



**LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA**
Lunds universitet

Institutionen för Designvetenskaper
◆ Avdelningen för Maskinkonstruktion ◆ Produktutvecklingsprojekt HT-2004 ◆

Principkonstruktion



**Bandslip i samarbete med
Swedish Rail System AB SRS**

◆ Grupp 2 ◆

◆ Andreas Krantz M-01, cim01ak5@m.lth.se
Janne Mårtensson M-01, cim01jm8@m.lth.se
Tobias Persson M-01, cim01tp5@m.lth.se
Alexander Seguljev M-01, cim01as7@m.lth.se

Sammanfattning

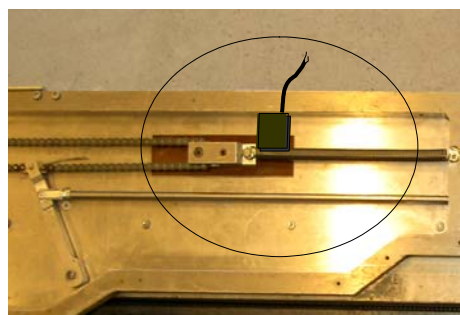
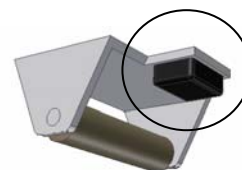
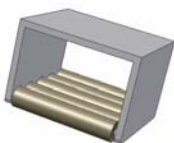
Detta projektarbete utgör ett produktutvecklingsprojekt på 10 poäng som ges av avdelningen för maskinkonstruktion på Lunds tekniska högskola. Projektet går ut på att projektgruppen har tilldelats ett uppdrag i form av en vidareutveckling av en befintlig produkt åt Swedish Rail System AB SRS. Denna produkt utgörs av en bandslip som är avsedd för grov- och finslipning av svetsfog på räl. För närvarande har slipmaskinen en del undermåliga funktioner vilka gör maskinen oattraktiv på marknaden.

Den övergripande metodiken gruppen använt sig av är den som beskrivs i kurslitteraturen *Product Design And Development* av Karl T. Ulrich och Steven D. Eppinger. Som första steg i projektet samlade gruppen in kundutlåtande från personer ur målgruppen varefter tolkning av dessa kundutlåtanden till kundbehov utfördes. Med utgångspunkt i kundbehoven ställde gruppen upp målspecifikationer för produkten, vilka gruppen har haft som målsättning vid framtagande av förslag på principkonstruktion. För att ta reda på varför befintlig produkt inte är gångbar på marknaden har gruppen analyserat densamma för att se hur väl den uppfyller kundbehoven. Ett kritiskt kundbehov har utsetts av gruppen, vilket avser ett kundbehov som, om det uppfylls, kan göra produkten attraktiv på marknaden.

För att systematisera framtagandet av principkonstruktioner, med mål att uppfylla det kritiska kundbehovet, har gruppen definierat olika delproblem. För dessa delproblem har gruppen tagit fram olika förslag på lösningar. De olika förslagen har beskrivits med en beskrivande text samt principskisser. De olika lösningsförslagen har sedan i en primär utvärdering rankats med hjälp av kriterier som speglar kundbehoven och ytterligare faktorer som gruppen funnit relevanta. Den primära utvärderingen resulterade i att två förslag för varje delproblem gick vidare till en sekundär utvärdering. Den sekundära utvärderingen har mer omfattande kriterier än dess primära dito, vilket ledde till att en lösning per delproblem återstod.

Under utvecklingen av principkonstruktionen har gruppen via ett iterativt förfarande ändrat och förfinat specifikationerna. Då ett test av principlösningarna, i vilket potentiella användares "feedback" eftertraktas, inte hunnits med inom den utsatta deadlinen för rapporten har inte de slutliga specifikationerna kunnat etableras. Dessa kommer att kompletteras i kommande rapport.

De valda principlösningarna kan ses nedan.



Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Produktbeskrivning	1
1.2.1 Undermåliga funktioner hos befintlig bandslip	1
1.3 Marknad	1
1.4 Mål uppsatta av SRS	1
1.4.1 Övergripande mål	1
1.4.2 Delmål 1	2
1.4.3 Delmål 2	2
1.5 Projektgruppens inriktning	2
1.6 Metodik	2
1.7 Tidsplan	2
1.8 Företagspresentation	2
1.8.1 Kort om Swedish Rail System AB SRS, i Ystad	2
1.8.2 Affärsidé	3
1.8.3 Vision	3
2. Identifiering av kundbehov	4
2.1 Insamling av kundutlåtande	4
2.2 Tolkning av kundutlåtande till kundbehov	7
2.3 Hierarkisk indelning av kundbehoven	8
2.4 Viktning av kundbehoven	10
2.5 Reflektion över resultatet	10
3 Analys av befintlig produkt	11
3.1 Uppfyller befintlig produkt kundbehoven?	11
3.1.1 Kritiska kundbehov	12
3.2 Resultat av analys	12
4. Målspecifikationer	13
4.1 Formuleringar	13
4.1.1 Beskrivning av formuleringarna	16
4.2 Benchmarking	17
4.3 Målvärde	19
4.4 Reflektion över resultatet	20

5. Framtagning av primära principlösningar	21
5.1 Huvudproblem	21
5.2 Delproblem	23
5.2.1 Potentiella delproblem	23
5.2.2 Aktuella delproblem	23
5.3 Principlösningar för aktuella delproblem	23
5.3.1 Ytjämnhetsmätning	23
5.3.2 Kontaktdon	24
5.3.3 Reglering av kontakttryck	26
5.4 Delproblemens beroendehierarki	27
6. Primär utvärdering	28
6.1 Typ av ytjämnhetsmätning	28
6.2 Typ av Kontaktdon	30
6.3 Reglering av kontakttryck	31
6.4 Resultat från den primära utvärderingen	31
6.5 Reflektion över resultatet	31
7. Vidareutveckling av principlösningar	32
8. Slutlig utvärdering och val av principlösning	33
8.1 Typ av ytjämnhetsmätning	33
8.2 Typ av Kontaktdon	34
8.3 Reglering av kontakttryck	35
9. Presentation av vald principlösning	36
9.1 Funktioner	36
9.2 Konstruktion	36
10. Test av principlösning	37
10.1 Definition av syfte	37
10.2 Genomförande	37
11. Slutliga specifikationer	38
12. Reflektion av projektarbetet	39
13. Bilagor	40

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Detta arbete utgör ett produktutvecklingsprojekt på 10 poäng, vilket ges av avdelningen för maskinkonstruktion på LTH. Gruppen har tilldelats ett uppdrag i form av en vidareutveckling av en befintlig produkt åt Swedish Rail System AB. Denna produkt utgörs av en bandslip som för närvarande har en del undermåliga funktioner vilka gör maskinen oattraktiv på marknaden.

1.2 Produktbeskrivning

Bandslipen är avsedd för grov- och finslipning av svetsfog på räl.

1.2.1 Undermåliga funktioner hos befintlig bandslip

De undermåliga funktioner som beskrivs nedan har påpekats av SRS som högst önskvärda att förbättra.

- En del undermåliga komponenter som lätt går sönder.
- Maskinen väger för mycket.
- Slipmaskinen bör kunna handhas av en person.

1.3 Marknad

Målgruppen som SRS inriktar sig mot med bandslipen är företag som bedriver:

1. Nyläggning av räls.
2. Service av befintlig räls.

1.4 Mål uppsatta av SRS

1.4.1 Övergripande mål

- SRS skall kunna erbjuda en produkt som fyller behovet att slipa svetsfog på räl på kort tid och på ett sätt som underlättar för den som utför arbetet.
- Minimering av slipmaskinens massa, vilket underlättar handhavandet av maskinen.
- Produkten skall erbjuda samma eller högre kvalitet som SRS nuvarande produkter.
- Produkten skall vara kostnadseffektiv.

