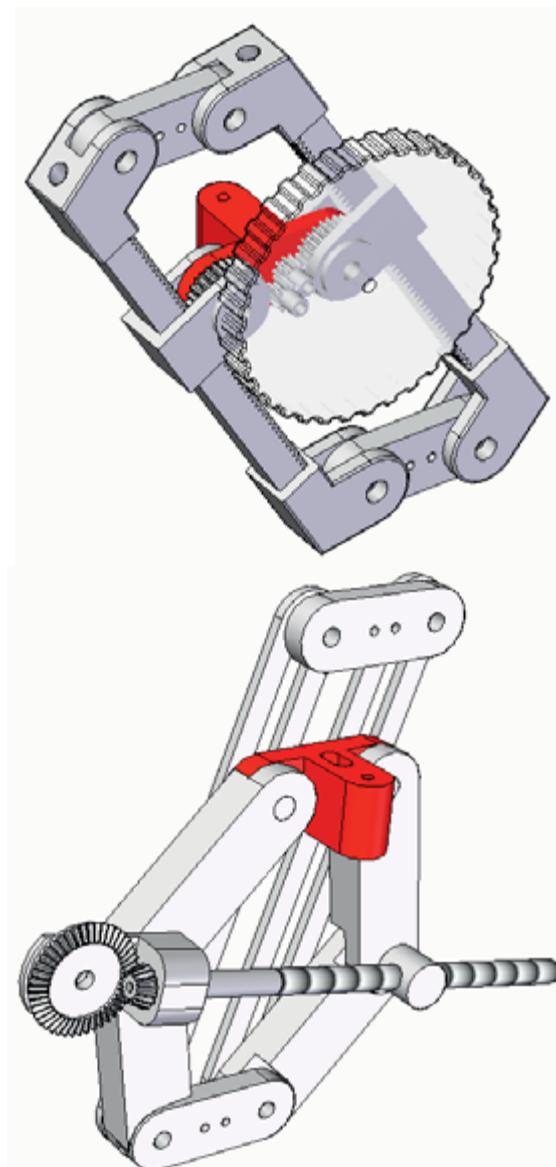
Armstödet inställningar skulle inte förändras då övriga inställningar på stolen gjordes. Då ryggstödet fälldes bak skulle inte armstödens vinkel mot horisontalplanet ändras (Figur 28). Armstödet höjd skulle även kunna ändras. Två koncept för att utföra detta togs fram. Det första konceptet fungerade på så vis att armstödet var fäst mot en del i vilket det kunde flyttas i höjdlid. Delen armstödet fäste mot var i sin tur fäst infäst i den punkt runt vilken ryggstödet kunde rotera, se Figur 46. Detta är standardutförandet på dagen armstöd. Nackdelen med detta annars enkla koncept är att armstödet inte följer med ryggstödet horisontalt då det lutar.



Figur 47.
Koncept 1 till vänster och 2 till höger, infästning av armstöd.

Det andra konceptet byggde på en fyrledsmekanism, se Figur 47. Armstödet skulle fästas mot *benen* på fyrleden, över vilka det sedan skulle kunna förflyttas för att ändra dess höjd. Fyrledens ena ben skulle vara fäst mot ryggstödet. Den undre länken som kopplade samman benen skulle vara fixerad horisontalt. Detta koncept valdes att arbeta vidare med eftersom det erbjöd armstödet att förflyttas i horisontalled med ryggstödet vilket det föregående konceptet inte gjorde.

Svårigheten i det fortsatta arbetet var att hitta en bra lösning på hur armstödet skulle låsas då det förflyttats i höjddled. Önskvärt var att endast ett grepp skulle behövas för att reglera armstödet höjd. En låsning vid varje ben av fyrleden behövdes. Avståndet mellan benen varierade då ryggstödet vinkel ändrades. Olika försök att hitta en lösning som bara krävde ett grepp gjordes, två syns i Figur 48. De rödmarkerade delarna i Figur 48 är de delar där infästningen av armstödet skall göras. Dessvärre lyckades detta inte och det blev en lösning med två separata låsningar för varje ben.



Figur 48.

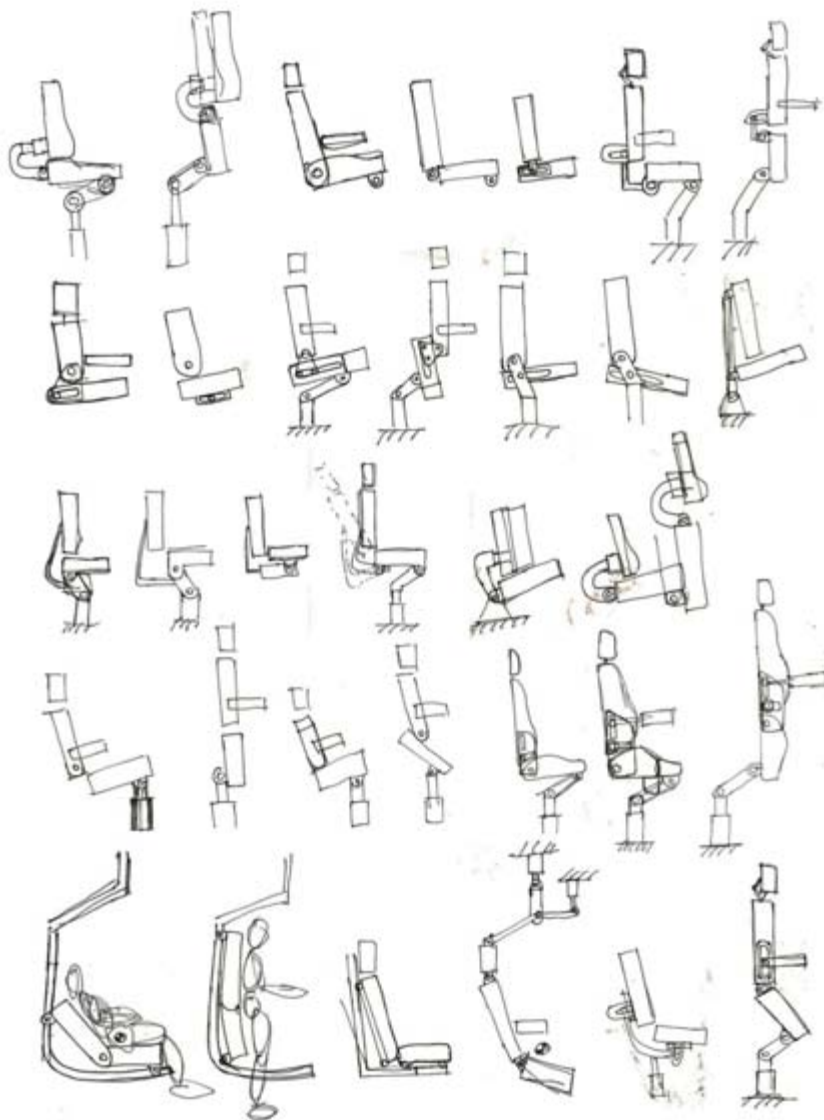
Två olika försök att konstruera en fyrledsinfästning till armstödet där höjdregleringen skulle kunna ske med en handling. I de här två fallen genom att rotera ett hjul.

Reglagehållare

Reglagehållaren skulle kunna utföra samma förflyttningar som armstödet. Där-
emot skulle den inte behöva hålla så stor kraft eftersom föraren inte förväntas
luta sig på dem. Vanligtvis monteras reglagehållare till armstödet med en
dubbel kulle. Lederna låses med friktion genom att klämma kulorna mellan
två konformade kroppar. Detta ansågs vara en bra lösning. För att ge möjlighet
till translationsrörelse i armstödet i riktning skulle kulleden som fäste mot arm-
stödet gå att flytta fram och tillbaka i ett spår.

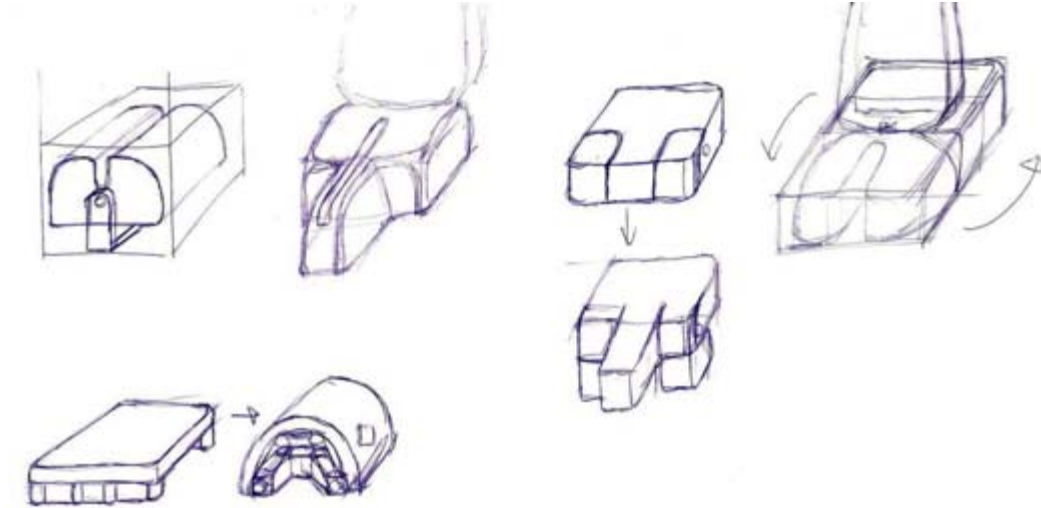
3.4.3 Stol

En mängd olika enkla koncept togs fram för att kunna konstruera en stol som
kunde justeras på all de sätt som önskades, se Figur 49.



Figur 49.
Koncept på stol.

Stolens sits skulle kunna varieras mellan en ”vanlig” sits och ett sadelsäte. I Figur 50 syns ett flertal koncept på hur det skulle kunna ske. Sitthöjden är högre på en stol med sadelsits eftersom att vinkeln i höftled och knäled blir större. Konceptet i Figur 50 längst ned till vänster gav en ökad sitthöjd samtidigt som sätet gick från vanligt till sadel. Det blev det valda konceptet. Under den vadderade sitsen skulle en böjbar skiva av något plastmaterial finnas. Skivan skulle sitta monterad på en mekanisk konstruktion som böjde skivan så att den fick en profil som en sadel.



Figur 50.
Olika koncept för att ändra sitsen från vanlig till en sadelsits.

4 Resultat

I Figur 51 syns de slutliga koncepten för styrreglage, armstöd och stol. Nedan förklaras de slutliga koncepten var för sig närmre.



Figur 51.
Fotorenderad bild av de slutliga koncepten tillsammans.

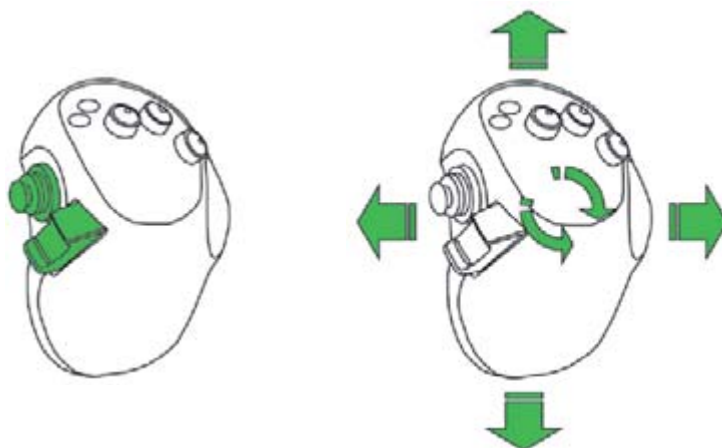
4.1 STYRREGLAGE

Ett nytt reglage som byggde på en kombination av koncepten musen och fingerborgen gjordes, se Figur 52. Flera förslag som kommit fram av utvärderingen med testpersonerna togs med i detta koncept. Däribland kan nämnas, joysticken för pekfingeret blev en joystick för tummen, en yta för lillfingeret gjordes som underlättade hanteringen av reglaget, att vrida reglaget runt dess vertikalaxel blev ett sätt att aktivera funktioner.



Figur 52.
Slutligt koncept av styrreglage.

Kranstyrningen skulle kunna ske på två olika sätt. Det ena sättet var genom en joystick i kombination med en vippknapp för bägge tummarna. Det andra styrsättet var genom en förflyttning av hela reglaget likt konceptet 1, musen, plus rotation av reglaget runt dess vertikalexel, medurs och moturs, se Figur 53.



Figur 53.

Kranstyrningen kan ske på två olika sätt. Antingen med en joystick och en vippknapp för tummen eller genom att förskjuta hela reglaget i någon riktning samt rotera det kring sin vertikala axel.

De två styrsätten aktiverar olika muskler, tummen för styrning med joystick och vippknapp, axeln och handleden för styrning med hela reglaget. De två styrsätten kan kombineras. Vippknappen bär samma funktioner som rotation av reglaget, joysticken för tummen bär samma funktioner som förskjutningen av reglaget. Vid förskjutning av reglaget är det troligtvis enklare att trycka på vippknappen än att rotera reglaget. Även de tre vanligaste funktionerna har fått två aktiveringssätt. Dessa är automatikfunktionen, öppna och stäng aggregat. Alla de funktioner som ansågs vara onödiga att ha på själva styrreglagen föreslås flyttas till en pekskärm, se Figur 54.



Figur 54.

Funktioner som flyttats från styrreglagen föreslås läggas på en pekskärm. Andra funktioner som sitter runt om i hytten i olika paneler med knappar och tangentbordet skulle kunna placeras på pekskärmen.

Detta är sådana funktioner som inte aktivt används under upparbetningen till exempel aktivering av arbetsvarvtal, vindrutetorkare med flera. Funktioner som vindrutetorkare anses även ha möjlighet att göra mer intuitiva med hjälp av en pekskärm istället för att ha den på en fysisk knapp. För att förstå inställningarna av vindrutetorkarna på EME-spakarna måste manualen läsas (Bilaga 1 för att se hur inställningarna för vindrutetorkarna görs med EME-spakarna). I Bilaga 5 finns en lista på vilka funktioner som ligger på vilken knapp på de nya reglagen och även vilka som föreslås ligga på pekskärmen.

För att uppnå en god överensstämmelse mellan de nya reglagen och de gamla har placeringen av funktionerna satts på ett liknande sätt för att erfarna förare lättare skall kunna anpassa sig till de nya. Som exempel kan nämnas att 4-vägs-knappen för vänster pekfinger på de nya reglagen och EME-spakarna har samma funktioner. Alla funktioner har behållits på samma hand.

I stället för att ha flera olika knappar för trädval och kvalitet så ha de samlats på en knapp vardera. Knapparna fungerar på så vis att föraren stegar sig mellan de olika trädarterna/kvalitéerna genom att upprepade gånger trycka på knappen.

Några shift-funktioner har inte lagts på reglagen. I stället så skulle pekskärmen kunna ha dessa funktioner. Pekschärmen skulle även kunna ersätta mus och tangentbord.

För att kunna ha reglagen i knäet skulle utformning av armstöden vara så pass flexibel och tunn att de kunde vridas in över låren.

4.1.1 Val av kontroller

Urvalet av kontroller gjordes i samråd med kunnig personal på företaget Stigab som tidigare varit med vid utveckling av styrreglage för bland annat skördare. De valda kontroller lever upp till flera krav som gäller för att de skall få sitta i skogsmaskiner. Kraven har inte tagits upp i arbetet av den anledningen att endast ett övergripande koncept skulle tas fram och inte en färdig produkt. I Tabell 13 listas de kontroller som sitter på reglagen. För att aktivera funktioner genom att förflytta hela reglaget kommer egna kontroller behöva tillverkas. Ingen som passade till uppgiften kunde hittas.

Tabell 13.
Val av kontroller till styrreglage.

Benämning	Antal		Manöverkraft [N]	Förklaring
	Vänster	Höger		
Otto, Hall Effect Rocker U2-501	1	1	–	Vippknapp för tummen
Otto, Liner Hall Effect Toggle HTL4	1	1	4,5	Joystick för tummen
Otto, Tactile Mini TrimT4-T	2	3	3,4	Fyravägsknapp med Klickfeedback i färgerna röd, grå och svart.
NKK-Nikkai, JB-15 KP	2	2	1,8	Tryckknapp med Klickfeedback

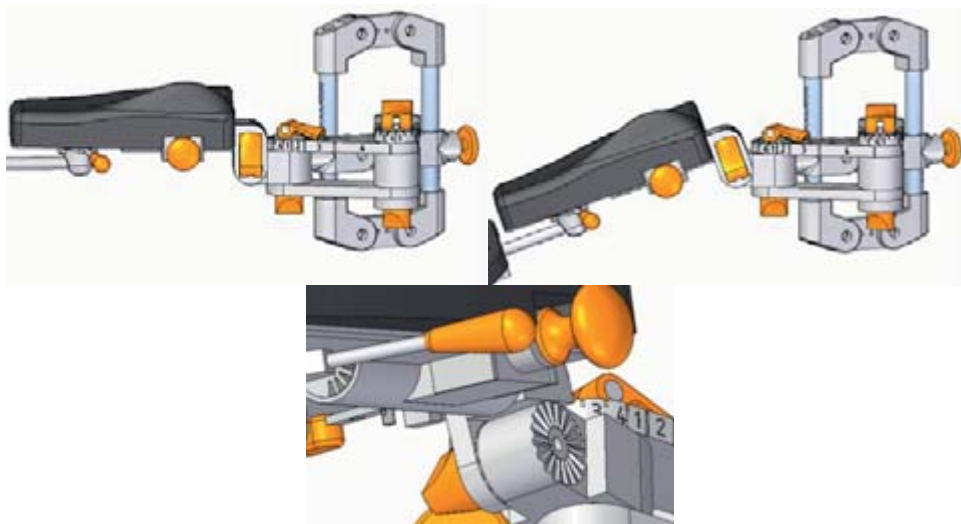
4.2 ARMSTÖD

I Figur 55 syns det slutliga konceptet av armstödet. Konceptet har det tre rotationsleder i horisontalplanet vilka låses med snabbkopplingar och plana ytor mellan ingående armar. Lederna har graderade skalor.