1.4.2 Delmål 1

Ett första mål är att med enkla förbättringar kunna få befintlig maskin gångbar på marknaden. Detta syftar till att få ut de redan tillverkade slipmaskinerna på marknaden.

1.4.3 Delmål 2

För att kunna leverera en produkt som uppfyller företagets övergripande mål kan det bli aktuellt att göra en ”redesign” av hela konceptet. Med redesign av hela konceptet avses att allt ifrån drivsystem till den skärande bearbetningsmetoden får ses över och eventuellt ersättas.

1.5 Projektgruppens inriktning

Projektgruppen har valt att inrikta sig på marknaden som utgörs av nyläggning av räls. Vidare kommer gruppen ta sig an företagets första delmål, nämligen att få ut befintlig produkt på marknaden.

1.6 Metodik

Den övergripande metodiken som gruppen använt sig av är den som beskrivs i *Product Design And Development* av Karl T. Ulrich och Steven D. Eppinger.

1.7 Tidsplan

Gruppen har antagit en tidsplan, kallad ”uppskattad” tidsplan, för projektet, vilken redovisas i bilaga 1 och denna tidsplan har gruppen försökt följa.

1.8 Företagspresentation

1.8.1 Kort om Swedish Rail System AB SRS, i Ystad

Det hela började 1960 med VD Ingvar Svensson då företagets huvudsakliga verksamhet var att marknadsföra betongslipers både nationellt och internationellt. Efter några år utökade man med entreprenadverksamhet för att tjugo år senare starta marknadsföring och försäljning av tvåvägsfordon/Clicomatic dvs. fordon som kan framföras både på landsväg och på järnväg. I början på 80-talet bildades Norwegian Rail System (NRS) AS där SRS blev 50 procentig ägare. Åren gick och i takt som företaget vuxit har en rad olika samarbetspartners och delägare kommit in i bilden. 1996 bildades Finnish Rail System OY (FRS) och året därpå bildades Danish Rail System A/S (DRS). 2002 beslutade man att dela upp bolaget i ett industriföretag och ett entreprenadföretag. Entreprenadverksamheten såldes år 2003 till det engelska bolaget Carillion Rail.

Den del av företaget som finns kvar är det som idag heter Swedish Rail System AB SRS och är det ledande privata spårteknikföretaget i Norden. Företaget utvecklar, tillverkar och marknadsför spårssystem. I verksamheten ingår grossistverksamhet, egen tillverkning samt försäljning av specialmaskiner. Företaget med huvudkontor i Ystad omsätter cirka 170 miljoner kronor om året och har 65 anställda.

1.8.2 Affärsidé

Att utveckla och leverera material och maskiner för spårssystem.

1.8.3 Vision

Genom kompetens och partnerskap ska SRS ha den största tillväxten inom alla affärsområden.

Styrkor

- En av nordens modernaste anläggningar för spårteknisk utveckling.
- Avancerad CAD-teknik i både konstruktion och produktion ger stora möjligheter till systemanpassade spårprofiler och växlar.
- I samarbete med andra företag utvecklas nya produkter.
- Norra Europas största grossist av räls och spårrelaterade produkter (nytt och begagnat).
- Lagerhåller och marknadsför ett komplett sortiment av spårmaterial såväl nytt som begagnat.
- Representerar både svenska och utländska tillverkare.
- Certifierade av TÜF Nord enligt 9001.

2. Identifiering av kundbehov

För att vara lyckosam vid framtagning av en ny produkt krävs en omfattande analys av kundens behov av produkten. Gruppen har använt sig av den analysmetod som föreslås av Ulrich och Eppinger¹ och målet med denna metod är att uppnå följande:

- Försäkra att produkten fokuseras på kundbehoven.
- Identifiera både uppenbara och latenta behov.
- Skapa en faktabas, på vilken produktspecifikationerna kommer att baseras.
- Erhålla en dokumentation av behovsanalysen i utvecklingsprocessen.
- Försäkra att inga kundbehov förbises.
- Uppnå en gemensam förståelse för kundbehoven inom projektgruppen.

Tanken bakom analysmetoden är gruppen skall lära känna kundens behov så handgripligt som möjligt och upprätta en dialog med målgruppen.

För att identifiera kundbehovet används en femstegsmetod bestående av:

1. Insamling av kundutlåtande.
2. Tolkning av kundutlåtande till kundbehov.
3. Hierarkisk indelning av kundbehoven.
4. Viktning av kundbehoven.
5. Reflektion över resultatet.

2.1 Insamling av kundutlåtande

För samla in kundutlåtande har vi använt oss av intervjuer av lämpliga personer dels direkta användare av befintlig produkt. Vi har genomfört intervjuer vid möten med nämnda personer. Vi har även varit på "real life study" för att dokumentera den befintliga slipmetod som används med dess brister och fördelar.

Vid intervjuerna har inga på förhand bestämda frågor ställts utan gruppen har begagnat den trevligare formen av öppen dialog, under vilken intervjuaren nedtecknat väsentliga utlåtanden.

Nedan följer en redogörelse av intervjuerna.

¹ Product Design And Development, sid. 53 ff

Intervju 1

Användare:	Magnus Hörberg	Intervjuare:	Janne, Andreas, Alexander och Tobias
Telefon:	0708-51 10 57	Typ av intervju:	Personligt möte
Öppen för uppföljning?	Ja	Datum:	2004-09-10
Magnus Hörberg arbetar på Carillion Rail Sverige AB och har arbetat med bandslipen i samband med byggandet av Öresundsbron.			
Kundutlåtande		Tolkat kundbehov	
Bandslipen saknar dammuppsamlare.		Maskinen samlar upp damm.	
Nackdel att maskinen måste ha ett elaggregat.		Maskinen har olika driftsmöjligheter.	
Grovslipningsprocessen fungerar ej.		Maskinen utför grovslipning.	
Maskinen har dålig tillförlitlighet.		Maskinen har hög tillförlitlighet.	
Maskinen slipar dåligt på farsidan.		Maskinen slipar fullgott på hela rälen.	
Maskinens tiltrörelse har ryckig gång.		Maskinens tiltrörelse sker med jämn gång.	
Maskinen är ömtålig.		Maskinen upplevs robust.	
Maskinen saknar justerbart nollställe för slaglängden vid sliprörelsen.		Maskinen har justerbart nollställe för slaglängden vid sliprörelsen.	
Finslipningen utförs mycket bra.		Maskinen utför finslipning.	

Tabell 2.1 Intervju 1.

Användare:	Magnus Hörberg	Intervjuare:	Janne, Andreas, Alexander och Tobias
Telefon:	0708-51 10 57	Typ av intervju:	Personligt möte
Öppen för uppföljning?	Ja	Datum:	2004-09-10
Magnus Hörberg arbetar på Carillion Rail Sverige AB och har arbetat med bandslipen i samband med byggandet av Öresundsbron.			
Kundutlåtande		Tolkat kundbehov	
Ingen rengöring av slipbandet.		Möjlighet att rengöra slipbandet finns.	
Maskinen matar ner för långsamt, vid manuell drift.		Nermatningen sker med tillfredsställande hastighet.	
Maskinen återgår till ursprungsläget då maskinen stannat pga. överbelastning vid manuell hantering, vilket inte är bra.		Maskinen återgår inte till ursprungsläget vid driftstopp.	
Slaglängden minskar då maskinen slipar på rärels sidor.		Slaglängden bibehålls vid tiltning.	
Reglagen bör vara bättre skyddade.		Reglagen är väl skyddade.	

Tabell 2.1 Intervju 1

2.2 Tolkning av kundutlåtande till kundbehov

Kundutlåtandena som erhöles vid intervjuerna har av gruppen tolkats till kundbehov. Dessa tolkade kundbehov återfinnes i intervjusammanställningen dvs. tabell 2.1 ovan. Dessa kundbehov har kompletterats med företagets förslag på kundbehov i tabell 2.2 nedan.

Förslag på kundbehov uttryckta av SRS
Slipmaskinens alla komponenter är av hög kvalitet.
Slipmaskinen har minimerad massa.

Tabell 2.2 SRS förslag på kundbehov.

Då vi vid sammanställning av kundbehoven ovan insåg att den öppna dialogen, vilken var den valda intervjumetoden, inte lyckats täcka upp alla behov eller krav som kan ställas på produkten. Gruppen sammanställde därför sina egna förslag på tänkbara kundbehov i tabell 2.3 nedan.

Gruppens förslag på kundbehov
Slipmaskinen äventyrar inte användarens säkerhet.
Slipmaskinen har en väl utformad design.
Slipmaskinens knappsats har tydliga knappar.
Slipmaskinens reglage är lätta att manövrera.
Slipmaskinen har låg ljudnivå vid användning.
Slipmaskinens reglage är lättillgängliga.
Slipmaskinen återgår till ursprungligt läge efter avslutat slippogram.
Slipmaskinen går att manövrera manuellt.
Slipmaskinens alla komponenter är av hög kvalitet.
Slipmaskinen har lång livslängd.

Tabell 2.3 Gruppens förslag på kundbehov.

2.3 Hierarkisk indelning av kundbehoven

Gruppen har under denna rubrik delat in kundbehoven i en hierarkisk ordning, vilket kan ses i tabell 2.4.

Nummer	Detalj	Kundbehov	Vikt
		Prestanda	
1	SM	slaglängden bibehålls vid tiltning.	5
2	SM	utför finslipning.	5
3	SM	utför grovslipning.	5
4	SM	slipar fullgott på hela rälen.	5
5	SM	tiltrörelse sker med jämn gång.	4
6	SM	har justerbart nollställe för slaglängden vid sliprörelsen.	4
7	SM	går att manövrera manuellt.	3
		Användarvänlighet	
8	SM	reglagen är lätta att manövrera.	4
9	SM	behåller sin position vid driftstopp.	4
10	SM	har olika driftsmöjligheter.	3
11	SM	samlar upp damm.	3
12	SM	nermatning sker med tillfredställande hastighet.	3
13	SM	har låg ljudnivå vid användning.	3
14	SM	reglagen är lättillgängliga.	3
15	SM	återgår till ursprungligt läge efter avslutat slipprogram.	2

Tabell 2.4 Hierarkisk indelning av kundbehov med viktning. SM är förkortning för slipmaskin.

Nummer	Detalj	Kundbehov	Vikt
		Säkerhet och tillförlitlighet	
16	SM	äventyraryr inte användarens säkerhet.	5
17	SM	upplevs robust.	5
18	SM	har hög tillförlitlighet.	5
19	SM	alla komponenter är av hög kvalitet.	4
20	SM	reglagen är skyddade.	3
21	SM	har lång livslängd.	4
		Design	
22	SM	knappsatsen har tydliga knappar.	3
23	SM	har en väl utformad design.	3
		Underhåll	
24	SM	möjlighet att rengöra slipbandet finns.	4

Tabell 2.4 Hierarkisk indelning av kundbehov med viktning. SM är förkortning för slipmaskin.

2.4 Viktning av kundbehoven

För att göra en viktning av kundbehoven dvs. avgöra vilka behov som upplevs som viktigast för kunderna, kan man välja två alternativ:

- Göra en viktning inom gruppen.
- Göra en andra undersökning då kunderna får göra viktningen.

För- och nackdelar med de olika metoderna är exempelvis att det går oftast fortare att inom gruppen utföra viktningen men att en sekundär undersökning borde ge en mer rättvisande viktning. Vi har valt att använda det andra alternativet och viktningen sker med följande skala:

- Funktionen är inte önskvärd.
- Funktionen är inte nödvändig, men gör inget om den finns.
- Funktionen skulle vara bra, men är inte nödvändig.
- Funktionen är högst önskvärd, men det gör inget om den inte finns.
- Funktionen är kritisk, denna funktion måste finnas.

Formuläret som användes i den sekundära undersökningen återfinns i bilaga 3.

Resultatet viktningen återges i tabell 2.4 ovan.

2.5 Reflektion över resultatet

Efter framtagandet av kundbehoven och viktningen av dessa anser gruppen att kundbehoven ger en bra beskrivning av vilka behov produkten måste fylla. Gruppen har tillskansat sig en god insikt i vad produkten måste prestera

De personer vi har intervjuat är alla villiga att delta i en uppföljning av projektet vilket kommer vara en stor fördel vid framtagandet av en principkonstruktion.

3 Analys av befintlig produkt

3.1 Uppfyller befintlig produkt kundbehoven?

För att finna anledningen till varför befintlig produkt inte är attraktiv på marknaden har analys av slipmaskinen blivit utförd. I analysen har gruppen studerat hur väl slipmaskinen uppfyller kundbehoven, vilket återges i tabell 3.1 nedan. Då enheten i tabell 3.1 angivits ett värde avser detta en betygskala på 1 till 5 enligt följande:

Kundbehovet uppfylls av befintlig produkt:

- Inte alls.
- Ej tillfredställande.
- Mindre tillfredställande.
- Tillfredställande.
- Mycket tillfredställande.

Då inget värde angivits har bedömning av hur väl kundbehovet uppfyllts ej varit möjlig.

Nummer	Detalj	Kundbehov	Vikt	Uppfyllt
		Prestanda		
1	SM	slaglängden bibehålls vid tiltning.	5	1
2	SM	utför finslipning.	5	5
3	SM	utför grovslipning.	5	2
4	SM	slipar fullgott på hela rälen.	5	3
5	SM	tiltrörelse sker med jämn gång.	4	3
6	SM	har justerbart nollställe för slaglängden vid sliprörelsen.	4	1
7	SM	går att manövrera manuellt.	3	3
		Användarvänlighet		
8	SM	reglagen är lätta att manövrera.	4	4
9	SM	behåller sin position vid driftstopp.	4	3
10	SM	har olika driftsmöjligheter.	3	1
11	SM	samlar upp damm.	3	1
12	SM	nermatning sker med tillfredställande hastighet.	3	2
13	SM	har låg ljudnivå vid användning.	3	2
14	SM	reglagen är lättillgängliga.	3	4
15	SM	återgår till ursprungligt läge efter avslutat slipprogram.	2	2

Tabell 3.1: Analys av hur väl befintlig produkt uppfyller kundbehoven. SM är förkortning för slipmaskin.

Nummer	Detalj	Kundbehov	Vikt	Uppfyllt
		Säkerhet och tillförlitlighet		
16	SM	äventyrar inte användarens säkerhet.	5	4
17	SM	upplevs robust.	5	3
18	SM	har hög tillförlitlighet.	5	3
19	SM	alla komponenter är av hög kvalitet.	4	3
20	SM	reglagen är skyddade.	3	3
21	SM	har lång livslängd.	4	-
		Design		
22	SM	knappsatsen har tydliga knappar.	3	4
23	SM	har en väl utformad design.	3	3
		Underhåll		
24	SM	möjlighet att rengöra slipbandet finns.	4	1

Tabell 3.1: Analys av hur väl befintlig produkt uppfyller kundbehoven. SM är förkortning för slipmaskin.

3.1.1 Kritiska kundbehov

Analysen visade på ett flertal brister då väldigt många kundbehov inte är uppfyllda tillfredställande. Viktningen av kundbehoven har visat på vilka av desamma som är viktigast att uppfylla. Av dessa kundbehov som har högst viktning är en del kritiska. Med kritiskt kundbehov avses ett kundbehov som, om det uppfylls, kan göra produkten attraktiv på marknaden.

De kritiska kundbehoven anses vara:

3. Slipmaskinen utför grovslipning.

3.2 Resultat av analys

Analysen har alltså visat att om gruppen kan uppfylla kundbehovet att utföra grovslipning på ett bra sätt kan produkten visa sig gångbar på marknaden. Ett första steg blir att lösa detta problem.