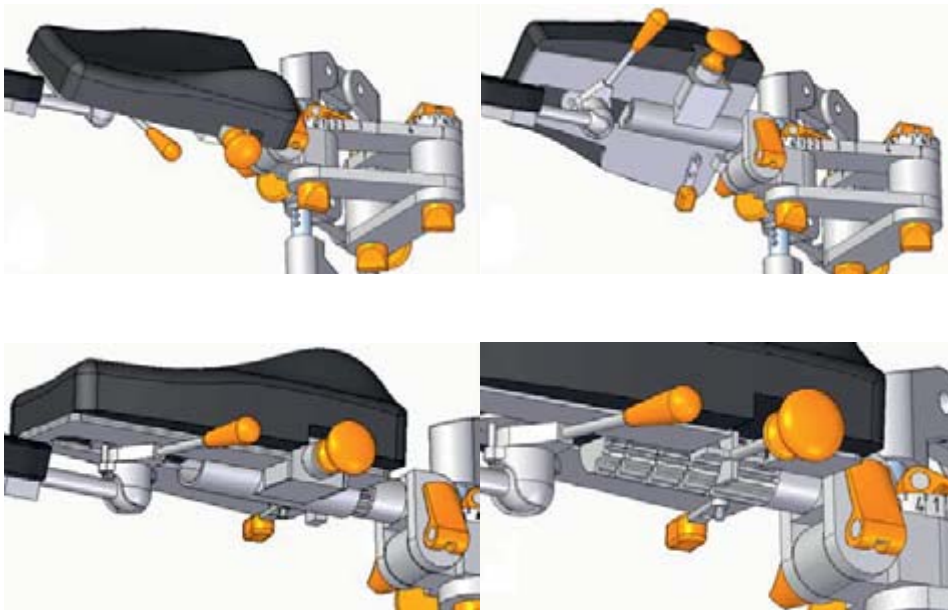
Figur 55.
Slutligt koncept av armstöd.

Det finns ytterligare två rotationsleder på armstödet placerade vinkelräta mot varandra. Den första sitter precis innan delen av armstödet som armen placeras på. Leden kan fälla ner armstödet så det sluttar framåt och låses med en snabbkoppling där friktionsytorna har tandad utformning för att kunna hålla större krafter, se Figur 56.



Figur 56.
Rotationsleden som vinklar armstödet nedåt. Leden låses med en snabbkoppling där de mötande ytorna har tandad utformning för att kunna hålla större krafter.

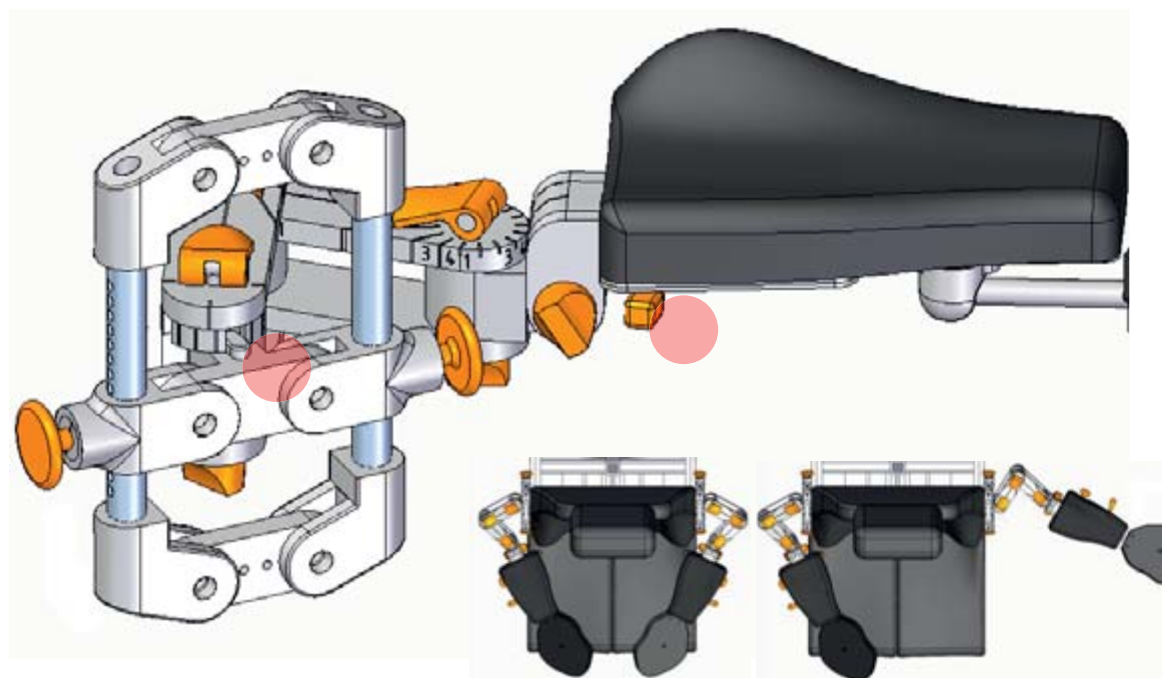
Den sista leden kan både tilla armstödet i sidled och förflytta det i längdled. Låsningen sker med en fjäderbelastad sprint, se Figur 57.



Figur 57.

Led som kan tilla armstödet i sidled och förskjuta det i längsled. Låsningen sker med en kryssformad sprint som sitter fjäderbelastad.

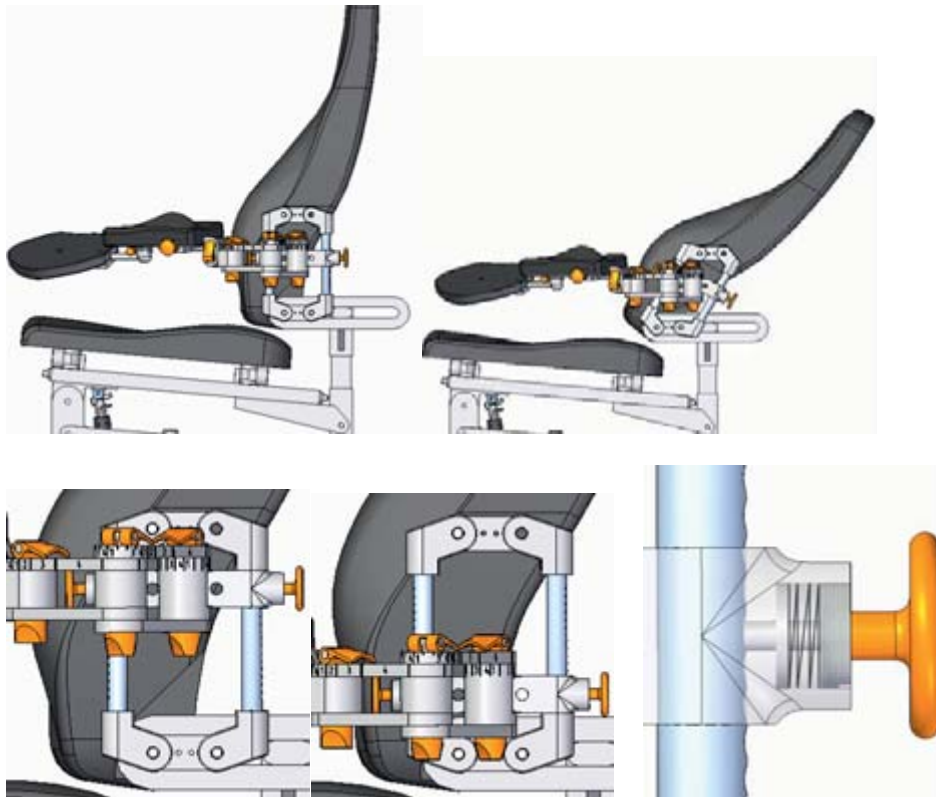
För att enkelt kunna kliva i och ur stolen utan att ändra inställningar på armstödet finns det en snabböppning. Genom att dra handtaget som är markerat i Figur 58 kommer den bakre rotationsleden i vertikalplanet att öppnas via en wire kopplad till en fjäderbelastad sprit. Hela armstödet kan då skjutas i sidled.



Figur 58.

Genom att dra det markerade handtaget spänns en wire som drar ut en fjäderbelastad sprint ur den första horisontala rotationsleden (wiren finns inte med i bilden). Detta frikopplar armstödet så att det går att föra åt sidan för att kliva i och ur stolen.

För att armstödet ska behålla sin inställning då ryggstödet ändras är det fäst till stolen med en fyrledsmekanism. Armstödet kan flyttas i höjddled över fyrledens två ben. Låsning sker med fjäderbelastade sprintar, se Figur 59.



Figur 59.

Armstödet fästs till stolen med en fyrledsmekanism vilket gör att det följer ryggstödet rörelse utan att dess vinkel mot horisontalplanet ändras. För höjddreglering drags de två fjäderbelastade sprintarna ut som annars låser armstödet mot fyrledens ben.

Reglagehållaren sitter fäst till armstödet med en dubbel kulle. I änden som fäster mot reglagehållare spänns kulan in mellan två konformade kroppar med ett skruvförband. Förbandet spänns med en sådan kraft att föraren fortfarande kan reglera reglagehållarens position. Vid infästningen mot armstödet ligger kulan i ett *hus*, se Figur 60. För att låsa kulan drar man i ett handtag. Kulan kläms då mellan huset och den del av handtaget som fäster mot huset. Huset och handtaget sitter fästa på en *släde* som kan flytta sig i ett spår på undersidan av armstödet. Släden låses i spåret då handtaget vrids för att spänna in kulan. Handtaget är kopplat till släden med en vänstergänga och till huset med en högergänga. Därför spänns båda delarna in då handtaget vrids.



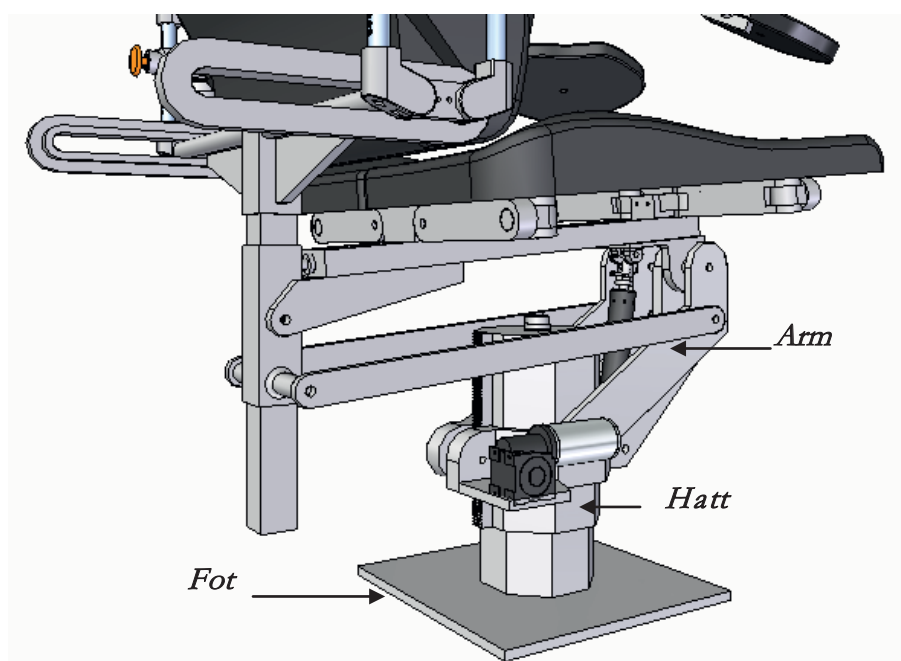
Figur 60.

Infästning av reglagehållaren mot armstödet sker med en kulle som ligger på en släde. Släden kan skjutas i armstödet längsriktning. För att låsa både kullen och släde vrids handtaget. Släden har en vänstergängad tapp och kullens hus ett högergängat hål. Detta gör att bägge delarna dras inåt mot mittendelen då handtaget vrids.

4.3 STOL

Konceptet avseende stolens konstruktion var mer övergripande än armstödet. Hur alla de olika lederna skulle låsas definierades inte.

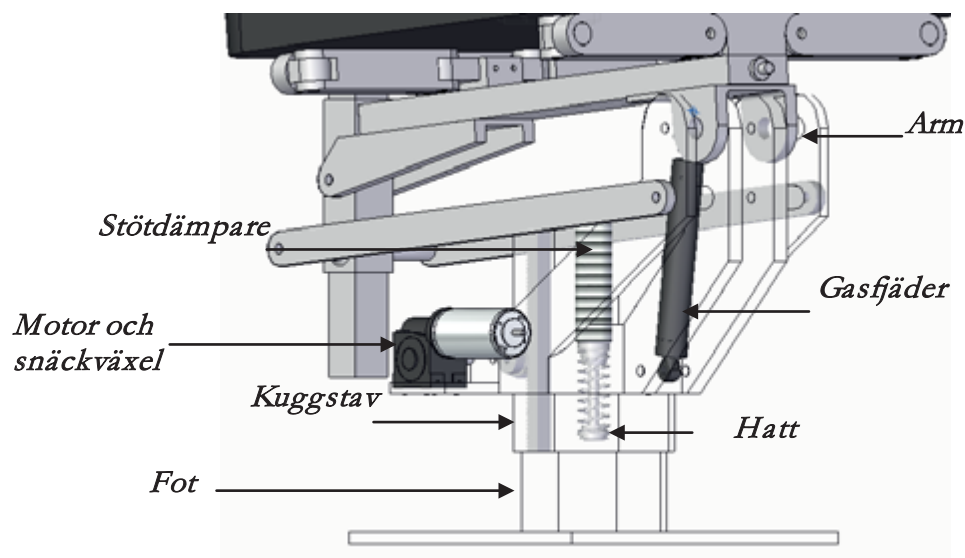
I Figur 61 och 62 definieras några av stolens olika delar vilket behövs för att förstå kommande text.



Figur 61.

Definition av olika delar av stolskonceptet.

Längst ned på stolen sitter den så kallade *foten* vilket är den del som kommer att fästas i hytten. Över foten sitter en del som kallas *hatten*. Mellan hatten och fotens väggar föreslås linjär nållager monteras. Mellan Foten och hatten finns utrymme för stötdämpning, se Figur 62.

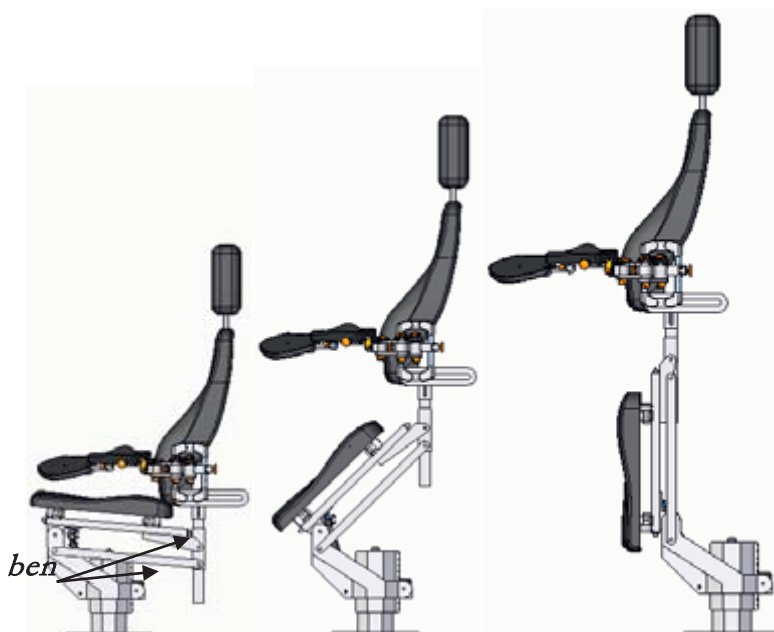


Figur 62.

Mellan foten och hatten finns utrymme för stötdämpning.

På hatten sitter en kuggstav för reglering av stolens höjd. På kuggstaven kan *armen* vandra. Med hjälp av en snäckväxel och en elmotor flyttas armen över hatten. Snäckväxeln skall vara dimensionerad så att den blir *självhämmande*. Detta innebär att den inte kan drivas baklänges, stolens höjd kommer inte att kunna ändras genom tryck på sitsen. Regleringen kan bara ske genom att den ingående axeln från motorn roteras. Det gäller både för höjning och för sänkning av sitsen. Mellan armen och hatten behövs lagring.