4. Målspecifikationer

Då gruppen nu identifierat kundbehoven skall dessa överföras till specifikationer. En specifikation utgörs av en formulering och ett värde. Med formulering avses en beskrivning av vad produkten måste kunna utföra. Ett exempel på en specifikation; "total massa" är en formulering och "mindre än 15 kg" är formuleringens värde.

I ett första steg upprättas målspecifikationer, vilka är preliminära specifikationer och motsvarar gruppens målsättning för produkten. För målspecifikationerna kallas motsvarande värde för målvärde, beroende på de "trade-offs" som gruppen förmodligen kommer att tvingas utföra kommer dessa målvärden att förfinas för att senare utgöra värden för de slutliga specifikationerna.

Vid framtagningen av dessa preliminära målspecifikationer använder gruppen den av Ulrich och Eppinger² beskrivna fyrstegsmetoden som består av följande steg:

- Formuleringar, upprätta en lista av formuleringar.
- Benchmarking, samla in information om konkurrenters produkter.
- Målvärden, ange ideala och acceptabla målvärden för formuleringarna.
- Reflektion över resultatet.

4.1 Formuleringar

De mest användbara formuleringarna är de som så tydligt som möjligt motsvarar ett kundbehov dvs. man vill helst ha en formulering för varje behov. Formuleringarna återges i tabell 4.1 på nästa sida.

² Product Design And Development, sid. 74 ff

Specifikation nummer	Behovs-kombination	Formulering	Vikt	Enhet
		Prestanda		
1	1	Slaglängd	5	mm-mm
2	2,4	Maximal höjd på svetsrågen efter finslipning.	5	mm
3	3,4	Maximal höjd på svetsrågen efter grovslipning.	5	mm
4	5	Tiltnings vinkelhastighet	4	rad/s
5	6	Avstånd från centrum	4	mm-mm
6	7	Går att manövrera manuellt.	3	alternativ
		Användarvänlighet		
7	8	Reglagen är lätta att manövrera.	4	subjektivt
8	9	Kontakttonets position i höjddled vid driftstopp.	4	mm
9	9	Tiltningsvinkel vid driftstopp.	4	grader
10	9	Avstånd från aktuellt slipläge vid driftstopp.	4	mm
11	10	Har olika driftsmöjligheter.	3	drivsystem
12	11	Samlar upp damm.	3	alternativ
13	12	Hastighet på kontakttonets nermatning till slipläge.	3	mm/s
14	13	Har låg ljudnivå vid användning.	3	dB
15	14	Reglagen är lättillgängliga.	3	subjektiv
16	15	Kontakttonets position efter avslutat slipprogram.	2	mm
17	15	Tiltningsvinkel efter avslutat slipprogram.	2	grader
18	15	Avstånd från centrum efter avslutat slipprogram.	2	mm

Tabell 4.1 Formuleringar med motsvarande enheter.

Specifikation nummer	Behovs-kombination	Formulering	Vikt	Enhet
		Säkerhet och tillförlitlighet		
19	16	Äventyrar inte användarens säkerhet.	5	säkerhetsklass
20	17	Upplevs robust.	5	subjektiv
21	18,19,20	Hög tillförlitlighet	5	månader
22	21	Lång livslängd	4	år
		Design		
23	22	Knappsatsen har tydliga knappar.	3	subjektivt
24	23	Har en väl utformad design	3	subjektivt
		Underhåll		
25	24	Möjlighet att rengöra slipbandet finns.	4	alternativ

Tabell 4.1 Formuleringar med motsvarande enheter.

Kommentar till tabell 4.1

Då enheten i tabell 4.1 angivits som *subjektivt* avser detta en betygskala på 1 till 5 enligt följande:

Formuleringen uppfylls av produkten:

1. Inte alls.
2. Ej tillfredställande.
3. Mindre tillfredställande.
4. Tillfredställande.
5. Mycket tillfredställande.

Då enheten i tabell 4.1 angivits som *drivsystem* avser detta hur maskinen drivs dvs. driften sker med hjälp av:

3. Elektricitet.
4. Bensin.
5. Hydraulik.
6. Valfritt drivsystem är möjligt.

Då enheten i tabell 4.1 angivits som *alternativ* avser detta:

1. Ja.
2. Nej.
3. Båda alternativen är valbara dvs. 1 och 2 kan väljas men ej samtidigt.

Vidare i denna rapport kommer dessa variationer av värderingar att användas då subjektiv, drivsystem och alternativ anges som enhet.

Då enheten i tabell 4.1 angivits som *säkerhetsklass* avser detta olika säkerhetsklasser vad beträffar elektriska maskiner och brandsäkerhet. För mer precis indelning av enhetens värde kommer en komplettering av dessa att ske när gruppen är mer insatt i denna frågeställning.

Vidare i denna rapport kommer dessa variationer av värderingar att användas då subjektiv, drivsystem och alternativ anges som enhet

4.1.1 Beskrivning av formuleringarna

1. Slaglängd avser avståndet mellan kontaktrullens vändlägen.
2. Avser den maximala höjden på den kvarvarande svetsrågen efter finslipning.
3. Avser den maximala höjden på den kvarvarande svetsrågen efter grovslipning.
5. Avstånd från centrum avser kontaktdonets avstånd från maskinens centrum.
8. Kontaktdonets position avser höjdlägesändringen hos densamma vid driftstopp.
9. Avser avvikelse från den tiltningensvinkel vid vilken driftstopp uppstod.
10. Avser avstånd från kontaktdonets läge vid vilket driftstopp uppstod. Avståndet mäts i maskinens längdriktning.
13. Avser hastigheten med vilken kontaktdonet matas ned för att uppnå slipläge. Med slipläge avses då slipbandet når svetsrågen.
15. Avser att reglagens tillgänglighet inte får inskränkas pga. exempelvis maskinens tiltning.
19. Användarens säkerhet bedöms med hjälp av maskinens säkerhetsklass där klasserna är:
20. Användaren måste uppleva att maskinen klarar oöm hantering.
21. I begreppet hög tillförlitlighet innefattas att maskinens funktionalitet är oberoende av väder. Vidare skall underhållet vara minimalt och driftsäkerheten således hög. Tillförlitligheten mäts i tid, i månader, mellan reparationer.
22. Knappsatsen skall vara pedagogisk och intuitiv.

4.2 Benchmarking

Då en det saknas motsvarande automatiska slipmaskiner på marknaden kommer en benchmarking att begränsas till den närmaste konkurrerande produkten, nämligen en slipmaskin som tillverkas av Robel GmbH. Slipmaskinen kallas kort och gott för Robel av användarna. Benchmarkingen kan ses i tabell 4.1 på nästa sida.

Robeln är en manuell slipmaskin, se figur 4.1 nedan, som är den, åtminstone i Sverige, mest använda i dagsläget vid slipning av svetsfog på räil.



Figur 4.1 Robel

Specifikation nummer	Formulering	Enhet	Robel
	Prestanda		
1	Slaglängd	mm-mm	-
2	Maximal höjd på svetsrågen efter finslipning.	mm	0.2
3	Maximal höjd på svetsrågen efter grovslipning.	mm	0.5
4	Tiltningens vinkelhastighet	rad/s	-
5	Avstånd från centrum	mm mm	-
6	Går att manövrera manuellt.	alternativ	-
	Användarvänlighet		
7	Reglagen är lätta att manövrera.	subjektivt	-
8	Kontakttonets position vid driftstopp.	mm	-
9	Tiltningsvinkel vid driftstopp	grader	-
10	Avstånd från centrum vid driftstopp	mm	-
11	Har olika driftsmöjligheter	drivsystem	2
12	Samlar upp damm.	alternativ	2
13	Hastighet på kontakttonets nermatning till slipläge.	mm/s	-
14	Har låg ljudnivå vid användning.	dB	-
15	Reglagen är lättillgängliga.	subjektiv	-
16	Kontakttonets position efter avslutat slipprogram.	mm	-
17	Tiltningsvinkel efter avslutat slipprogram.	grader	-
18	Avstånd från centrum efter avslutat slipprogram.	mm	-
	Säkerhet och tillförlitlighet		
19	Äventyrar inte användarens säkerhet.	säkerhetsklass	-
20	Upplevs robust.	subjektiv	5
21	Hög tillförlitlighet	månader	5
22	Knappsatsen har tydliga knappar.	subjektivt	-
23	Har en väl utformad design	subjektivt	-
	Underhåll		
24	Möjlighet att rengöra slipbandet finns.	alternativ	-

Tabell 4.2 Benchmarking.