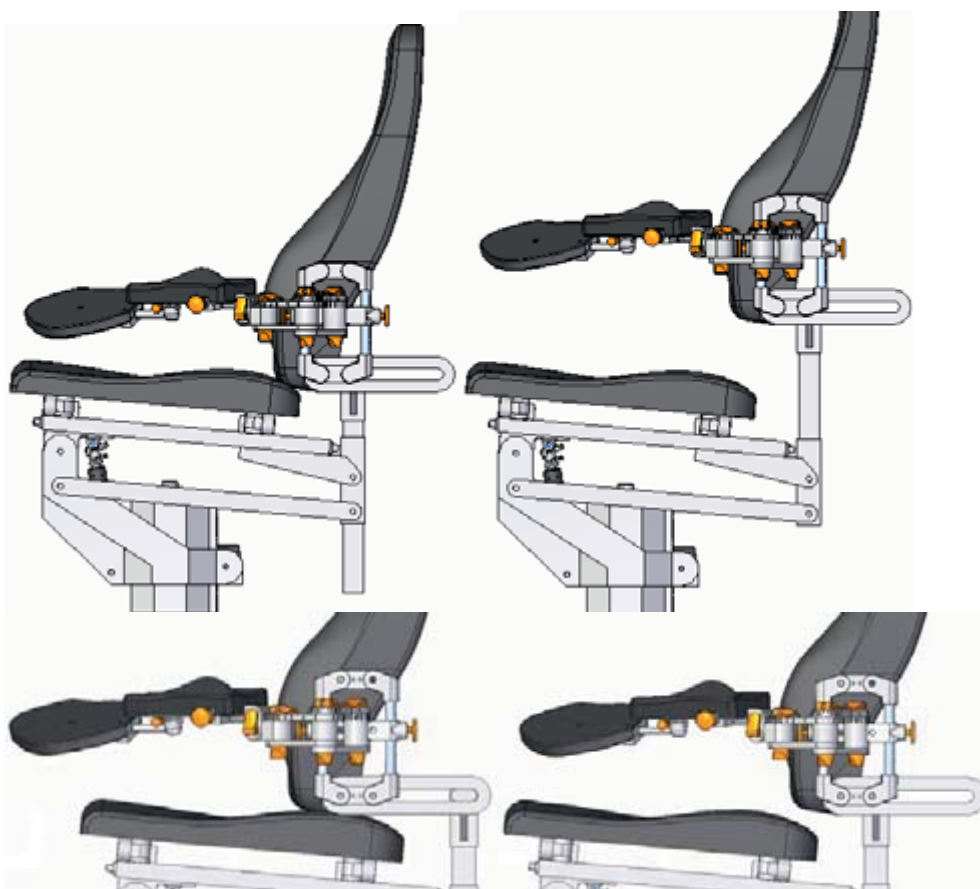
I armen fäster två *ben* som tillsammans bildar en fyrledsmekanism med ryggstödet infästning. Med hjälp av fyrledskonstruktionen kan stolens sits resas samtidigt som ryggstödet behåller sin vinkel mot vertikallplanet, se Figur 63. Detta görs då föraren vill stå upp och köra. Uppresningen av sitsen sker med en *låsbar* gasfjäder. Att gasfjädern är låsbar innebär att den kan ändra längd. Låsbara gasfjädrar sitter ofta på höj och sänkbara kontorsstolar.



Figur 63.

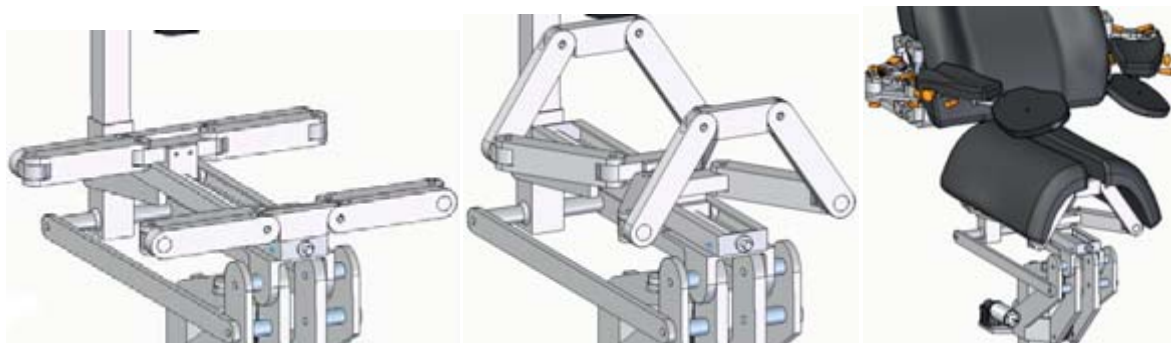
Med hjälp av en fyrledsmekanism kan ryggstödet behålla sin lutning då stolen reser sig för att möjliggöra stående körning.

I Figur 64 framgår hur ryggstödetets höjd kan regleras och sätets djup.



Figur 64.
Ryggstödetets höjd kan regleras och sätets djup.

Sitsen består av två vadderade ytor som är fäst på en varsin böjbar skiva. Under de båda skivorna sitter ett underrede av sammanlänkade armar. Underredet kan glida över det övre benet som binder samman armen med ryggstödet infästning. När detta sker kommer sitsens två delar att glida isär något och samtidigt böjas till en sadelform, se Figur 65. På så sätt fås ett delat sadelsäte. För att åstadkomma förändringen av sittunderredet kan en trapetsgängad skruv användas, antingen kopplat till en vev, eller till en elmotor. Skruven matar då de två mittendelarna inåt mot mitten så att förändringen av sitsen sker.



Figur 65.

Ett underrede av sammanlänkade armar gör att sätet kan ändras från platt till ett sadelsäte.

4.4 PROTOTYP

Prototyper av styrreglagen togs fram som kan kopplas till en simulator hos Skogforsk i Uppsala för utvärdering, se Figur 66.



Figur 66.

Prototyp av styrreglage.

Reglagen bestyckades med de kontroller som står i Tabell 13 under kapitlet *4.1.1 Val av kontroller*. Funktionerna som skulle åstadkommas genom att hela reglaget flyttades kunde inte förverkligas hos prototyperna. Kranstyrningen kan därför endast skötas med tumreglagen.

Prototyp tillverkningen gick till på följande vis. En modell av högerhandens reglage togs fram i cernitlera. Lermodellen scannades in i en 3D scanner. Filen som erhöles från scanningen överfördes till en fräs där en modell frästes ut i ett relativt lätt modellmaterial. Den urfrästa modellen granskades och bearbetades något med spackel och sandpapper, se Figur 67.



Figur 67.

Tillvänster syns ursprungsmodellen i cernitlera. Tillhöger syns den första urfrästa modellen som bearbetas med spackel och sandpapper.

Den bearbetade modellen scannades. Två nya modeller frästes ut i ett hårdare modellmaterial med benämningen *ebaboard 60-1*, en modell för vardera handen. Eftersom att kontrollerna skulle monteras in i normalriktning mot reglagens yta fick all den bearbetningen ske för hand i en pelarborrmaskin, se Figur 68.



Figur 68.

Hål för kontroller i modellen gjordes i en pelarborr eftersom de skulle angripa från många olika vinklar.

För de vanliga tryckknapparna fanns inga runda huvuden att tillgå, vilket eftersöktes då det är betydligt enklare att skapa ett runt hål än ett hål med någon annan form. Knapparna infästning mättes upp och egna knapphuvuden tillverkades med en 3d-skrivare. Kontrollerna fästes i reglagen och löddes sedan fast till *D-sub*, se Figur 69. Kopplingsschema för höger och vänsters reglages D-sub finns i Bilaga 6.



Figur 69.
Reglagens kontroller kopplades till en D-sub.

5 Fortsatt arbete

Som första steg i ett fortsatt arbete med projektet bör någon form av utvärdering göras. Prototyperna av styrreglagen kan som nämnts kopplas in till en simulator där de skulle kunna utvärderas. Prototyperna kan bara sköta kranrörelsen på ett sätt, med tumreglagen. Därför kommer inte konceptets kanske viktigast attribut, två sätt att styra kranen, att kunna utvärderas. Även om prototyperna haft dubbel kranstyrning så skulle dess effekt troligtvis ta mycket lång tid att se.

Tanken är att genom möjlighet att styra kranen på två sätt så skall riskerna för arbets-skador på grund av enformiga repetitiva arbete att kunna minska. Tiden det tar att få sådana besvär är ganska lång vilket därför skulle innebära att ett test för att se om någon minskning kan nås också skulle vara lång. Riktiga reglage skulle behöva tas fram och installeras i en skördare och sedan användas. Därefter skulle en bedömning kunna göras. Testet i simulatorn skulle kunna ge en subjektiv bedömning av reglaget utformning och eventuell minskad inlärningstid. Inlärningstiden skulle kunna vara kortare av den anledningen att reglagen har färre funktioner än tidigare och större diskriminerbarhet mellan de olika kontrollerna. Testet skulle kunna ske genom att två grupper nya förare skulle få köra, ena gruppen med de nya reglagen och den andra med de gamla EME-spakarna. Efter en viss tids träning skulle de båda grupperna få köra en testbana på tid. Tiden och kvaliteten på körningen skulle sedan kunna jämföras mellan de båda grupperna.

För att bedöma belastning på kroppen kan olika datorprogram användas, till exempel *AnyBody* för muskelbelastning och *Jack* för belastningen på leder. Då belastningen är väldigt låg vid användningen av styrreglagen är denna typ av program mindre lämpade för att bedöma skaderisken vid själva arbetet med styrningen. Det är inte storleken på krafterna föraren måste åstadkomma vid styrningen som är skadlig utan den höga frekvensen. Programmen skulle däremot kunna användas för att se vilka krafter kroppen utsätts för vid de olika arbetsställningarna den nya stolen erbjuder.

För stolen behöver låsningssätten för alla leder bestämmas. För både stol och armstöd behöver hållfasthetsberäkningar göras. Dimensionering av lager, transmissioner och eventuella motorer skulle behöva genomföras.

6 Diskussion

Projektets omfattning har varit för bred. I efterhand inses att en mycket hårdare avgränsning borde ha gjorts. Av projektets tre delar, styrreglage, armstöd eller stol, borde endast ett betraktats. Resultatet skulle då hålla en högre kvalitet och någon form av utvärdering skulle kunna ha gjorts.

För att kunna införa stolskonceptet i en skördare behöver hela hytten byggas om för att det ska gå att stå upp. Det skulle innebära stora kostnader för tillverkarna då ROPS- och FOPS-tester skulle behöva göras. ROPS testar att hytten klarar en belastning på maskinens dubbla vikt. FOPS testar belastningen från infallande objekt.

Något som inte tagits med i konceptet är ett säkerhetsbälte. Ett sådant måste naturligtvis finnas så att föraren inte flyger runt i hytten om maskinen skulle välta.

För att kunna kliva ur stolen utan att inställningarna på armstöden behöver ändras finns en snabböppningsfunktion. Funktionen gör att armstöden kan frikopplas vid sin innersta rotationsled. Öppningen sker då i sidled. Det kräver ett relativt stort utrymme för att inte armstödet ska slå in i hyttens vägg. På befintliga armstöd kan de vinklas upp för att enkelt komma ur stolen. Det framtagna konceptet på armstöd är tänkt att vara infällt framför kroppen så att händerna hamnar i knäet. Om armstöden fälls upp skulle de hamna i förarens bröst/ansikte. För att åstadkomma en enkel urstigning utan att ta för mycket plats skulle armstöden kanske behöva kunna frikopplas så att de kan roteras i både horisontalplanet och vertikalplanet.

Om en pekskärm används för de funktioner som tagits bort från styrreglagen skulle den även kunna bära de funktioner som sitter runt om i hytten på olika paneler. Då skulle mer utrymme kunna göras. Utrymme var en av de punkter som stod högst upp bland önskemål på förändringar i hytten vid diskussioner på skogsforum.se.

Personen bakom tillverkningen av reglagen har en handstorlek som återfinns bland 95:e percentilen för målgruppen. Det kan ha medfört att reglagen blev för stora. Vid själva utformningen av slutkonceptet kontrollerades formen med en person vars händer stämde med den 50:e percentilen. Däremot placerades knapparna utan att kontrollera med någon med mindre handstorlek än den 95:e percentilen.

De helikopterknappar som har använts är samma som sitter på EME-spakarna. Des upplevs alldeles för styva. Det kan skapa problem då förflyttning av hela reglaget skall ge utslag. Risker blir då stora att hela reglaget flyttar sig då en trög 4-vägsknapp används.

Helikopterknapparna, joysticken och vippknappen för tummen behöver fästas in djupare i reglaget. Kontrollerna bygger ut ganska mycket, vilket gör att reglaget blir större. Ytorna som de regleras mot bör ligga i höjd med eller strax ovanför reglagets yta.

För att ytterligare öka komforten för föraren skulle golvet, när han står vid upprest körning, vara dämpat.

Sättet som armstödet höjs och sänks på är inte tillräckligt enkelt med den valda lösningen. Lösningen valdes då ingen annan kunde hittas som innehöll en fyrledsmekanism. Innan en ny lösning eventuellt tas fram bör vikten av fyrledsmekanism utvärderas. Hur stor förflyttning fyrledsmekanismen ger armstödet horisontalt då ryggstödet är maximalt bakåtfällt bör undersökas. Om förflyttningen är liten kan det andra konceptet för infästning av armstödet med en orörig del räcka.

Elektrisk styrning av stol och armstöd skulle vara att föredra. Gärna skulle en minnesfunktion finnas där personliga inställningar skulle kunna sparas. Föraren skulle bara behöva uppge vem han var och då skulle stol och armstöd automatiskt inta förarens inställningar. Stolar för entreprenadmaskiner med elektriskt inställningar för rygg-, arm- och svankstöd har utvecklats av företaget *Sittab*. Stolarna har dock haft problem med hållbarheten då de monterats i skogsmaskiner på grund av den tuffa miljön. I detta projekt har inte elektriska inställningar av stol och armstöd betraktats i brist på tid. Författarens uppfattning är att elektriska inställningar är att föredra. Ju enklare det blir att göra inställningar ju mer kommer det att användas. Det leder till en större variation av arbetsställning vilket är det som eftersträvs.

Med elektriska inställningar skulle funktioner kunna tillföras som kontinuerligt ändrade stolen form. Vid automatiska förändringar av stödet för korsryggen ökar blodcirkulationen och det tar längre tid för musklerna att bli uttröttade. Med en kontinuerlig förändring av sitsens lutning kan uppsvällningen av benen till följd av långvarigt sittande minskas.

7 Litteratur

- Almqvist, R., Gellerstedt, S. & Tobish, R. 2007. Ergonomisk checklista för skogsmaskiner. Mats Nylinder, Institutionen för Skogens Produkter och Marknader, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, 2007, ISBN 978-91-576-7220-9.
- Arbetskyddsstyrelsen. 1998. Belastningsergonomi. Solna, 1998. ISBN 91-7930-331-1.
- Bohgard, M. Karlsson, S., Lovén, E., Mikaelsson, L.-Å., Mårtensson, L., Osvalder, A-L. Rose, L. & Ulfvengren, P. 2008. *Arbete och teknik på människans villkor*, 1:a upplagan, Prevent, Stockholm, 2008, ISBN 978-91-7365-037-3.
- Brander, M. & Eriksson, D. 2004. Delautomatisering av kranfunktioner på engreppsskördare. Institutionen för Konstruktions- och Produktionsteknik, Linköpings Tekniska Högskola, Linköping, 2004, ISSN 1404-305X.
- Carlsson, A., Carlstedt-Duke, B., Covaciu, C., Kjällberg, K. & Lundin, A. 2009. Helkroppsvibrationer. Karolinska Institutet på uppdrag av Stockholms läns landsting, Stockholm, 2009.
- Gellerstedt, S. et al. 1998. Nordiska ergonomiska riktlinjer för skogsmaskiner. Skogforsk, Uppsala, 1998, ISBN/ISSN 91-7614-091-1
- Gellerstedt, S., Lidén, E. & Bohlin, F. 2005. *Hälsa och produktivitet i mekaniserat skogsarbete*. Mats Nylinder, Institutionen för skogens produkter och marknader, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, 2005, ISBN 91-576-6876-0.
- Hansson, J.-E.. Ergonomic design of large forestry machines. International Journal of Industrial Ergonomics, nr 5 1990.
- Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. Arbetsrapport NR 690, Skogforsk, Uppsala, 2009. ISSN 1404-305X.
- Kindenberg, U. 2002. Vad händer med våra muskler vid stress – om sambandet mellan fysisk och psykisk belastning, 1:a upplagan. Arbetsmiljöverket, Solna, 2002, ISBN 91-7464-421-1.
- Kolich, M. & Taboun, S.M. 2002. The effect of microadjustment on low back comfort in the context of automotive seating. International journal of vehicle design, Vol. 29, Nr. 4, 2002.
- Löfgren, B. 1995. Aktiv hyttedämpning. Skogforsk Resultat nr 17, Uppsala 1995.
- Löfgren, B., Bergqvist, I., Brunberg, T., Hallonborg, U., Norin, K. & Thorsén, Å. 2002.
- Nachemson, A., M.D. 1976. The Lumbar Spine: An Orthopedic Challenge. Spine, Vol. 1, No. 1, March 1976.
- Palmquist, C. & Sandberg, J. 2010. Vibrationskomfort och ergonomi på förarstol i skotare. Maskinkonstruktion, Industriell teknik och management, KTH, Stockholm, 2010.
- Pheasant, S. & Haslegrave, C. M. 2006. Bodyspace, Anthropometry, Ergonomics and Design of Work. 3:e upplagan, CRC Press, Taylor & Francis Group, 600 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton FL 33487-2742, 2006, ISBN 0-415-28520-8.
- Arbetsorsakade besvär 2010. Arbetsmiljöstatistik Rapport 2010:4, Statistiska Centralbyrån / Arbetsmiljöverket, Stockholm, 2010-09-16, ISSN 1652-1110.
- Stadling, P. 2008. Kompetensförsörjning till skogsmaskinföretag. Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå, 2008, ISSN 1401-1204.
- Söderberg, M. 2011. Mentala modeller. KTH, Stockholm.

van Deursen, D.L., van Deursen, L.L.J.M., Snijders, C.J. & Goossens, R.H.M. 2000. Effect of continuous rotary seat pan movements on physiological oedema of the lower extremities during prolonged sitting, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 26, Nr. 5, 2000.

Internet

Master Thesis School. 2010.

http://www.kth.se/polopoly_fs/1.58182!FMTS10_02_TekniskErgonomi.pdf, läst 2010-09-23.

SkogsSverige. 2010.

<http://www.skogssverige.se/present.cfm?id=1>,

läst 2010-09-24.

SVT. Vetenskap. 2010.

http://svt.se/2.108068/1.2066027/ditt_stillasittande_kan_doda_dig,

läst 2010-09-26.

Lantbrukets affärstidning 2010.

<http://www.atl.nu/Article.jsp?article=60524&a=Skogsmaskiner%20-%20stort%20i%20Norden,%20litet%20p%20E5%20jorden>,

läst 2010-09-24.

Wikipedia. 2010.

<http://sv.wikipedia.org/wiki/Kortvirkesmetoden>,

läst 2010-09-24.

Wikipedia. 2011.

<http://sv.wikipedia.org/wiki/Ryggraden>,

läst 2011-03-24

Södra. 2011.

<http://www.sodra.com/sv/Skogsagare/skogtjanster/Gallring/>,

läst 2011-03-23.

Skogsindustrierna. 2010.

<http://www.skogsindustrierna.org/web/Branschen.aspx>,

läst 2010-09-23

NWE.SE. Ditt Värmland, just nu. 2011.

<http://www.nwt.se/article671784.ece>,

läst 2011-03-23.

Prevent. 2011.

<http://www.prevent.se/sv/Arbetsliv/Artikel/2001/Langa-pass-kraver-arbetsrotation/>,

läst 2011-03-23.

<http://www.csc.kth.se/utbildning/kth/kurser/DH2622/mdifk07/mariso.pdf>,

läst 2011-03-24.

Salli. 2011.

<http://testi.salli.com/www/index.php?id=20&L=3>,

läst 2011-03-24

Reijo Koskela, M.Sc., Professor Osmo Hänninen

<http://www.agp-sm.gr/files/salli/testicular%20temp.pdf>,

läst 2011-03-24

Salli. 2011.

<http://testi.salli.com/www/index.php?id=135&L=3>,

läst 2011-03-24

Arbetsmiljöverket. 2011.

<http://www.datararbete.se/arbtest/svar11.asp>,

Läst 2011-03-24

Nileteknik. 2011.

<http://www.nilehnteknik.se/?p=449>

läst 2011-03-25

Rottne. 2011.

http://www.rottnet.com/prod/pdf/Pdf%20broschyrer%202009/H20_SV.pdf,

läst 2011-03-25

Muntliga kommentarer

Diskussion med Stefan Ödlund, president för företaget STIGAB som arbetar med utveckling av styrreglage för olika applikationer, däribland skogsmaskiner. Stockholm, 2010.

Diskussion med Bengt-Arne Wallden från Komatsu Forest AB, Umeå, 2010-10-15

Diskussion med Björn Löfgren från Skogforsk. Uppsala, 2010-09-03

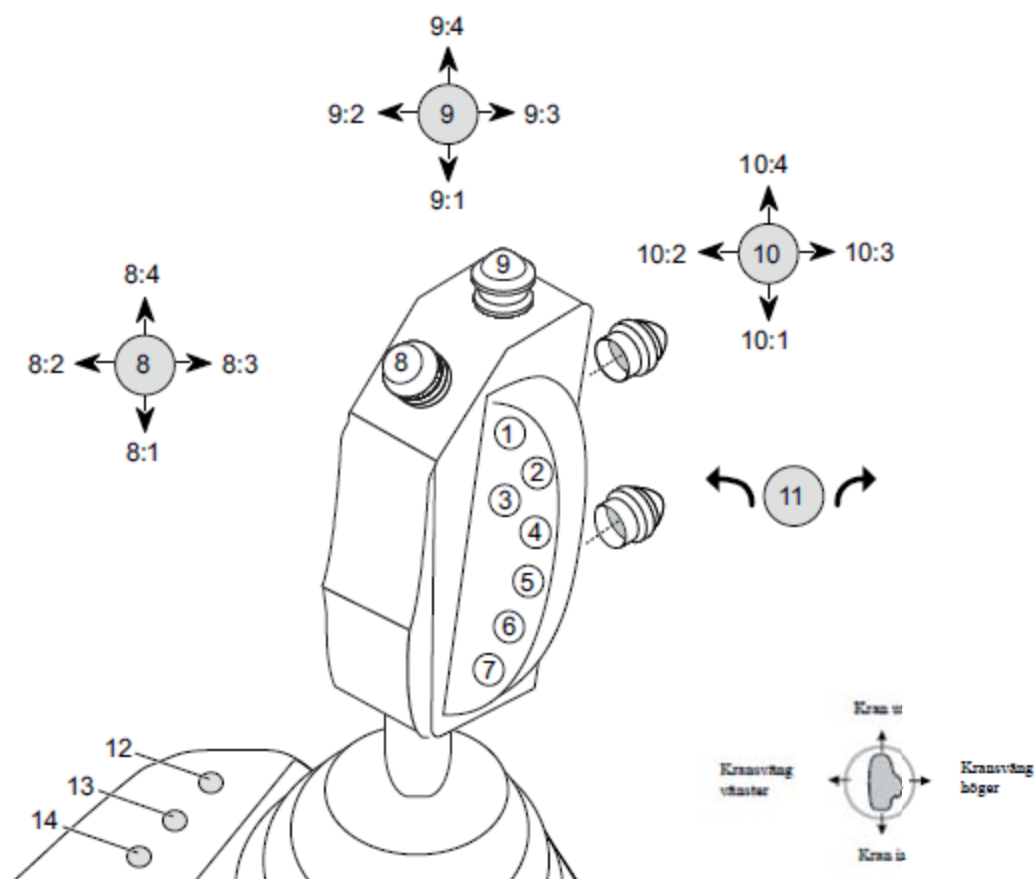
Karl-Olof Olsson, *Maskinelement*, 1:a upplagan, Liber AB, Stockholm, 2006,
ISBN 91-47-05273-2

Intervju med skogsmaskinsförare 2010-09-03. Skogsindustrierna 2010.

Förklaring av funktioner på EME-spakar

VÄNSTER EME-SPAK

I figur 1 definieras vänster EME-spaks kontroller.



Figur 1: Vänster EME-spak

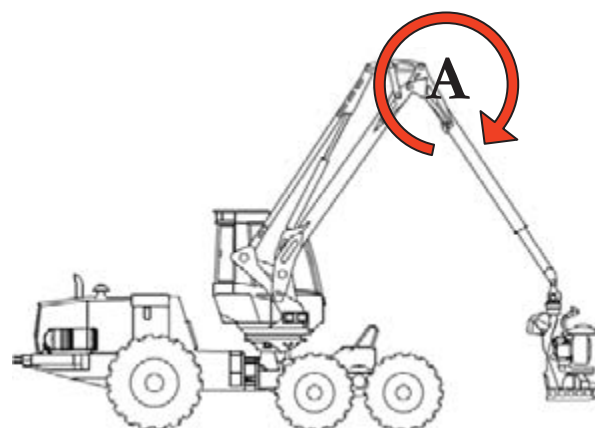
Spakstyrning

Fram: Kran ut, rotation moturs kring punkt A i figur 2.

Bak: Kran in, rotation medurs kring punkt A i figur 2.

Vänster: Kransväng vänster

Höger: Kransväng höger



Figur 2.
Kran ut/in sker genom rotation kring punkt A.

Tumpanel

1 Aggregat stäng.

- Knappen stänger hela aggregatet, vilket innefattar både matarvalsar och kvistknivar.

2 Automatikknapp (matning och kap).

- Automatikknappen används då aggregatet greppat runt ett träd. Då knappen först trycks in efter att aggregatet stängts kapas trädet. Därefter kommer matarvalsarna att börja mata trädet fram till nästa punkt för kapning. Maskinens apteringsprogram beräknar vart trädet skall kapas för att maximera det ekonomiska utbytet. Då knappen hålls intryckt matar och kapar aggregatet trädet efter apteringsprogrammets beräkningar. Då knappen släpps så kommer matningen att sluta för att sedan återupptas då knappen trycks in igen.

3 Nivellering, manuell.

- Då knappen hålls intryckt kan föraren styra hyttens nivellering styras med vänster joystick.

4 Nivellering, automatisk.

- Då knappen trycks så sker nivelleringen automatiskt.

5 Reserv.

6 Växling Maxifönster / Shift (Shiftfunktion = programmerar om knapparna på höger spak).

7 Reserv.

8 Helikopterknapp, bakre

8:1 Kap av stock.

Svärdet går ut och gör ett kap.

8:2 Manuell stockmatning framåt.

Då knappen hålls intryckt matas trädet framåt i aggregatet. Matning framåt sker också då automatikknappen hålls intryckt.

8:3 Manuell stockmatning bakåt.

Då knappen hålls intryckt matas trädet bakåt i aggregatet.

8:4 Krypfast framåt/Svärdräddning utan kapfunktion.

Extra långsam matning framåt. Svärdräddning innebär att trädet mats bakåt av aggregatet vilket gör att svärdet kan gå tillbaka till sitt utgångsläge om det fastnat.

9 Helikopterknapp, ovanpå

9:1 Aktivisering av arbetsvarv, av/ på.

Förinställt arbetsavtal aktiveras. Arbetsvarvtalet ska vara på då maskinen kör i terräng och då kranarbete utförs.

9:2 Differentialspärrear aktiveras/ Avaktiveras vid nästa inbromsning.

Differentialspärreararna aktiveras vilket innebär att hjulen på bägge sidor maskinen rör sig med samma hastighet vid svängning vilket normal inte är fallet eftersom att hjulet på yttersidan vid svängning har en längre sträcka att färdas. Differentialspärrear används för att få bättre grepp med hjulen. När inbromsning sker så släpper differentialspärrear.

9:3 Pendelaxel, låsning.

Genom att hålla knappen intryckt vid körning låses pendelaxel. När maskinen står still låses pendelaxel automatiskt.

9:4 Inch (hastighet); 3 - 2 -1.

Knappen ändrar hastighetsutslaget vid körning. Läge 3 = normalläge (100% hastighet). 1 - 2 = precisionskörning med låg hastighet. (1 = 35%, 2 = 70%) Varje nytt tryck växlar till nästa (2-1-2-1 osv). Ett långt tryck ger 3.

10 Helikopterknapp, framsida, övre

10:1 Nedtilt av aggregat:

Aggregatet fälls ner. Ett kort tryck gör att aggregatet fälls trycklöst det vill säga utan motstånd. Ett långt tryck ger nedfällning med inställt tryck.

10:2 Separat körning kvistknivar.

Då knappen hålls intryckt kommer bara kvistknivarna köras 8:2-3 på högerkontrollen.

10:3 Reset (nollställning av längd- och diamettermätning):

Ett kort tryck nollställer längdmätning, två korta tryck nollställer längd- och diamettermätning. Nollställning av både längd- och diameter mätning sker i annat fall av 10:4 på vänsterspaken. Längdmätningen nollställs även efter varje kap.

10:4 Upptilt aggregat:

Ett kort tryck nollställer längd- och diamettermätning samt öppnar matarvalsar och kvistknivar.

Ett långt tryck nollställer längd- och diamettermätning, öppnar matarvalsar och kvistknivar samt tiltar upp aggregatet.

11 Helikopterknapp, framsida, undre

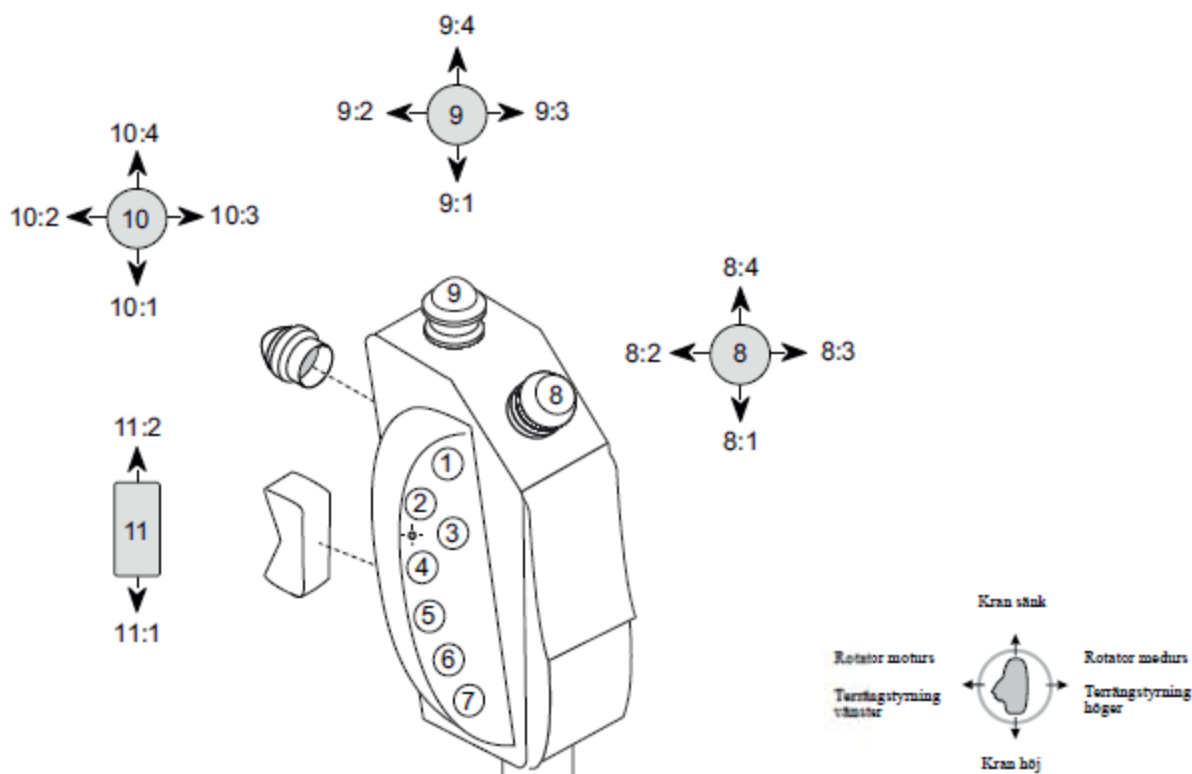
- Tryckning åt höger svänger maskinen åt höger vid körning. Vid vänstertryck svänger maskinen åt vänster.

Växelknappar på konsol

- 12: Fram
- 13: Neutral
- 14: Back

HÖGER EME-SPAK

I figur 3 definieras höger EME-spaks kontroller.



Figur 3.
Höger EME-spak

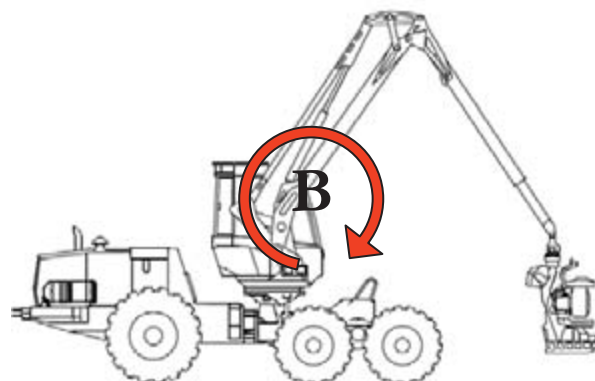
Spakstyrning

Fram: Kran sänk, rotation medurs kring punkt B i figur 4.

Bak: Kran höj, rotation moturs kring punkt B i figur 4.

Vänster: Rotator moturs då maskinen står still.
Vid körning styr den fordonet åt vänster.

Höger: Rotator medurs då maskinen står still.
Vid körning styr den fordonet åt höger.



Figur 4.
Kran höj/sänk sker genom rotation kring punkt B.

Tumpanel

1 T1, Trädslag 1/**Enter**.

Knappen anger att aggregatet håller det trädslag som programmerats in på knappen. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7), så får knappen funktionen enter.

2 T2, Trädslag 2/**Backspace** (Backsteg).

Knappen anger att aggregatet håller det trädslag som programmerats in på knappen. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Backspace

3 Grovkvist/**Ctrl**.

När knappen tryckt så kommer matningen av trädet genom aggregatet ske på ett mer aggressivt sätt för att kunna slå av kraftiga grenar med kvistknivarna. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Ctrl.

4 T3, Trädslag 3 **Esc**.

Knappen anger att aggregatet håller det trädslag som programmerats in på knappen. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Esc.

5 T4, Trädslag 4/**F1** (Hjälpmeny)

Knappen anger att aggregatet håller det trädslag som programmerats in på knappen. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen F1(hjälpmeny).

6 Vindrutetorkare/**Alt**.

Ett tryck ger ett torkarslag på/av. Två tryck ger kontinuerlig gång. För att ställa in intervallgång tryck en gång på knappen så att ett slag görs. När torkarbladet gått tillbaka helt, vänta så länge som intervallen mellan svepen ska vara. Tryck därefter en gång till på knappen. Vindrutetorkarna går nu med detta intervall till dess de stängs av. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Alt.

7 Tangentbordsläge på/av.

Knappen ger följande knappar på högerspaken nya "tangentbords" funktioner: Tumpanel knapp 1-7, 4-vägsknapp 9:1-4, 10:1-4.

En diod på tumpaletten lyser blått när funktionen är aktiverad.

8 Helikopterknapp, bakre

8:1 Kniv stäng/Hjul öppna.

Kvistknivarna på aggregatet stängs medan matarvalsarna öppnas.

8:2 Aggregat stäng.

Knappen stänger hela aggregatet vilket innefattar både matarvalsar och kvistknivar.

8:3 Aggregat öppna.

Knappen öppnar hela aggregatet vilket innefattar både matarvalsar och kvistknivar.

8:4 Kniv öppna/Hjul stäng.

Kvistknivarna på aggregatet öppnas medan matarvalsarna stängs.

9 Helikopterknapp, ovanpå

9:1 Kvalitetsknapp 1/Space (Mellanslag).

Knappen anger att aggregatet håller ett träd som uppfyller en förutbestämd kvalitet som programmerats in på knappen. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Space.

9:2 Kvalitetsknapp 2/Tab **vänster**.

Knappen anger att aggregatet håller ett träd som uppfyller en förutbestämd kvalitet som programmerats in på knappen. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Space.

9:3 Kvalitetsknapp 3/Tab **höger**.

Knappen anger att aggregatet håller ett träd som uppfyller en förutbestämd kvalitet som programmerats in på knappen. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Space.

9:4 Extra kläm på matarvalsar.

Knappen gör att matarvalsarna klämmer extra hårt om trädet. Detta kan användas om matarvalsarna slira på trädet då det ska matas i någon riktning.

10 Helikopterknapp, främre

10:1 Kaptvång vid närmaste längd/Pil **ned**.

Då knappen tryckts så kommer trädet att kapas vid närmast längdmodul då automatikknappen används. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Pil ned.

10:2 Snabbmenyknapp/Pil **vänster**

Snabbmenyn öppnas på bildskärmen. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Pil vänster.