4.3 Målvärde

För att ställa upp målspecifikationer måste målvärden till formuleringarna bestämmas. För varje formulering anges både ett idealt- och ett acceptabelt värde. Det ideala värdet anger det mest fördelaktiga resultatet för formuleringen medan det acceptabla värdet anger det värde som utgör gräns, efter vilken man inte längre kan anse att produkten uppfyller önskad funktion. Målspecifikationerna återges i tabell 4.3 nedan.

Spec. nummer	Formulering	Enhet	Idealvärde	Acceptabelt värde
	Prestanda			
1	Slaglängd	mm-mm	0-1100	10-1000
2	Maximal höjd på svetsrågen efter finslipning.	mm	0.2	0.3
3	Maximal höjd på svetsrågen efter grovslipning.	mm	0.5	0.5
4	Tiltnings vinkelhastighet	rad/s	<0.09	0.09
5	Avstånd från centrum	mm-mm	0-400	0-300
6	Går att manövrera manuellt.	alternativ	1	2
	Användarvänlighet			
7	Reglagen är lätta att manövrera.	subjektivt	5	3
8	Kontakttonets position i höjddled vid driftstopp.	mm	5	10
9	Tiltningsvinkel vid driftstopp	grader	0	5
10	Avstånd från aktuellt slipläge vid driftstopp.	mm	0	5
11	Har olika driftsmöjligheter	drivsystem	4	1
12	Samlar upp damm.	alternativ	1	2
13	Hastighet på kontakttonets nermatning till slipläge.	mm/s	>10	4
14	Har låg ljudnivå vid användning.	dB	<85	85
15	Reglagen är lättillgängliga.	subjektiv	5	4
16	Kontakttonets position efter avslutat slipprogram.	mm	0	±5
17	Tiltningsvinkel efter avslutat slipprogram.	grader	0	±10
18	Avstånd från centrum efter avslutat slipprogram.	mm	0	±5

Tabell 4.3: Målspecifikationer

Spec. nummer	Formulering	Enhet	Idealvärde	Acceptabelt värde
	Säkerhet och tillförlitlighet			
19	Äventyrar inte användarens säkerhet.	säkerhetsklass	-	-
20	Upplevs robust.	subjektiv	5	5
21	Hög tillförlitlighet	månader	5	5
22	Knappsatsen har tydliga knappar.	subjektivt	5	4
23	Har en väl utformad design	subjektivt	5	4
	Underhåll			
24	Möjlighet att rengöra slipbande finns.	alternativ	1	2

Tabell 4.3: Målspecifikationer

4.4 Reflektion över resultatet

Gruppen har nu tagit fram målspecifikationer som får ses som en målsättning för produkten och därmed har gruppen även en vägledning vid framtagning av principkonstruktioner.

5. Framtagning av primära principlösningar

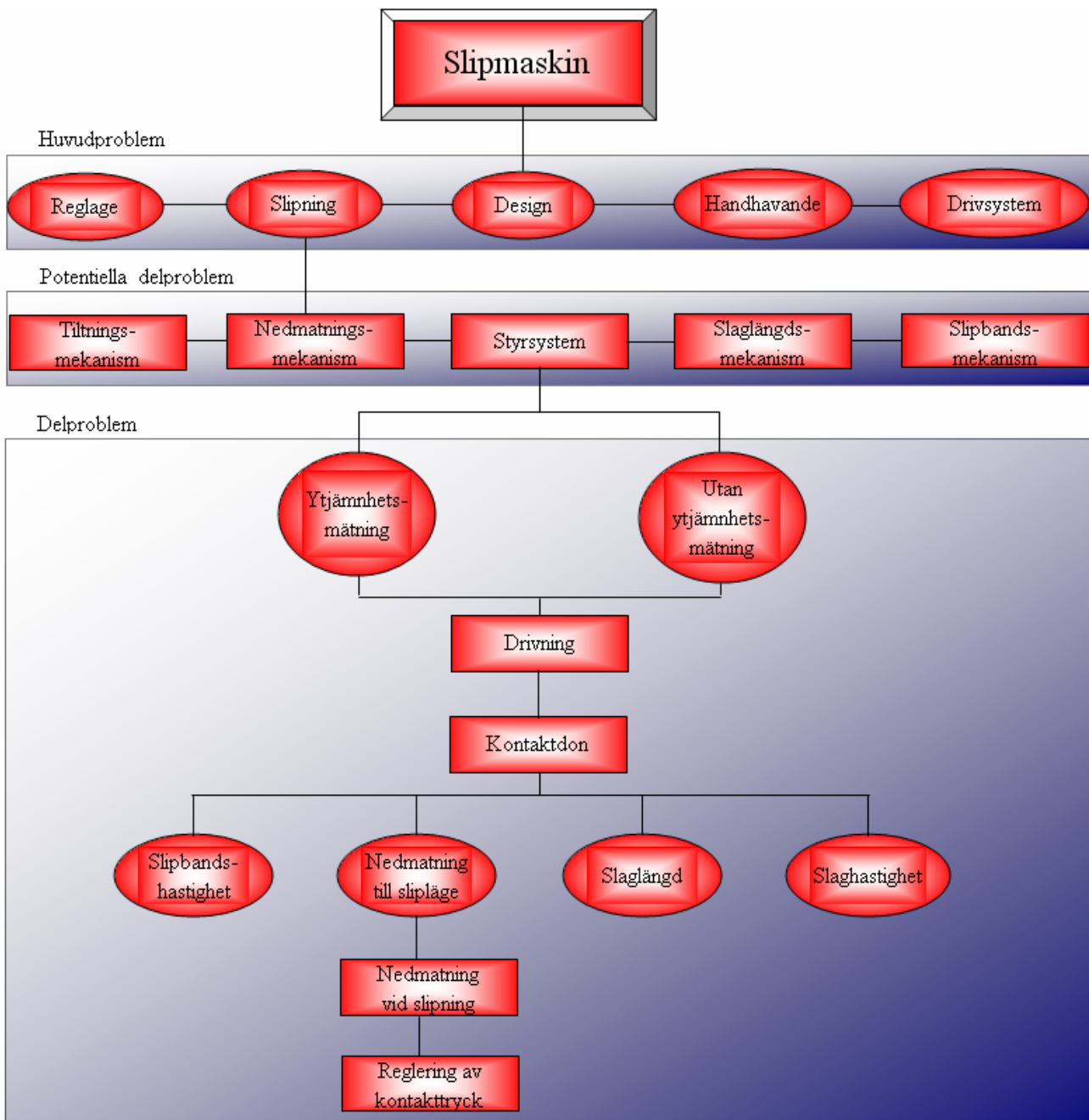
Under denna rubrik har vi tagit fram primära principlösningar för att kunna uppfylla det kritiska kundbehovet. Det kritiska kundbehovet fastställdes i avsnitt 3 och utgörs av att slipmaskinen måste kunna utföra grovslipning. Syftet med en principlösning är att ge en ungefärlig beskrivning av teknik och funktion hos den produkt man vill förbättra.

5.1 Huvudproblem

För att erhålla en tydligare bild av problemställningarna rörande principlösningar valde vi att i det första steget dela upp slipmaskinen i ett antal huvudproblem. De huvudproblem som identifierades var:

- Slipning.
- Design.
- Handhavande.
- Drivsystem.
- Reglage.