10:3 Stegning minus, ger mindre längdmodul inför kap/Pil **höger**

Knappen gör att kapning kommer ske vid närmsta kortare längdmodul då automatikknappen används. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Pil höger.

10:4 Stegning plus/Pil **upp**

Knappen gör att kapning kommer ske vid närmsta längre längdmodul då automatikknappen används. Vid aktivering av tangentbordsläge (knapp 7) så får knappen funktionen Pil upp.

11 Vippknapp

11:1 Teleskop ut.

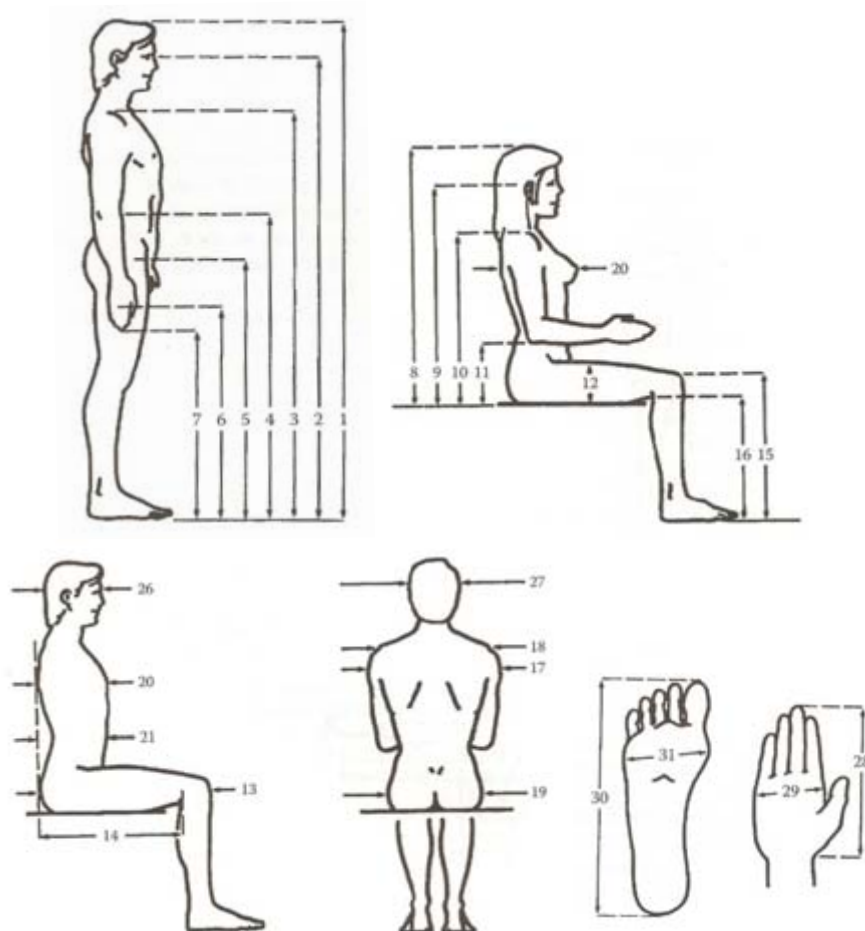
Kranens teleskoparm fälls ut.

11:2 Teleskop in.

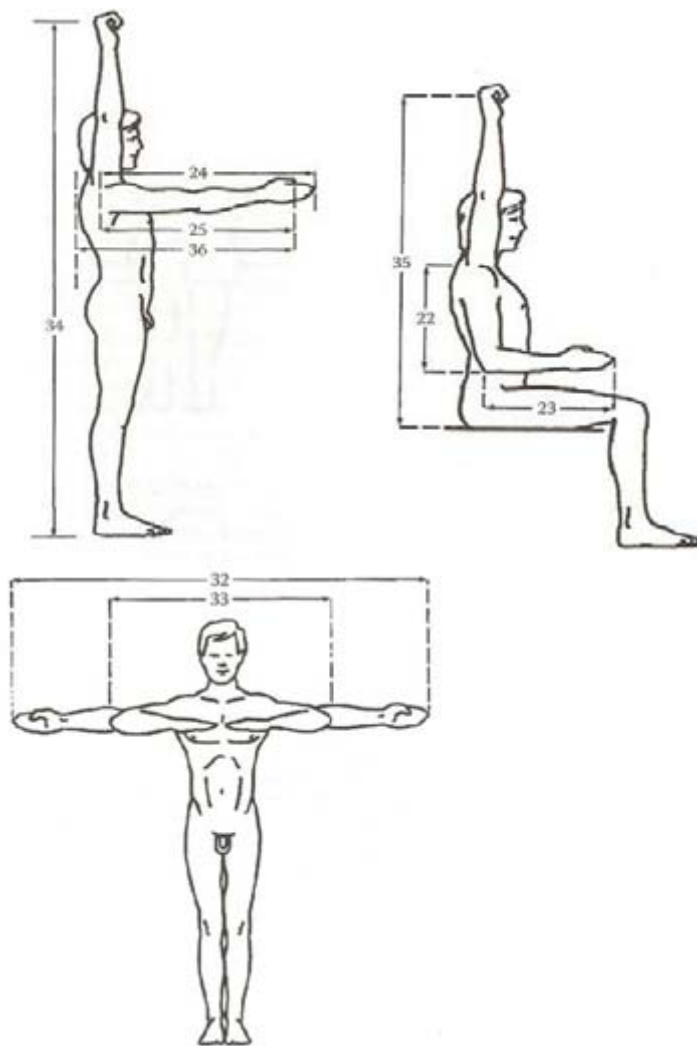
Kranens teleskoparm fälls in.

Antropometriska mått

I Figur 1 och 2 nedan definieras olika kroppsåått. Tabell 1 visar mååttåen för 5:e percentilen hos kvinnor och 95:e percentilen hos män för målgruppen. I tabellen finns kolumner som betecknas *S* vilket står för standardavvikelse. Då värden anvånts för att råkna fram intervall mellan vilka framtagna koncept ska kunna varieras har medelvården för 5:e och 95:e percentil anvånts. Någon standardavvikelse har inte lagts på.



Figur 1.
Antropometriska måått.



Figur 2.
Antropometriska mått.

Tabell 1.

Tabellen presenterar de största och minsta kroppsmåtten som skall beaktas vid utformningen av förarhytten. Varje mått har en standardavvikelse S.

	Dimension	Minsta mått [mm] 5:e percentil	S	Största mått [mm] 95:e percentil	S
1	Kroppslängd	1 425	59	1 870	71
2	Ögonhöjd	1 325	59	1 759	70
3	Axelhöjd	1 180	60	1 550	67
4	Armbågshöjd	875	62	1 190	53
5	Höfthöjd	745	52	995	50
6	Knöghöjd	580	45	830	41
7	Fingertoppshöjd	505	45	725	39
8	Sitthöjd	725	32	975	36
9	Sittande ögonhöjd	625	30	860	35
10	Sittande axelhöjd	475	29	655	32
11	Sittande armbågshöjd	150	20	295	31
12	Lårtjocklek	70	9	185	16
13	Säte – knä	485	29	650	31
14	Säte – knäveck	400	35	555	33
15	Knähöjd	375	27	605	32
16	Knäveckshöjd	290	27	495	29
17	Skulderbredd	300	18	515	28
18	Axelledsbredd	270	14	435	21
19	Höftbredd	210	22	410	30
20	Bröstitjocklek	130	25	290	22
21	Magtjocklek	130	28	330	32
22	Längd: skuldra – armbåge	270	26	400	21
23	Längd: armbåge – fingertopp	380	29	515	21
24	Armlängd	615	30	850	36
25	Längd: Skuldra – handgrepp	555	28	725	33
26	Huvudtjocklek i sagittalplanet	150	20	205	8
27	Huvudtjocklek i frontalplanet	125	17	165	6
28	Handlängd	150	14	205	10
29	Handbredd	65	5	100	5
30	Fotlängd	210	13	290	13
31	Fotbredd	80	12	110	6
32	Armspann	1 405	99	1 950	73
33	Armbågsspann	720	46	1 035	44
34	Stående greppräckvidd vertikalt	1 695	68	2 210	73
35	Sittande greppräckvidd vertikalt	1 010	50	1 355	55
36	Greppräckvidd framåt	620	30	845	32
	Vikt [kg]	34	7	102	15

Utvärderingstest för modeller av styrreglage

För att utvärdera de framtagna modellerna av styrreglage fick testpersonerna genomföra följande arbetscykler. Cyklerna är hämtade från examensarbetet *Delautomatisering av engreppsskördare*. Siffran inom parantes vid varje cykel nedan hänvisar till cykelns nummer i rapporten från *Delautomatisering av engreppsskördare*. Innan testpersonerna påbörjade cyklerna fick de bekanta sig med reglaget. Till varje modell fanns ett instruktionsblad som visade var de olika funktionerna satt. Testpersonerna ombads placera reglaget efter eget tyck på ett bord som fungerade som tänkt armstöd. Genom att lägga träskivor på bordet kunde "armstödet" höjd regleras. Vid test av koncept greppet så ombads testpersonen att hålla reglaget i knätt eftersom det var svårt att ställa upp det på ett bra sätt. Modellerna av reglagen fanns bara för högerhanden.

Efter arbetscyklerna följer det utvärderingsblad som användes, instruktionsblad för varje modell och slutligen resultatet från testerna.

Cykel 1 (nr 3)

- Kran sänk.
- Teleskop ut.
- Rotator moturs.
- Aggregat stäng.
- (Automatikknapp).
- Kran höj.
- Teleskop in.
- (Nertilt aggregat).
- T2.
- (Automatikknapp).
- Aggregat öppna.
- (Upptilt aggregat).

Cykel 2 (nr 11).

- Kran sänk.
- Teleskop ut.
- Rotator moturs.
- Aggregat stäng.
- (Automatikknapp).
- (Nedtilt aggregat).
- Kran höj.
- Teleskop in.
- (Manuell kap).
- T1.
- (Automatikknapp × 3).
- Kaptvång närmaste längd.

- (Automatikknapp × 5).
- (Automatikknapp).
- (Automatikknapp × 3).
- (Manuell kap).
- Aggregat öppna.
- (Upptilt aggregat).
- Cykel 3 (nr 2).
- Kran sänk.
- Teleskop ut.
- Rotator medurs.
- Aggregat stäng.
- Aggregat öppna.
- Rotator moturs.
- Kran sänk.
- Aggregat stäng.
- (Automatikknapp).
- (Manuell kap).
- (Nertilt aggregat).
- Kran upp.
- Teleskop in.
- (Automatikknappen × 3).
- (Manuell stockmatning bak).
- (Manuell stockmatning fram).
- (Manuell kap).
- Aggregat öppna.
- (Upptilt aggregat).
- Cykel 4 (nr 16).
- Rotator moturs.
- Teleskop ut.
- Kran sänk.
- Rotator medurs.
- Aggregat stäng.
- (Automatikknapp).
- (Nertilt aggregat).
- Teleskop in.
- Kran höj.
- T2.
- (Automatikknapp).
- (Manuell kap).

- (Automatikknapp $\times$ 6).
- (Manuell stockmatning bakåt).
- (Manuell stockmatning framåt).
- (Automatikknapp $\times$ 2)
- Aggregat öppna.
- (Upptilt aggregat).
- Cykel 5 (nr 21).
- Kran sänk.
- Rotator medurs.
- Teleskop ut.
- Aggregat stäng.
- Aggregat stäng.
- (Automatknapp).
- (Nedtilt aggregat).
- T1.
- Kran höj.
- Teleskop in.
- (Automatikknapp).
- (Krypfart framåt $\times$ 2).
- (Automatknapp).
- (Manuell stockmatning backåt).
- Kaptvång vid närmaste längd.
- (Automatikknappen $\times$ 2).
- (Manuell stockmatning bakåt $\times$ 2).
- (Automatknapp).
- (Manuell stockmatning bakåt).
- (Automatikknappen $\times$ 2).
- (Manuell stockmatning bakåt).
- Kaptvång vid närmaste längd.
- (Automatikknappen $\times$ 4).
- T4.
- (Automatknapp).
- (Manuell kap).
- Aggregat öppna.
- (Upptilt aggregat).

Namn

Name: _____

Koncept: _____

Reglgets utformning

Shape of control:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Placering av knappar

Placement of buttons

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Manövrering av kran

Operation of the crane

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Övriga förslag och kommentarer
Other suggestions and comments

Namn

Name: _____

Rangordna koncepten med en siffra 1 till 5 där 1 är det bäst konceptet och 5 det sämst.

Rank the concepts with a number 1–5 where 1 is the best concept and 5 the worst.

Koncept	Rank
1 Musen	
2 Klotet	
3 Fingerborgen	
4 Greppet	
5 Pekskärm	

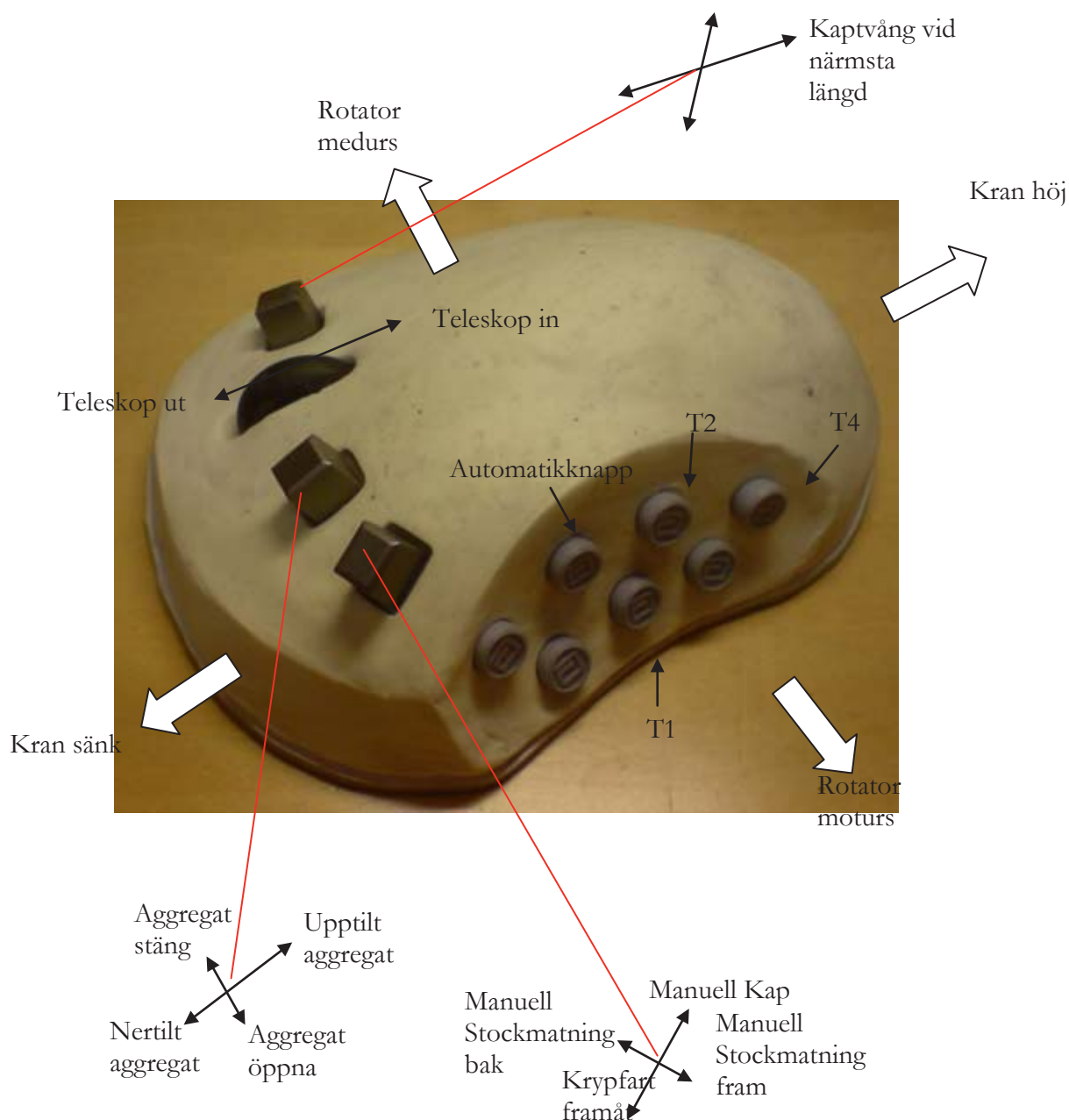
Övriga förslag och kommentarer:
Other suggestions and comments:

Instruktionsblad till modeller av styrreglage

Nedan följer de instruktionsblad som testpersonerna fick till testen av styrreglagemodellerna.

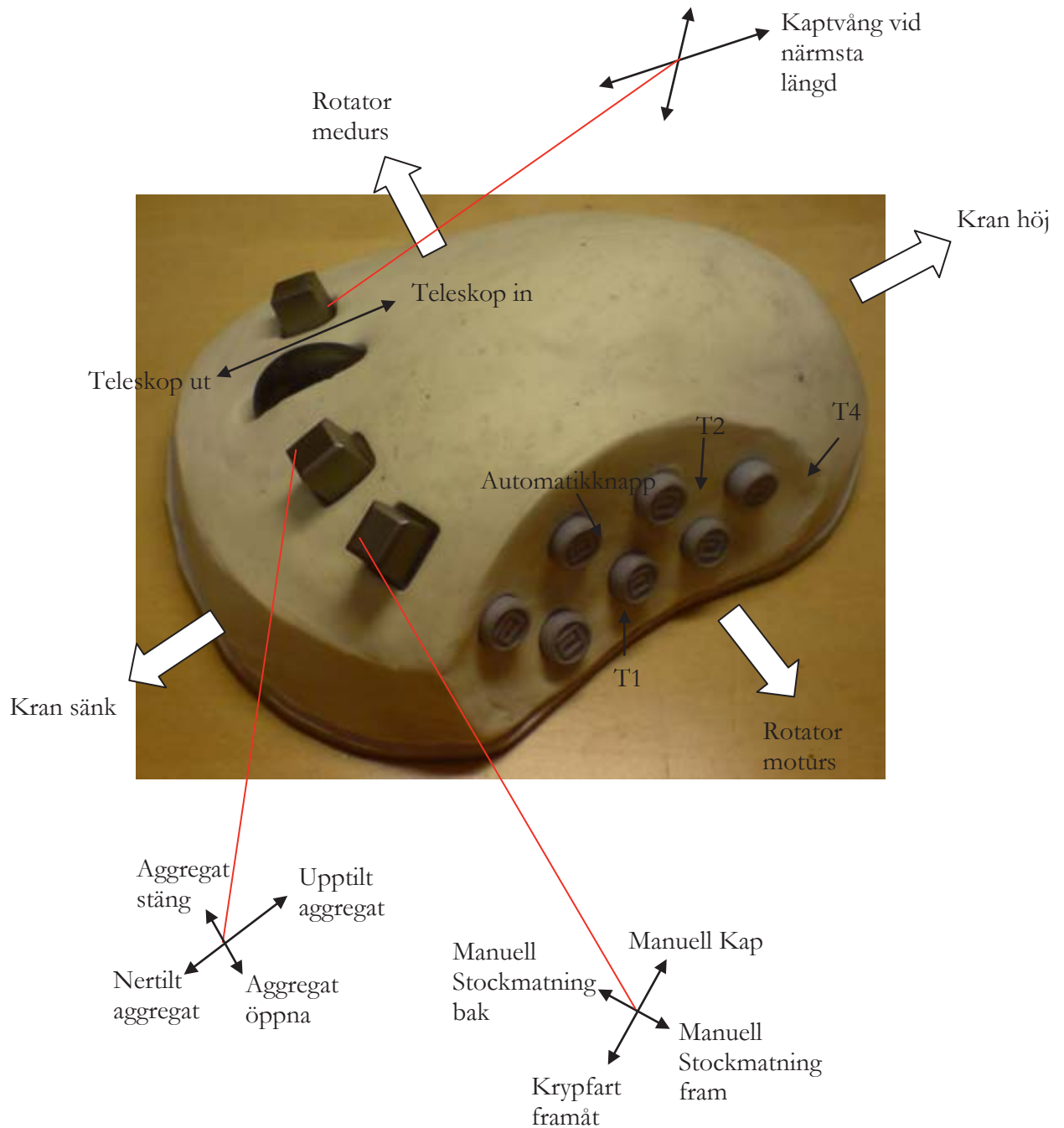
KONCEPT 1 MUSEN

De fyrkantiga delarna förställer 4-vägs knappar, de runda tryckknappar. Den runda delen på mitten förställer ett återfjädrande skrollhjul.



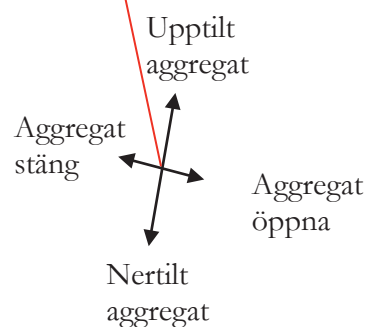
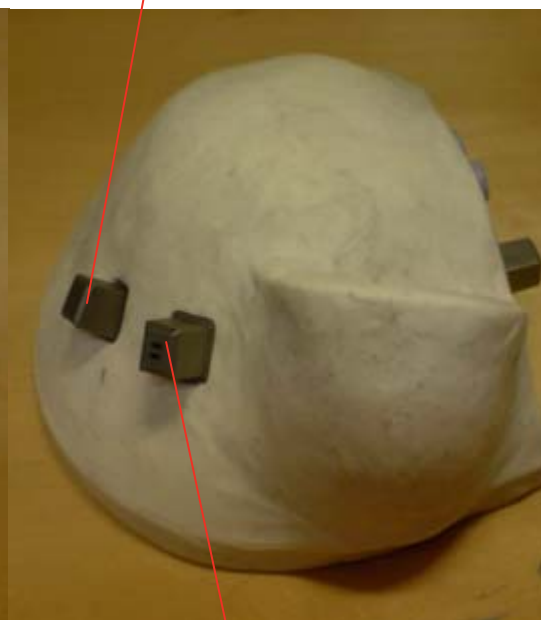
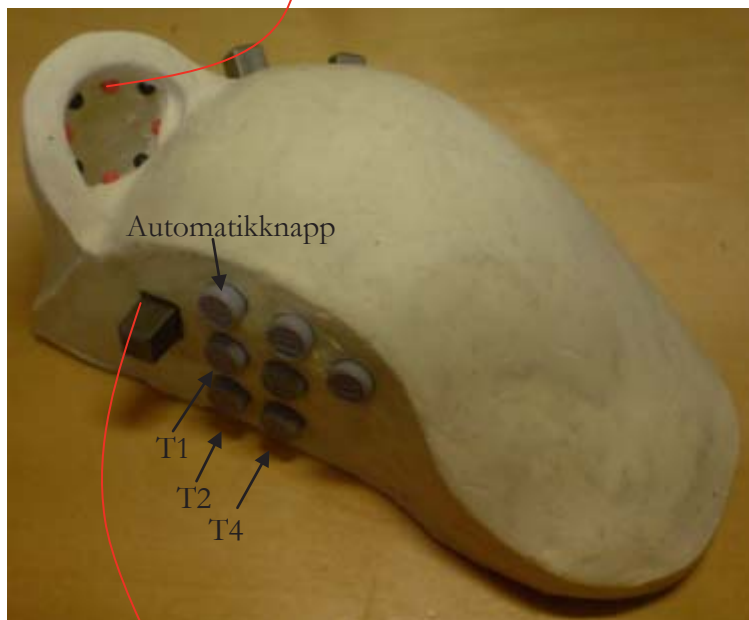
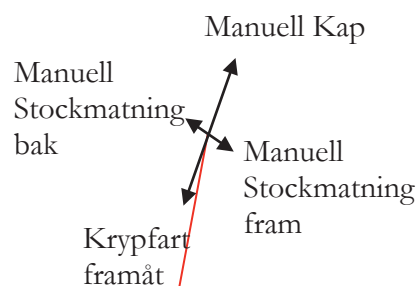
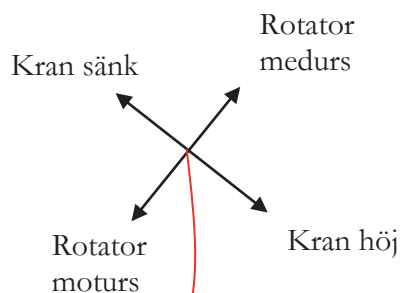
KONCEPT 2 KLOTET

Samma som koncept 1, musen fast med rund undersida. I stället för linjär förflyttning av reglaget så tiltades det.



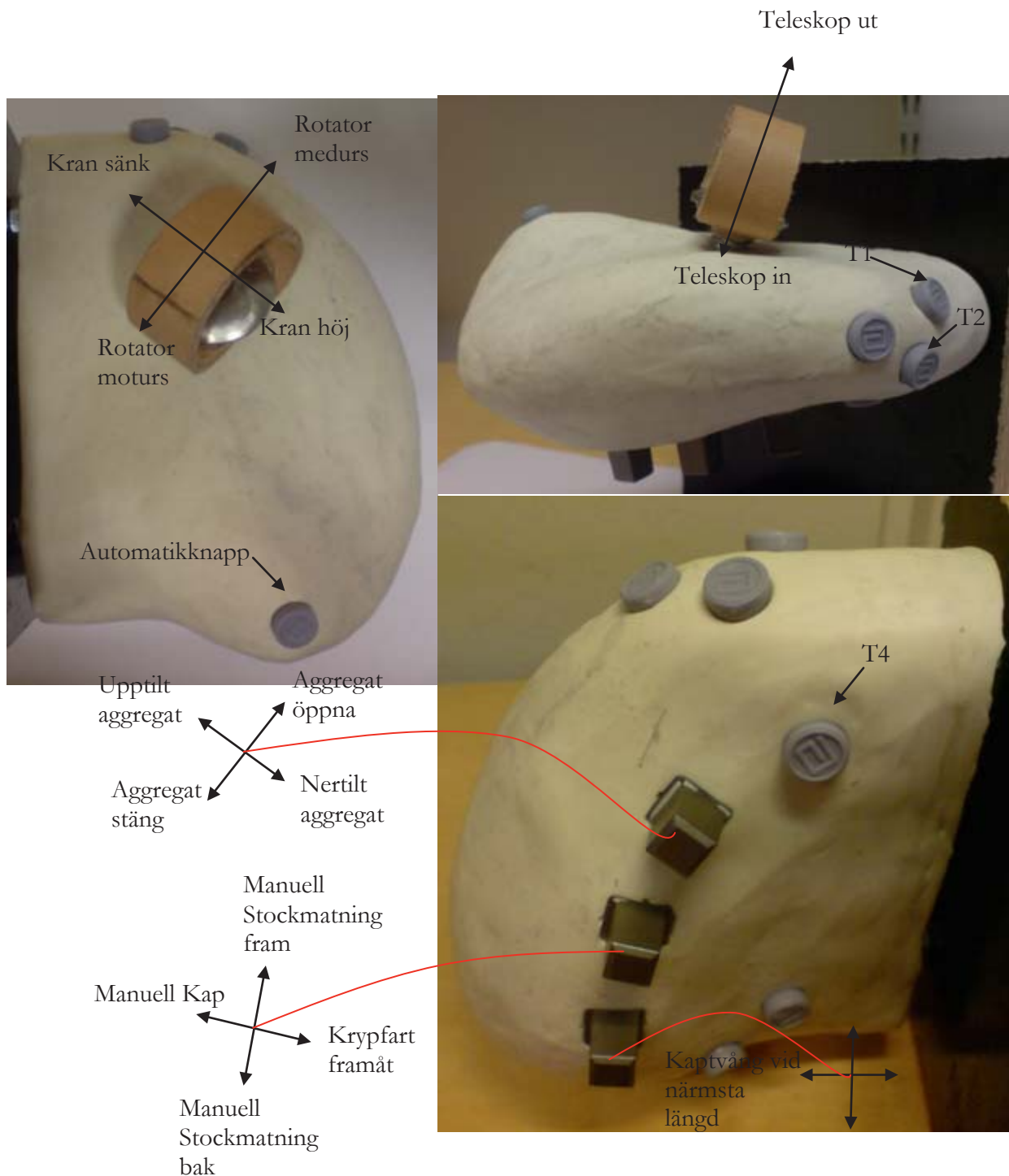
KONCEPT 3 FINGERBORGEN

Fyrkantiga delar föreställer fyravägsknappar, runda tryckknappar. Hålet med svarta och röda prickar i föreställer en joystick som pekfingeret placera inuti. På modellen görs joystickutslagen genom att peta med pekfingeret på de olika punkterna. De röda punkterna föreställer mellanlägen, det vill säga att utslagen som finns på de båda svarta punkterna intill den röda aktiveras då den röda trycks.

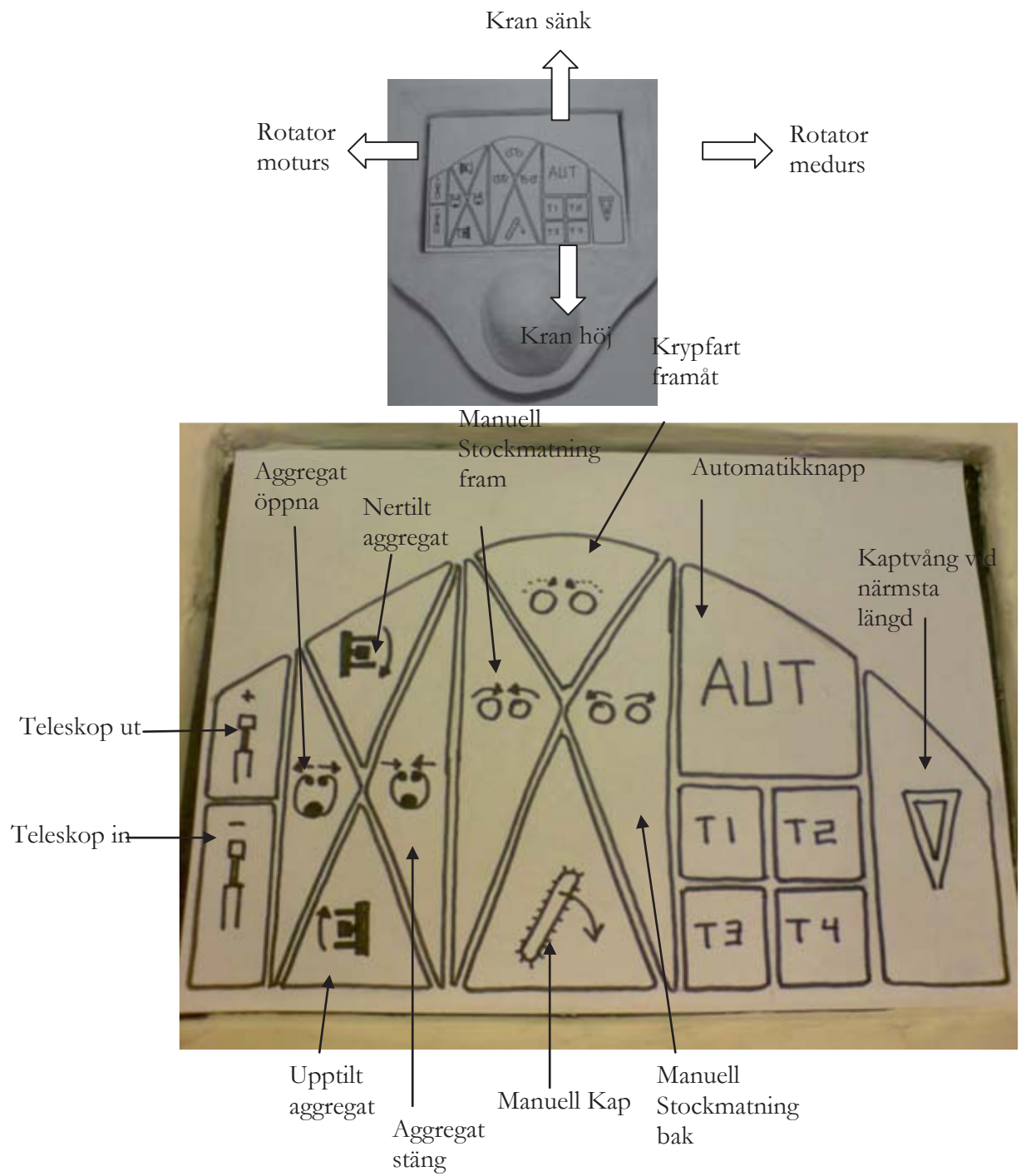


KONCEPT 4 GREPPET

Fyrkantiga delar föreställer fyravägsknappar, runda tryckknappar. Skruven med en läderring på ovansidan föreställer en joystick som har går att trycka ner och dra upp för att aktivera funktioner.



KONCEPT 5 PEKSKÄRM



Resultat av utvärdering av styrreglagemodell

Nedan följer resultaten av utvärderingen. I Tabell 1 finns testpersonernas handmått. Testpersonerna har fått varsin färg i vilken deras betygsättning och kommentarer märks. Vid utvärdering av koncept 2, klotet så har reglagets utformning och knappars placering inte bedömts eftersom det var samma modell som för koncept 1, musen. De har alltså samma betyg på de två punkterna.

Testperson	Handlängd [mm]	Handbredd [mm]
Jonas	185	85
Cheng	165	75
Maria	171	71
Christopher	210	93
Daniel	200	95

Namn

Name: Jonas Cheng Maria Christopher Daniel

Koncept: 1 *musen*

Reglagets utformning

Shape of control:



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Lite för flack att styra.

It is good to have a shape of real man's hand. The middle part of the "mouse" should be higher.

Bra form för handen!

För liten, de främre knapparna hamnar för långt bak.

Använd en klotformad design för att minska belastning på handleden.

Placering av knappar

Placement of buttons



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Kaptvång vid närmsta längd sitter liksom på fel sida, men om den ska användas sällan.

Logisk följd på knappar och rörelse. Automatikknappen sitter på bästa plats.

The position of the buttons on the left side should be as close as possible. I mean not too far away from each other, especially for the first button, because the thumb sometimes is difficult to reach with.

The distance between the “four way” buttons is ok, but the distance between the first two should be larger.

Automatic and T2 button should change position.

Bra men 4-vägsknappen långs ut till höger är lite svår att komma åt.

Vill inte ha knapp på lillfingret, då jag vill använda lillfingret till att stabilisera handen och greppa musen.

Knapparna hamnade för nära handflatan.

Mycket obekvämt att föra de främre knapparna framåt.

Vill ej ha scroll-hjulet på ringfingret för då har jag dålig kontroll.

Knapparna på kontrollens ovansida kanske skulle kunna placeras i dubbla rader för att minska handens rörelse över kontrollen om operatören inte vill använda samtliga fingrar.

Placera en 4-vägsknappen för tummen på sidan av kontrollen där automatknappen sitter. Placera scrollhjulet där knappen för bland annat manuell kap och stockmatning är placerad. Placera tryckknapparna längre fram.

Manövrering av kran

Operation of the crane

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

To control the crane up and down and also crane rotation by moving the “mouse” is not so convenient, which depends on the weight of the “mouse”, maybe using a button is much more convenient.

Intuitivt och bra.

Lägg till en knapp för reglering av styrtlåshastigheten hos kranen. Knappen gör att kranen rör sig antingen snabbt eller långsamt. Detta för att man inte ska råka göra stora kranrörelse då man kör precisionskörning med kranen och det skapar kraftigt vilket kan överföra rörelse till kontrollen.

Övriga förslag och kommentarer

Other suggestions and comments

Bra produkt men jag hade nog gärna haft lite varierande form på knapparna på sidan. Lätt att trycka fel. Man skulle t.ex. kunna ha automatikknappen mer tydlig eftersom att den används ofta.