Dessa huvudproblem indelas vidare i mindre delproblem. Då det i första hand är grovslipningen som skall angripas är det således huvudproblem 1 som delas in i mindre delproblem. En grafisk framställning över hur de olika funktionerna är beroende av varandra återges i en beroendehierarki i figur 5.1 som kan ses på nästa sida.



Figur 5.1: Beskrivning av hur maskinens olika funktioner beror av varandra.

5.2 Delproblem

5.2.1 Potentiella delproblem

Potentiella delproblem som identifierats utgörs av delproblem som skulle behöva förbättras men inte är nödvändiga för att uppfylla det kritiska kundbehovet. De potentiella delproblemen är:

- Tiltningsmekanism.
- Nedmatningsmekanism.
- Slaglängdsmekanism.
- Slipbandsmekanism.

5.2.2 Aktuella delproblem

Aktuella delproblem är delproblem som av gruppen identifierats som nödvändiga att förbättra för att det kritiska kundbehovet skall uppfyllas. De aktuella delproblemen är:

7. Ytjämnhetsmätning.
8. Kontaktdon.
9. Reglering av kontakttryck.

Till dessa tre aktuella delproblem har gruppen generat olika förslag på principlösningar.

5.3 Principlösningar för aktuella delproblem

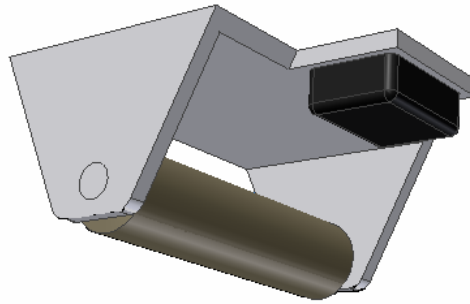
5.3.1 Ytjämnhetsmätning

Med ytjämnhetsmätning avses en funktion som mäter rärelsens ytjämnhet med avsikt att underlätta styrning av maskinens rörliga delar samt kunna avgöra när slipning skall avslutas. De förslag som gruppen har generat för ytjämnhetsmätning är:

- A. Ultraljud
- B. Laser
- C. Rullmätning.

5.3.1.A Ultraljud

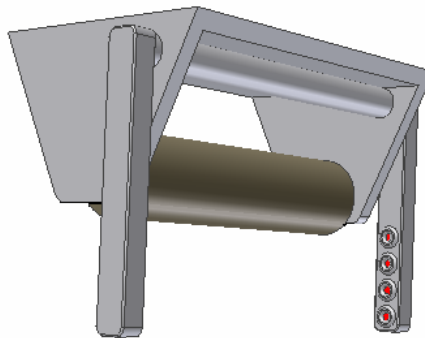
En ultraljuds sensor/receiver som är placerad på kontaktdonets medbringare sänder ut ultraljud för att avläsa rärelsens beskaffenhet. Avläsningen kan ske kontinuerligt under hela slippningsprocessen. Erhållen information kan användas för centrerung av kontaktdonet över svetsfogen samt avståndsmätning ner till svetsrågen för en snabbare nermatning av kontaktdonet.



Figur 5.2: Ultraljud

5.3.1.B Laser

Två parallellt monterade ramper med laserdioder sitter monterade på vars en sida av kontaktdonets medbringare. Ramperna fälls ned för en första registrering av ytan innan slipprocessen påbörjas varpå den sedan fälls upp för att undvika skador vid tiltning. Erhållen information kan användas för centrerung av kontaktdonet över slipfogen samt avståndsmätning ner till svetsrågen för en snabbare nermatning av kontaktdonet. Då man anser att slipningen är klar kan en ny avläsning göras för att fastställa att önskad tolerans är uppnådd.



Figur 5.3: Laser

5.3.1.C Rullmätning

En rulle fälls ner under slipbandet som sedan rullas på rälen för att avläsa ytan på densamma. Erhållen information kan användas för centrerung av kontaktdonet över slipfogen samt avståndsmätning ner till svetsrågen för en snabbare nermatning av kontaktdonet. Efter denna avläsning startas slipprocessen. Då man anser att slipningen är klar kan en ny avläsning göras för att fastställa att önskad tolerans är uppnådd.

5.3.2 Kontaktdon

Med kontaktdon avses den del av maskinen som överför erforderligt kontaktryck på slipbandet för att möjliggöra avverkning av svetsfogen. De förslag som gruppen har generat för olika kontaktdon är:

- A. Singelrulle
- B. Multirulle
- C. Glidsko

5.3.2.A Singelrulle

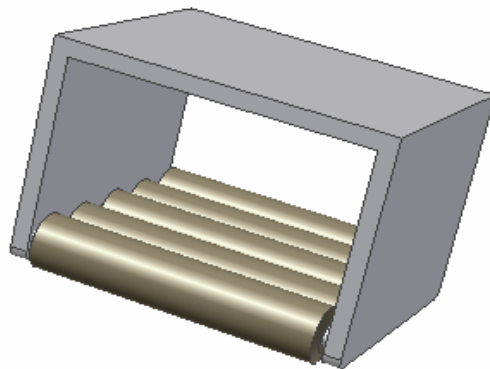
En rulle, likt den befintliga konstruktionen, används och genom variation av exempelvis material och storlek finna en optimal rulle.



Figur 5.6: Singelrulle

5.3.2.B Multirulle

Istället för som idag, då endast en kontaktrulle används, sätts flera mindre rullar i samma medbringare vilket hindrar rullarna från att röra sig relativt varandra. Att kontaktrycket anläggs medelst ett antal mindre rullar, varvid trycket fördelas på en större yta, medför att slipbandets anliggningsyta blir större och avverkningshastigheten bör öka.



Figur 5.5: Multirulle

5.3.2.C Glidsko

Dagens kontaktdon ersätts med en glidsko som på sin anliggningsyta har ett material med låg friktion. Att kontaktrycket anläggs medelst en glidsko, varvid trycket fördelas på en större yta, medför att slipbandets anliggningsyta blir större och avverkningshastigheten bör öka.



Figur 5.7: Glidsko

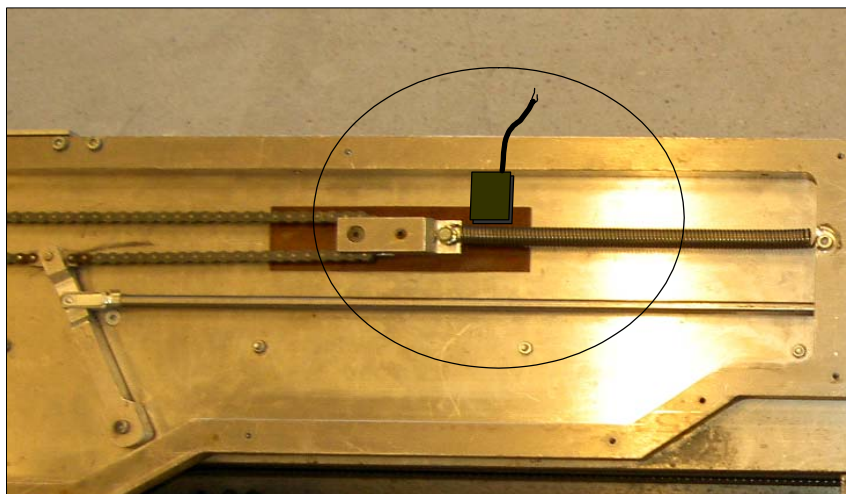
5.3.3 Reglering av kontaktryck

Med reglering av kontaktryck avses reglerutrustning som möjliggör en optimering av nermatningen av kontaktdonet vid slipning för att på så sätt minimera tidsåtgången för avverkningen av svetsfogen. De förslag som gruppen har generat för reglering av kontaktryck är:

- A. Brytare
- B. Uttagen motoreffekt

5.3.3.A Brytare

Denna brytare sitter monterad vid kontaktdonets fjäderbelastningsinfästning och utlöser då ett, för maskinen, för högt tryck mot rälen erhålles. Signalen används som ett komplement för styrningen av kontaktdonets nermatning.