När jag för reglaget i sidled känner jag att jag vill ”hålla mot” med motsvarande sida av handen, vilket blir svårt med den här modellen. Exempel om jag med pekfingret vill göra operationen ”manuell stockmatning bakåt” så måste jag trycka åt höger. Då vill jag att lillfingret skall hålla mot och inte riskera att trycka in någon knapp.

Namn

Name: Jonas Cheng Maria Christopher

Koncept: 2 *klotet*

Reglagets utformning

Shape of control:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Placering av knappar

Placement of buttons

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Manövrering av kran

Operation of the crane

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Much more convenient than concept 1, but the problem I am concerned is the stability of the whole “mouse”. The mass of each button should be very light to control, otherwise when you move the buttons it will affect the whole “mouse” (crane will move).

Lätt att sköta och skönare för handleden än “musen”

Detta skulle eventuellt vara ett bättre alternativ om under armen lutade lite. Det blir naturligt läge för handleden vid ”Kran sänk”.

Behåll den plana rörelsen för kran sänk/höj som koncept musen, använd tiltrörelse för rotator. Alternativt använd tiltning i längsled och sidled men lägg till den plana rörelsen i längsled för teleskop in och ut.

Övriga förslag och kommentarer

Other suggestions and comments

Klotet känns ”vanligare”.

Klotet känns mycket mer ansträngande för handleden.

Lättare att hålla i ”musen” och lägga fingrarna rätt för nästa funktion jämfört med klotet.

I längden kan det bli obekvämt att rotera den bakåt (kran höj).

En rotation kring vertikal-axeln känns som ett alternativ till någon funktion.

Namn

Name: Jonas Cheng Maria Christopher Daniel

Koncept: 3 *Fingerborgen*

Reglagets utformning

Shape of control:



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Bra kupning

Risk för att det blir varmt och fuktigt i ”grottan”(fingeborgen).

Skönt att den var hög för handen. Känns som att handen inte jobbar lika statiskt.

Stöd för tummen

Placering av knappar

Placement of buttons



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Knapparna till höger om grottan sitter för långt bort.

Knapparna till vänster om grottan är bra placerade.

Spaken på sidan (teleskop in/ut) är kanske lite för stor när man skall flytta fingret till trädväljning.

En knapp framför automatikknappen skulle sitta bra, ”kaptvång vid närmast längd”.

Manual control button should be more close to the big hole (fingerborgen), this makes me feel more comfortable.

Väldigt bra när man kan jobba med ”bestämda” fingrar så att man slipper flytta handen för ofta.

Knappen som styr upptilt/nedtilt aggregat skulle jag vilja ha närmare ”fingerborgen” för jag tyckte det var bäst att placera långfingret på aggregatknappen.

Bättre placering av teleskop knappen än på konceptet *musen*.
Tycker om att lillfingret är fritt då jag vill använda lillfingret till att sensoriskt orientera mig eftersom jag sannolikt inte ska behöva titta på kontrollen när jag använder den.

Placera sidoknapparna längre fram. Använd en scrollknapp med tiltfunktion istället för knappen för teleskop in/ut. Alternativt använd en joystick för tummen eventuellt utformad som styrkontrollen (fingerborgen) för pekfingret.

Manövrering av kran

Operation of the crane



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Bra med grottan och kranstyrningsspaken (teleskop in/ut)
Risk att ofrivilligt röra i grottan.

Lätt att sköta och skönare för handleden än ”musen”

Kändes bra att ha fingret på ett ställe men man kanske behöver jobba lite mer med själva handen ibland för att slippa musarm.

Det hade varit bättre om ”kran sänk ” och ”kran höj” hade bytt plats då man mer lyfter på fingret för att höja den.

Styrning av kran med hjälp av en joystick för tummen i stället för pekfingret.

Övriga förslag och kommentarer

Other suggestions and comments

Vore bra om man kunde ha kontrollen i knät.

Namn

Name: Jonas Cheng Maria Christopher Daniel

Koncept: 4 Greppet

Reglagets utformning

Shape of control:



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Bra att hålla i!

Den var inte så bekväm för en liten hand. Känns som att tummen lätt kan bli överansträngd, framför allt i leden på handen.

Utformningen var bekväm för handleden.

Greppet skulle kunna förlängas bakåt för att erhålla en större greppyta utan knappar. Greppet skulle kunna vara utformat mer som ett pistolgrepp. Använd en vridbar del mellan kontrollen och upphängningsanordningen som möjliggör att kontrollen kan ställas i olika lägen i förhållande till upphängningen.

Placering av knappar

Placement of buttons



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Automatikknapp vid pekfingeret.

Med de andra kontrollerna fanns en tydlig gruppering.

Knapparna på undersidan sitter lite för långt ut.

Big problem with automatic button.

Ringbutton should have 4 functions instead of 6. Teleskop in/ut can be controlled by a roller. (testpersonen ville sticka hela tummen genom ringen och ha scrollhjul som tummen kunde nå).

The four ways buttons should be placed further in.

Ha närmare till knapparna, svårt när man inte ser knapparna och har en liten hand.

Helikopterknapparna hamnade på mitten av mina fingrar.

Svårt att nå T1 och T2.

Jobbigt att flytta handen för att trycka på automatikknappen.

Flytta knappen för aggregat-funktioner till en placering framtill på kontrollen för att styra dessa funktioner med pekfingeret. Flytta trädvalsknapparna till en position på undersidan av kontrollen. Flytta funktionen för teleskop in/ut till en vippbar knapp på undersidan.

Manövrering av kran

Operation of the crane



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

När man höjer fingret (tummen) höjer man inte kranen.
När man skjuter ut fingret skjuter man inte fram kranspetsen.

Ganska bra men det är lätt att man rör på tummen när man trycker på någon annan knapp.

Jag skulle vilja byta plats på ”kran höj” och ”kran sänk” samt på ”teleskop in” och ”teleskop ut”. Observera att om detta skulle ske så skulle betyget bli 10.

Övriga förslag och kommentarer

Other suggestions and comments

The edge of the ring should be made smoothly otherwise it will hurt fingers.

Placera en utskjutbar arm mellan förarens ben där de två kontrollerna kan placeras.

Namn

Name: Jonas Cheng Maria Christopher Daniel

Koncept: 5 Peksärm

Reglagets utformning

Shape of control:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Bra med handleds/flat-stöd.

We can delete the ”ball” and add some new functions on the screen.

Den var bra, kanske lite för mycket upphöjning för just min hand.

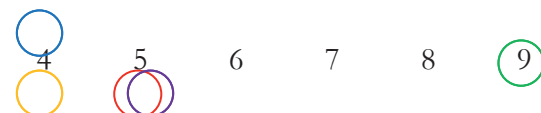
För stort och icke anpassat för handen. För förslag på utformning se bild nedan.

Använd en större avlastningsyta för handen. Använd eventuellt en dubbelkrökt yta om det är möjligt antingen på skärmen eller den andra ytan handen vilar på.

Placering av knappar

Placement of buttons

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Teleskopknapp går inte att nå, flytta den till tummen kanske. Alltså en fysisk knapp.

Knapparna borde aktiveras av fysisk deformation så att man kan vila fingrarna på skärmen, d.v.s. resistiv skärm.

Ha någon slags återkoppling från skärmytan till fingrarna. Små punkter som på en gammal mobiltelefon eller relief utan knapparna kanter.

”kaptvång vid närmsta längd” should not be so big.

Knapparna för teleskop in/ut var svåra att nå för man måste vrida handleden för att nå dessa.

Automatikknappen skulle jag vilja ha placerad för pekfingeret i stället för ringfingeret.

Utformningen på aggregatknapparna skulle kunna vara bättre då man lätt trycker fel eftersom de är avsmalnande mot mitten där man trycker mest. Det samma gäller för stockmatningsknapparna.

Placera knappar i höjd med fingertopparna för att minska det rörelsemönster fingrarna behöver röra sig inom.

Manövrering av kran

Operation of the crane



Förslag på förbättring

Suggestions for improvement

Själva musrörelsen bra men inte teleskopet som sagt. Musiden är rätt bra men jag vill hellre ha kontrollen i knät.

Lite klumpig eftersom den är så stor.

Skulle vilja byta plats på ”kran höj” och ”kran sänk”

I stället för att använda linjära rörelser för att manövrera kranen skulle en konstruktion liknande den som användes i konceptet klotet där kontrollen tiltades i längsgående och sidled.

Övriga förslag och kommentarer

Other suggestions and comments

Set two different modes for the machine, automatic and manual.
Add a convex instead of the “ball”.

Förslag till samtliga controller. Skapa möjlighet till att kunna byta funktioner mellan knapparna i variabla funktionsknappar.

För att undvika att man trycker in funktioner av misstag på skärmen så kan en fysisk knapp sitta vid tummen som måste hållas intryckt för att skärmen skall kunna registrera tryck.

Namn

Name: _____

Rangordna koncepten med en siffra 1 till 5 där 1 är det bäst konceptet och 5 det sämst.
Rank the concepts with a number 1–5 where 1 is the best concept and 5 the worst.

Koncept	Rank					Summa
	Jonas	Cheng	Maria	Christopher	Daniel	
1 <i>Musen</i>	4	4	4	4	4	20
2 <i>Klotet</i>	5	3	2	3	3	16
3 <i>Fingerborgen</i>	1	1	3	1	2	8
4 <i>Greppet</i>	2	5	5	5	1	18
5 <i>Pekskärm</i>	3	2	1	2	5	13

Övriga förslag och kommentarer:

Other suggestions and comments:

Jag gillar att ha kontrollen i knät, samt att hålla i någonting då det är skakigt att köra i skogen.

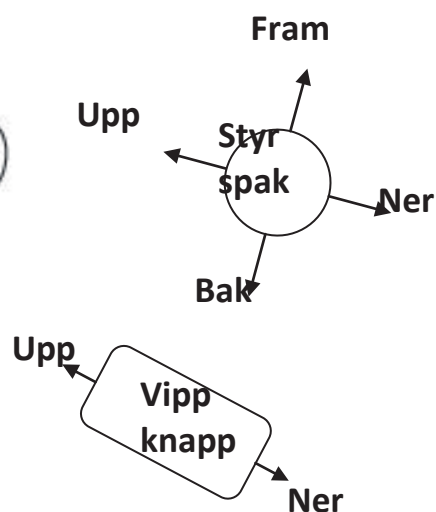
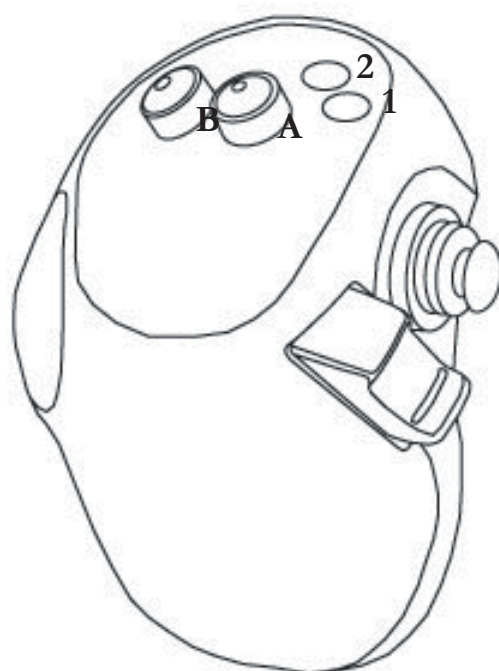
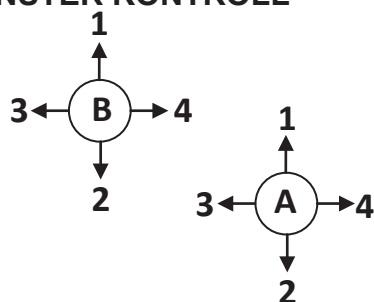
Use the ring from Greppet and add a scroll wheel, put it on concept fingerborgen:s body.

Pekskärmen var lättast men den borde ha ett annat sätt att höja och sänka kranen.

Pekskärmen har bäst utvecklingspotential. Görs de ändringar till det bättre så kommer den bli rankad 1:a tror jag.

Funktioner på styrreglagen

VÄNSTER KONTROLL



Tryckknappar

1 Automatikknapp (matning och kap)

2 Aggregat stäng

Helikopterknapp VA

VA:1 Nedtilt av aggregat:

Kort tryck: fälls trycklöst

Långt tryck: fälls aktivt med inställt tryck

VA:2 Upptilt aggregat:

Kort tryck: Reset + öppna

Långt tryck: Reset + öppna + tilt upp

VA:3 Separat körning kvistknivar

VA:4 Reset (nollställning av längd- och diamettermätning):

Kort tryck nollställer längd, två korta nollställer längd och diameter

Helikopterknapp VB

VB:1 Kap av stock

VB:2 Krypfast framåt / Svärdräddning utan kapfunktion

VB:3 Manuell stockmatning framåt

VB:4 Manuell stockmatning bakåt

Styrspak

Fram: Kran ut

Bak: Kran in

Upp/Höger: Kransväng höger

Ner/Vänster: Kransväng vänster

Vippknapp

Uppåt: Digital terrängstyrning vänster

Neråt: Digital terrängstyrning höger

Styrenhet

Fram: Kran ut

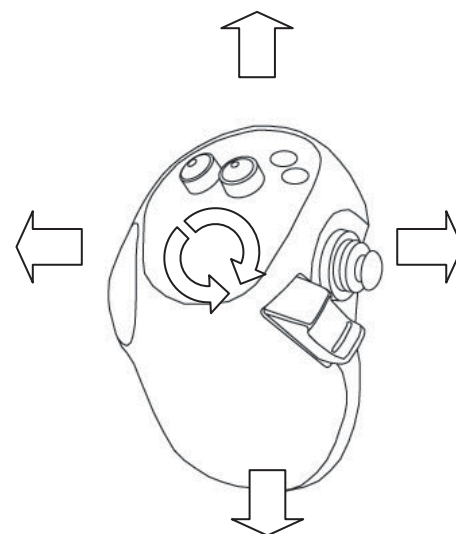
Bak: Kran in

Höger: Kransväng höger

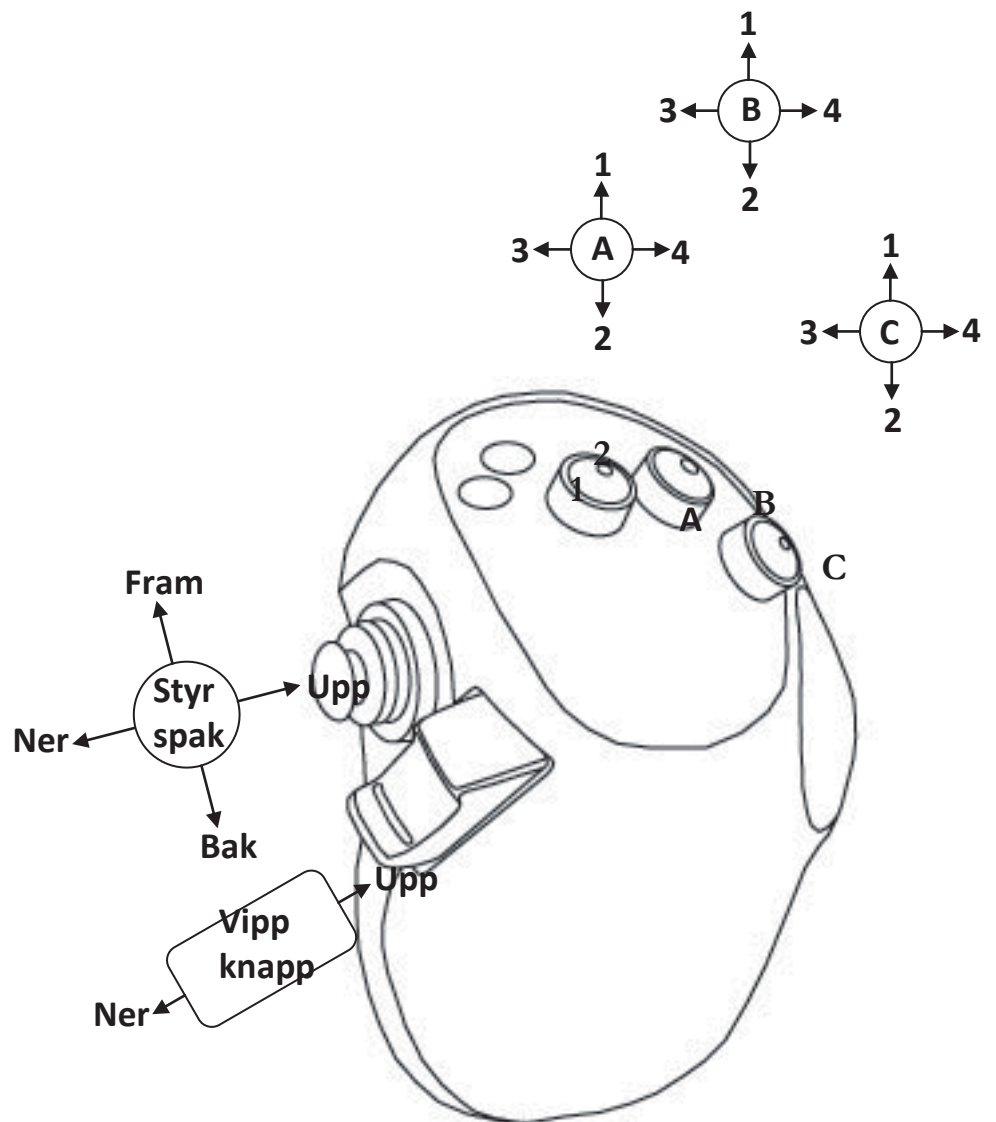
Vänster: Kransväng vänster

Rotation medurs: Digital terrängstyrning höger

Rotation moturs: Digital terrängstyrning vänster



HÖGER KONTROLL



Tryckknappar

1. Automatikknapp (matning och kap)
2. Aggregat öppna

Helikopterknapp HA

HA:1 Aggregat stäng

HA:2 Aggregat öppna

HA:3 Kniv stäng/Hjul öppna

HA:4 Kniv öppna/Hjul stäng

Helikopterknapp HB

HB:1 Trädvalsknapp

Knappptryckning stegar mellan trädslag 1-4 *

HB:2 Kvalitetsknapp

Knappptryck växlar mellan kvalitet 1-3 **

HB:3 Extra kläm på matarvalsar

HB:4 Grokvist

*Antalet trädslag som operatören vill kunna växla mellan lägger denne själv in.