Figur 5.8: Brytare

5.3.3.B Uttagen motoreffekt

Då man ökar trycket, med vilket kontaktdonet trycker ner slipbandet mot rälen, ökar också effektuttaget för elmotorn som driver slipbandet. Genom att registrera denna ändring av effekt kan man reglera antingen kontaktdonets tryck eller nermatningshastighet.

5.4 Delproblemens beroendehierarki

Delproblemen beror på varandra enligt en hierarki som har återgivits i figur 5.1 ovan. Enligt denna kommer således olika val av kontaktdon leda till eller kommer att kräva olika parametrar på delproblem lägre ner i beroendehierarkin. För att kunna optimera avverkning av svetsfog har gruppen även identifierat hur delproblemen som är underordnade kontaktdonet kan varieras.

De delproblem som är underordnade kontaktdonet är:

1. Slipbandshastighet.
2. Nedmatning till slipläge.
 - 2.1 Nedmatning vid slipning.
 - 2.2 Kontakttryck.
3. Slaglängd.
4. Slaghastighet.

För att kunna finna den bästa kombinationen av dessa parametrar kommer test av desamma att krävas som komplement till viktning.

6. Primär utvärdering

Den primära utvärderingen är en process som utvärderar principlösningarna med hänsyn till uppsatta kriterier och kundbehov. Man vill jämföra de olika lösningarnas svagheter och styrkor relativt varandra för att kunna välja ut de bästa lösningarna för vidare utveckling och utvärdering.

Vi använde oss av en metodik som i kurslitteraturen kallas för *Pugh concept selection*³, vilken går ut på att först välja en av lösningarna som referens. Denna referens väljs ut så att den antingen representerar en industristandard eller så att den representerar en lösning som för gruppen verkar välbekant och enkelt genomförbar. Vid urvalsprocessen ger man referensförslagen betyget 0. Vid bedömningen av de andra förslagen ger man de förslag man tycker uppfyller kriterierna bättre betyget + medan de man tycker uppfyller kriterierna sämre betyget -.

Gruppen valde att begränsa sig till två principlösningar som gick till vidareutveckling.

6.1 Typ av ytjämnhetsmätning

- A. Ultraljud
- B. Laser
- C. Rullmätning

Gruppen valde alternativ A som referens eftersom den bygger på en redan befintlig lösning och den ansågs vara enkel i sitt utförande. Principlösningarna som fick gå vidare blev förslag A och C.

Kriterier	A	B	C
Installation	0	-	-
Livslängd	0	-	+
Kostnad	0	-	0
Servicegrad	0	0	0
Komplexitet	0	-	+
Tillförlitlighet	0	+	-
Noggrannhet	0	0	-
Summa +	0	1	2
Summa -	0	4	3
Summa 0	7	1	2
Slutsumma	0	-3	-1
Ranking	1	3	2
Går vidare	X		X

Tabell 6.1 Utvärdering och ranking av delproblem 1

³ Product Design And Development, sid. 130 ff

Kommentarer till de olika bedömningarna i tabell 6.1:

- Installation:** Här ansåg gruppen att lösningarna med laser och mättrulle skulle vara besvärligare att installera samt att lösning B framstår som mer komplex i sin konstruktion.
- Livslängd:** Här ansåg gruppen att den lösning som innehöll laserteknik hade större benägenhet att fallera.
- Kostnad:** Den lösning som innehåller laserteknik bedöms bli dyrare samt de lösningar som ej bygger på redan existerande lösningar.
- Servicegrad:** Här ansåg gruppen att de lösningar som innehåller laserteknik kommer att behöva mer service än de utan samt de lösningar vars mekaniska konstruktion är mer komplex.
- Komplexitet:** Här ansåg gruppen att lösningen med laserteknik är mer komplex än referenslösningen på grund av att lasern i sig och de antal rörliga delar som behövs. Däremot anser gruppen att lösningen med rullmätning är en mindre komplex lösning.
- Tillförlitlighet:** Här anser gruppen att man har högre tillförlitlighet till lasertekniken. Rullmätning anses inte ha samma tillförlitlighet.
- Noggrannhet:** Här anser gruppen att laserteknik har i stort sett samma noggrannhet som referenslösningen bland annat för att de kan avläsa flera höjder på samma bredd. Att rullmätning får ett sämre betyg beror på att denna lösning bara kan mäta av den högsta punkten längs en linje.

6.2 Typ av kontaktdon

- A. Singelrulle
- B. Multirulle
- C. Glidsko

Gruppen valde lösningsalternativ A som referens eftersom en ny lösning måste vara bättre än den befintliga lösningen för att förverkligas.

Kriterier	A	B	C
Installation	0	-	-
Livslängd	0	+	-
Kostnad	0	-	+
Servicegrad	0	0	-
Komplexitet	0	-	-
Tillförlitlighet	0	+	-
Noggrannhet	0	+	-
Friktion	0	0	-
Summa +	0	3	1
Summa -	0	3	7
Summa 0	8	3	0
Slutsumma	0	0	-6
Ranking	1	1	3
Går vidare	X	X	

Tabell 6.2 Utvärdering och ranking av delproblem 2

Kommentarer till de olika bedömningarna i tabell 6.2:

- Installation:** Installationstiden bedöms bli längre om man ska installera en sko eller ett kontaktdon med flera rullar.
- Livslängd:** Det är större risk att en glidsko kommer att slitas mer på grund av friktionen samt att motorn kommer att få arbeta hårdare om man har en högre friktion. Gruppen anser att en multirulle kommer att ha en lägre normalkraft per rulle och på så sätt kommer att hålla längre.
- Kostnad:** Lösningsförslag B bedöms bli dyrare att utveckla och tillverka pga. sin mer avancerade teknik. En glidsko anses vara billigare än befintlig lösning.
- Servicegrad:** Gruppen anser att en glidsko kommer att slitas mer än de övriga alternativen.
- Komplexitet:** Gruppen anser att de två föreslagna lösningarna har en högre komplexitet än referenslösningen.
- Tillförlitlighet:** Lösningsförslag C anses ha en större benägenhet för haveri pga. att större krafter kommer att verka på den.
- Noggrannhet:** Eftersom lösningsalternativ B kommer att inneha fördelarna hos både lösningsalternativ A respektive C. Detta kommer förmodligen att leda till att detta alternativ kommer att vara bäst.
- Friktion:** Gruppen anser att alternativ C kommer att ha en betydligt större friktion än de övriga alternativen.

6.3 Reglering av kontaktryck

- A. Brytare
- B. Uttagen motoreffekt

Då gruppen har valt att två principlösningar skall gå vidare från den primära utvärderingen innebär detta att inga ytterligare kriterier kommer ställas upp för en sekundär utvärdering.

6.4 Resultat från den primära utvärderingen

De förslag som gick vidare var:

Typ av ytjämnhetsmätning

Förslag A: Ultraljud

Förslag C: Rullmätning

Typ av kontaktdon

Förslag A: Singelrulle.

Förslag B: Multirulle.

Reglering av kontaktryck

Förslag A: Brytare.

Förslag B: Uttagen motoreffekt.

6.5 Reflektion över resultatet

Gruppen har nu gjort en primär utvärdering och därmed gjort en grovsällning av principlösningarna.

7. Vidareutveckling av principlösningar

I detta steg var det tänkt att de lösningsförslag som klarade den primära utvärderingen skulle analyseras vidare för att förbättringar skulle kunna införas. Gruppen skulle också se om det eventuellt kunde uppkomma nya förslag eller om man kunde eliminera vissa dåliga egenskaper hos förslagen genom sammanslagningar med andra förslag. Efter noggranna överläggningar fann gruppen att några vidareutvecklingar, av de lösningsförslag som gick vidare, ej var möjlig vid den här tidpunkten.