** Antalet kvaliteter som operatören vill kunna växla mellan lägger denne själv in.

Helikopterknapp HC

HC:1 Kaptvång vid närmaste längd

HC:2 Tom

HC:3 Stegning plus

HC:4 Stegning minus, ger mindre längdmodul inför kap

Styrspak

Fram: Teleskop ut

Bak: Teleskop in

Upp: Kran höj

Ner: Kran sänk

Vippknapp

Uppåt: Rotator medurs

Neråt: Rotator moturs

Styrenhet

Fram: Teleskop ut

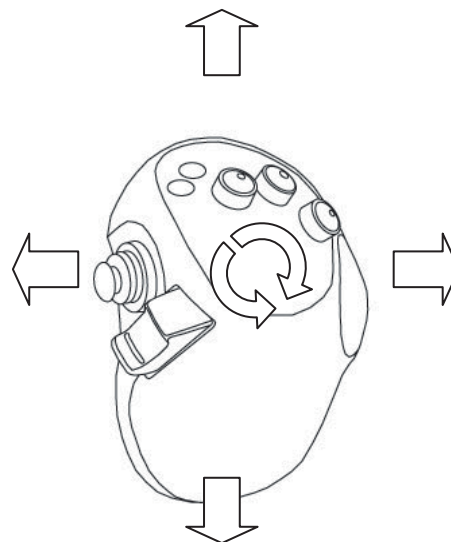
Bak: Teleskop in

Höger: Kran höj

Vänster Kran sänk

Rotation medurs: Rotator medurs

Rotation moturs: Rotator moturs



PEKSKÄRM

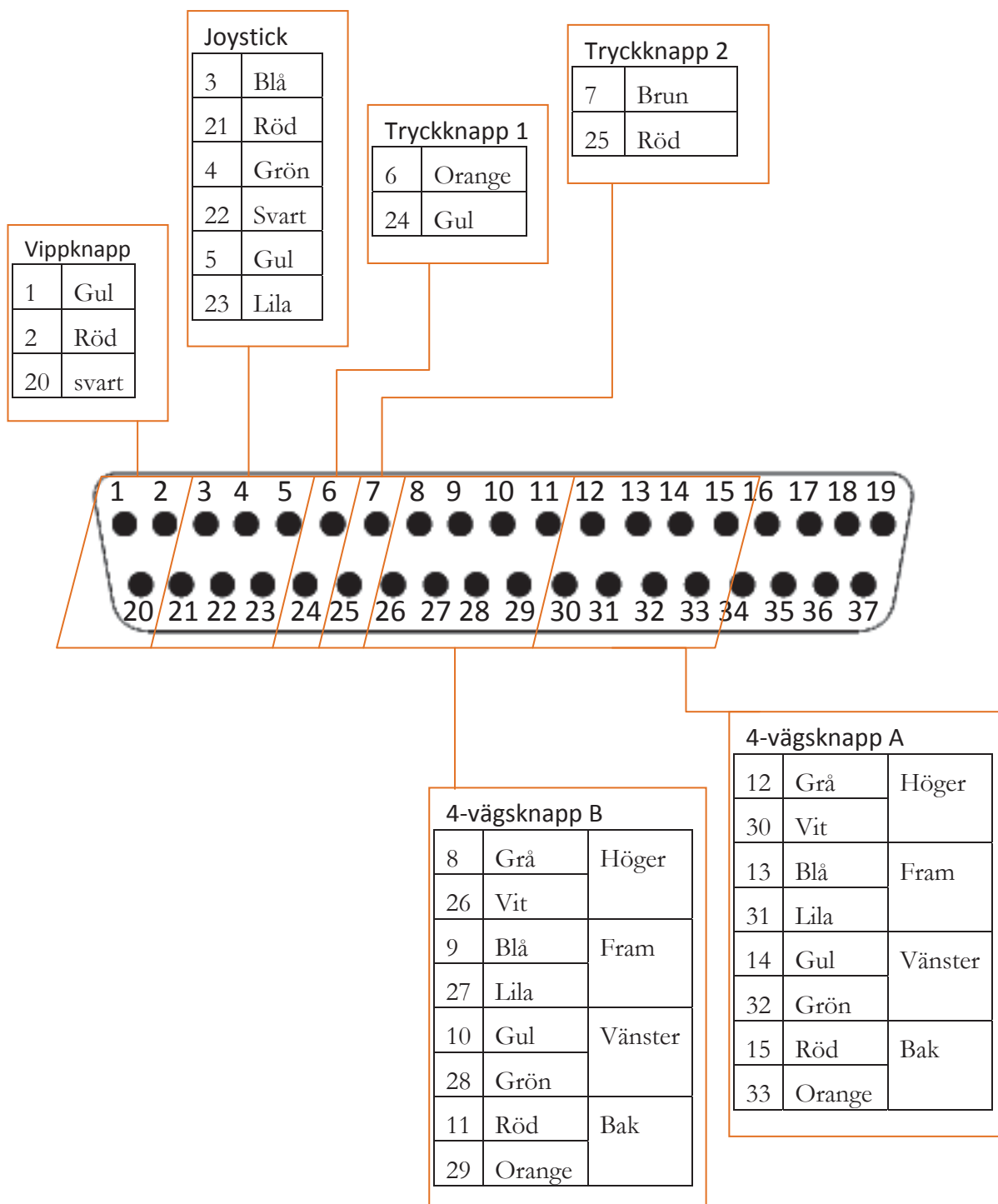
Följande funktioner föreslås ligga på en pekskärm istället för på styrreglagen.

- Nivellering, manuell.
- Nivellering, automatisk.
- Växling Maxifönster / Shift Shiftfunktion = programmerar om knapparna på höger spak).
- Aktivering av arbetsvarv, av/ på.
- Differentialspärrar aktiveras/Avaktiveras vid nästa inbromsning.
- Pendelaxel, låsning.
- Inch (hastighet); 3 - 2 -1. Läge 3 = normalläge (100 % hastighet).
1-2 = precisionskörning med låg hastighet. (1 = 35 %, 2 = 70 %).Varje nytt tryck växlar till nästa (2-1-2-1 o.s.v.). Ett långt tryck ger 3.
- Fram.
- Neutral.
- Back.
- Vindrutetorkare. Tryck: ett torkarslag på/av. Två tryck: kontinuerlig gång. Ställa in intervallgång: Tryck en gång på knappen så att ett slag görs. När torkarbladet gått tillbaka helt, vänta så länge som intervallen mellan svepen ska vara. Tryck därefter en gång till på knappen. Vindrutetorkarna går nu med detta intervall till dess de stängs av.

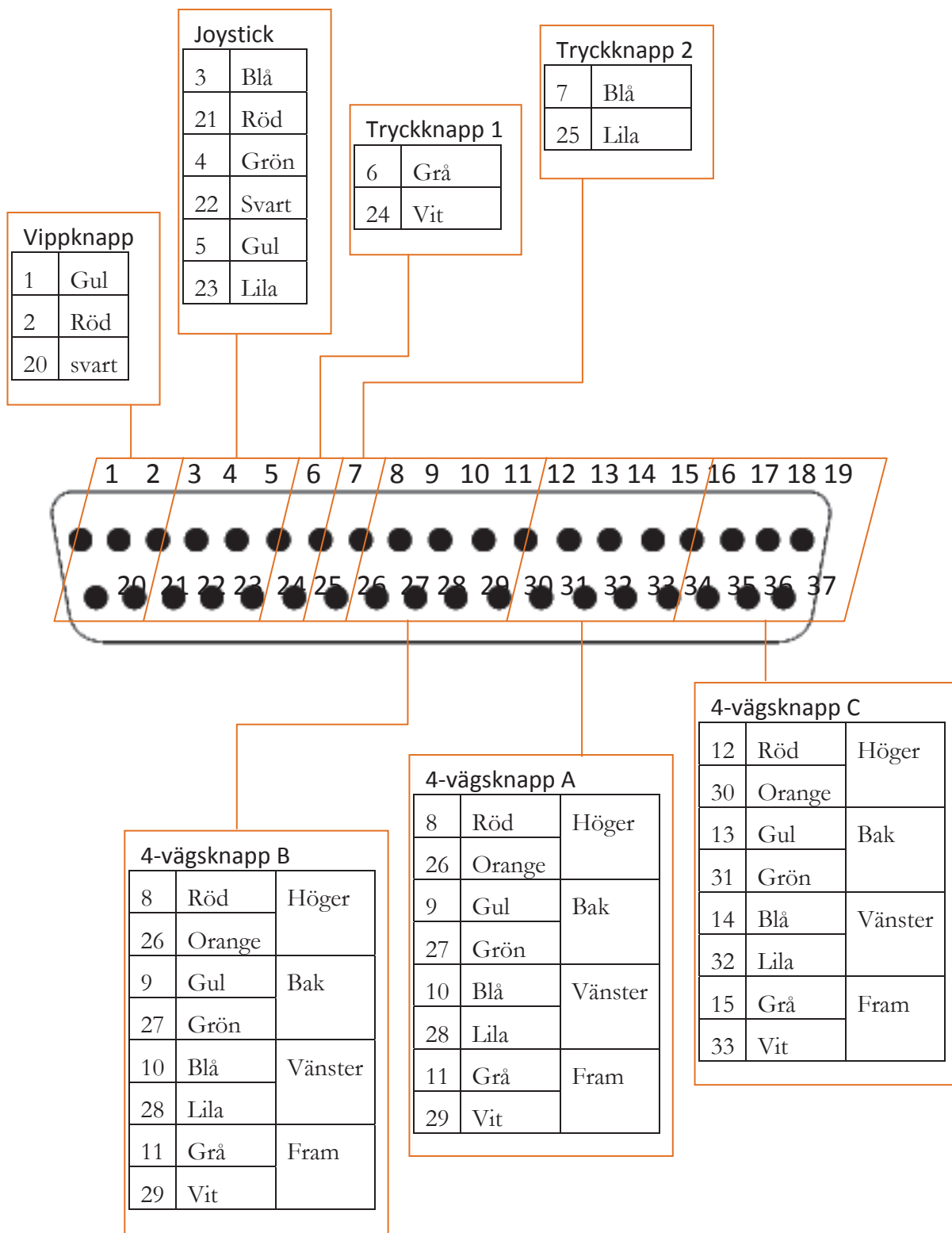
Kopplingsschema D-sub

I tabellerna står i första kolumnen ingång på D-subb. I andra kolumnen sladdens färg och i de fall då det finns en tredje står där kontrollens utslag.

VÄNSTER



HÖGER



Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2010

2010	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mätthöjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
NR 702	Rosvall, O. & Lundström, A. 2010. Förädlingseffekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 31 s.
Nr 703	von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. 18 s.
Nr 704	Karlsson, O. & Nisserud, F. 2010. Utveckling av en dynamisk helfordonsmodell för skotare. 73 s.
Nr 705	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2010. Förröjningens påverkan på grotskotning – En studie av produktivitet, ekonomi, grotkvalitet hos SCA skog. 9 s.
Nr 706	Rytter, L. & Stener L.G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. 23 s.
Nr 707	Bergkvist, I. 2010. Utvärdering av radförbandsförsök anlagda mellan 1982-1984. 16 s.
Nr 708	Hannrup, B. & Jönsson, P. 2010. Utvärdering av sågmotorn F11-iP med avseende på uppkomsten av kapsprickor – en jämförande studie. 28 s.
Nr 709	Iwarsson Wide, M., Belbo, H. 2010. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag i mycket klen skog Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E och Log Max 4000, Mellanskog, Simeå 28 s.
Nr 710	Englund, M., Löfroth, C. & Jönsson, P. 2010. Inblandning av rött ljus i LED-lampor – Laboratoriestudier av hur människor uppfattar tre olika ljusblandningar. 7 s.
Nr 711	Mullin, T.J., Hallander, J., Rosvall, O. & Andersson, B. 2010. Using simulation to optimise tree breeding programmes in Europe: an introduction to POPSIM™. 28 s.
Nr 712	Jönsson, P. 2010. Hydrauliskt dämpad hytt – ett lyft för arbetsmiljön? 14 s.
Nr 713	Eriksson, B. & Sonesson, J. 2010. Tredje generationen skogsbruksplaner – Slutrapport DElproj 4 – Arbetsgång vid planläggning. 23 s.
Nr 714	Sonesson, J. 2010. Nya arbetssätt i skogsbruksplanläggning. 20 s.
Nr 715	Eliasson, L. 2010. Huggbilar med lastväxlarssystem. 13 s.
Nr 716	Eliasson, L. & Granlund P. 2010. Krossning av skogsbränsle med en stor kross – En studie av CBI 8400 hos Skellefteå Kraft. 6 s.
Nr 717	Stener, L.G. 2010. Tillskott, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska försök. 46 s.
N 718	Palmquist, C. & Sandberg, J. & Vibrationskomfort och ergonomi på förarstolar i skotare. 100 s.
Nr 719	Thor, M. 2010. Avverkning och hantering av virke och avverkningsrester vid angrepp av tallvedsnematoder i svensk skog. 42 s.
Nr 720	Fogdestam, N. 2010. Studier av Biotassu Griptilt S35 i gallring. 11 s.
Nr 721	Brunberg, T. 2010. Bränsleförbrukningen i skogsbruket. 12 s.
Nr 722	Brunberg, T. 2010. Rätt begrepp. 25 s.
Nr 723	Löfroth, C. & Svenson, G. 2010. ETT – modulsystem för skogstransporter – Delrapport för de två första åren. 130 s.
Nr 724	Rytter, L. & Lundmark, T. 2010. Slutrapport för Energimyndighetens projekt 30658. Trädslagsförsök med inriktning på massaproduktion. – Tree species trial with emphasis on biomass production. 24 s.
Nr 725	Rytter, R.M. & Högbom, L. 2010. Slutrapport för Energimyndighetens Projekt 30659. Markkemi och fastläggning av C och N i produktionsinriktade bestånd med snabbväxande trädslag – Soil chemistry and C and N sequestration in plantations with fast-growing tree species. 64 s.

Nr 726	Brunberg, T., Eliasson, L. & Lundström, H. 2010. Skotning av färsk och hyggestorkad grot. 15 s.
Nr 727	Enström, J. 2010. Inlandsbanans potential i Sveriges skogsbränsleförsörjning. 34 s.
Nr 728	Häggström, C. & Thor, M. 2010. Human factors in forest harvester operation. 25 s.
Nr 729	Westlund, K. 2010. WP-5100 Alternative logistics concepts fitting different wood supply situations and markets. 50 s.
Nr 730	von Hofsten, H. Jämförelse mellan CeDe stubbrytare och Pallari 140. 9 s.
Nr 731	Berg, R., Bergkvist, I., Lindén, M., Lomander, A., Ring, E. & Simonsson, P. Förslag till en gemensam policy angående körskador på skogsmark för svenskt skogsbruk 18 s.
Nr 732	Jönsson, P. 2010. Stolar och armstöd – Ergonomisk granskning enligt European ergonomic and safety guidelines for forest machines. 37 s.
2011	
Nr 733	Rytter, L., Johansson, T., Karačić, A., Weih, M. m.fl. 2011. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. 210 s.
Nr 734	Hannerz, M. & Fries, C. 2011. Användningen av webbtjänsterna Kunskap Direkt och Skogsskötselserien. – En enkätundersökning bland skogsbrukets fältpersonal. 48 s.
Nr 735	Andersson, M. & Berglund, A. 2011. Test av pekskärmsmobiler. 22 s.
Nr 736	Löfgren, B., Englund, M., Forsberg, N., Jönsson, P., Lundström, L. & Wästerlund, I. 2011. Spårdjup och vibrationer för banddrivna skotare Lightlogg C och ProSilva. 32 s.
Nr 737	Brunberg, T. 2011. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1470D hos SCA Skog hösten 2010.
Nr 738	Fogdestam, N. & Lundström, H. 2011. Studier av Offset Crane Concept, OCC hos Kjellbergs Logistik & Teknik i Hällefors. 15. S.
Nr 739	Bhuiyan, N., Arlinger, J. & Möller J.J. 2011. Utveckling och utvärdering av en standardiserad metod för volymbestämning och stamräkning vid avverkning med flerträdshanterande skördaraggregat. 30 s.
Nr 740	Iwarsson Wide, M. & Fogdestam, N. 2011. Jämförande studie av olika uttagsmetoder av massaved och skogsbränsle i klen gallring. – Energived- och massavedsuttag med LOG MAX 4000B, Stora Enso Skog, Dalarna. 45 s.
Nr 741	Brunberg, T. 2011. Uppföljning av utbildningseffekten hos maskinlag hos SCA Skog AB 2010. 8 s.
Nr 742	Hannrup, B., Andersson, M., Bhuiyan, N., Wikgren, E., Simu, J., Skog, J. 2011. Vinnova_Slutrapport_P34138-1_101221. – Slutrapport för projekt ”Beröringsfri diamettermätning i skördare – utveckling av mätsystem och tester i produktionsmiljö”. 84 s.
Nr 743	Åström, Hannes. 2011. Förbättring av arbetsförhållande i skördare. 126 s.
Nr 744	Cheng, C. 2011. Modeling the Ride Comfort of a Forwarder. Modellering av åkkomforten i en skotare. 93 s.
Nr 745	Jonsson, J. 2011. Dynamisk däckmodellering och markinteraktion för skogsmaskiner. Dynamic tire modeling and soil interaction regarding forestry machines. 52 s.
Nr 746	Grönqvist, D. 2011. Konzeptutveckling av hybriddrivlina för skogsmaskiner. Concept development of a hybrid powertrain for forest machines. 180 s.