8. Slutlig utvärdering och val av principlösning

I denna slutliga utvärdering kommer vi att utvärdera och skilja åt de två förslag till produktlösningar som nu finns. Detta gör vi med samma kriterier som i den primära utvärderingen, men med skillnaden att vi kommer att väga de olika kriterierna olika tungt. Detta gör vi med hjälp av en 5 gradig betygsskala samt genom att gruppen betygsätter alternativen relativt referensen med betygskriterierna nedan.

1. Mycket sämre än referensen.
2. Sämre än referensen.
3. Lika bra som referensen.
4. Bättre än referensen.
5. Mycket bättre än referensen.

8.1 Typ av ytjämnhetsmätning

I delproblem 1 valdes alternativ A som referens i alla kategorier.

- A. Ultraljud.
- C. Rullmätning.

		A		C	
Kriterier	Viktning	Betyg	Viktad poäng	Betyg	Viktad poäng
Installation	1	3	3	2	2
Livslängd	4	3	12	4	16
Kostnad	2	3	6	3	6
Servicegrad	4	3	12	3	12
Komplexitet	3	3	9	4	12
Tillförlitlighet	5	3	15	2	10
Noggrannhet	5	3	15	2	10
Slutsumma		72		68	
Ranking		1		2	
Går vidare		X			

Tabell 8.1 Utvärdering och val av principlösning från delproblem 1

Kommentarer till de olika bedömningarna:

Installation: Här ansåg gruppen att alternativ C skulle ta längre tid att installera eftersom den innehåller fler "fysiska" komponenter.

Livslängd: Här ansåg gruppen att alternativ C har fler antal komponenter vilket gör att fler saker kan haverera.

Noggrannhet: Att rullmätning får ett sämre betyg beror på att denna lösning bara kan mäta av den högsta punkten längs en linje.

8.2 Typ av kontaktdon

I delproblem 2 valdes alternativ A som referens i alla kategorier.

A. Singelrulle.

B. Multirulle.

		A		B	
Kriterier	Viktning	Betyg	Viktad poäng	Betyg	Viktad poäng
Installation	1	3	3	2	2
Livslängd	4	3	12	4	16
Kostnad	2	3	6	2	4
Servicegrad	4	3	12	3	9
Komplexitet	3	3	9	2	6
Tillförlitlighet	5	3	15	4	20
Noggrannhet	5	3	15	4	20
Friktion	4	3	12	3	12
Slutsumma			84		89
Ranking			2		1
Går vidare					X

Tabell 8.2 Utvärdering och val av principlösning från delproblem 2

Kommentarer till de olika bedömningarna:

- Installation: Gruppen anser att installationstiden blir längre i alternativ B då denna innehåller flera komponenter.
- Livslängd: Gruppen anser att en multirulle kommer att ha en lägre normalkraft per rulle och på så sätt kommer att hålla längre.
- Kostnad: Gruppen anser att lösningsförslag B är dyrare pga. att detta innehåller fler detaljer t.ex. lager vilket blir dyrare.
- Komplexitet: Alternativ B anses vara komplexare pga. att det innehåller fler rörliga delar.
- Tillförlitlighet: Gruppen anser att alt. B är tillförlitligare pga. jämnare kraftfördelning.
- Noggrannhet: Alternativ B anses av gruppen kunna ge ett noggrannare resultat av slipningen.

8.3 Reglering av kontaktryck

I delproblem 3 valdes alternativ A som referens i alla kategorier.

- A. Brytare.
- B. Uttagen motoreffekt.

		A		B	
Kriterier	Viktning	Betyg	Viktad poäng	Betyg	Viktad poäng
Installation	2	3	6	2	6
Livslängd	4	3	12	3	12
Kostnad	3	3	9	2	6
Komplexitet	3	3	9	2	6
Tillförlitlighet	5	3	15	4	20
Noggrannhet	4	3	12	3	12
Slutsumma			63		62
Ranking			1		2
Går vidare			X		

Tabell 8.3 Utvärdering och val av principlösning från delproblem 3

Kommentarer till de olika bedömningarna:

- Installation: Lösningsförslaget då man mäter uttagen effekt till drivmotorn anses av gruppen bli besvärligare att eftermontera på befintlig produkt.
- Kostnad: Gruppen anser att lösningsförslag A blir betydligt billigare än alternativ B.
- Komplexitet: Lösningsförslag B ansas vara en mycket komplexare lösning än förslag A som bygger på en enkel brytare.
- Tillförlitlighet: Gruppen anser att en lösning som B kommer att hålla längre eftersom den ej innehåller några rörliga delar .

9. Presentation av vald principlösning

9.1 Funktioner

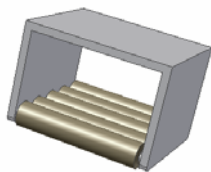
För att erhålla ett tillfredställande resultat vid grovslipning har gruppen kommit fram till att en kombination av de olika priciplösningarna, på våra identifierade delproblem, vore den bästa. Den kombinerade lösningen som skulle uppfylla det kritiska kundbehovet ser ut enligt följande:

- Med hjälp av ultraljudsmätningen avläses rärens yta, varvid en profil av rälen erhålles. Denna profil utnyttjas sedan för att optimera hastigheten för nedmatning till slipläge.
- Med hjälp av brytaren som reglerar kontaktrycket kan en optimal hastighet för nedmatningen vid slipläge uppnås.
- Kontaktdonet som utgörs av en multirulle är placerad så att svetsfogens utbredning befinner sig innanför ytterullarna under hela förloppet, vilket möjliggör optimal avverkning av svetsfogen.

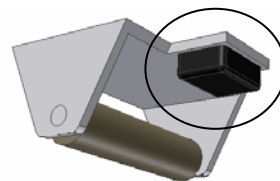
9.2 Konstruktion

De valda principlösningarna kan ses i figurerna nedan.

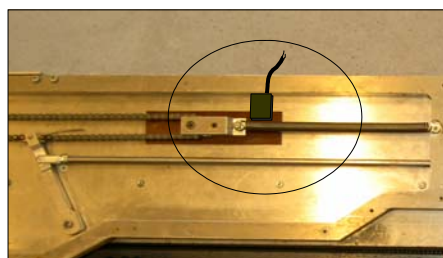
Den valda principlösningen på kontaktdon har en medbringare av aluminium och rullarna kommer att utformas av någon form av polymer. Rullarna kommer att lagras i axlar som är fästa i medbringaren med skruvförband. Ultraljudssensorn och brytaren är produkter som finns tillgängliga på marknaden. Alla principlösningarna kommer att kräva någon form av ändring i det befintliga styrsystemet speciellt om man utökar maskinen med en sensor och en brytare vilka kommer att ge utökad återkoppling till styrsystemet. Då detta blir aktuellt måste man bestämma sig för hur mycket av det befintliga systemet som man skall bygga ut eller om det är enklare att byta ut hela systemet. Den befintliga styrningen ombesörjs av en PLC-utrustning från Koyo vilket står för Programmable Logic Controller. Dessa system är uppbyggda av moduler och kan alltid utökas genom att man lägger till en extra modul.



Figur 9.1 Multirulle



Figur 9.2 Ultraljudsmätning



Figur 9.3 Brytare

10. Test av principlösning

För att man skall kunna få någon form av feedback från kunderna så utför man ett test av den valda principlösningen. Huvudsyftet med testet är att få tillräckligt mycket information för att kunna avgöra om man skall fortsätta med utvecklingsarbetet eller ej. Gruppen valde en metodik från kurslitteraturen som bygger på en sjustegs metod enligt följande:

- Definiera syftet med testet noggrannare.
- Välj ut lämpliga testindivider.
- Bestäm lämpligt format på testet.
- Bestäm hur lösningen skall presenteras för testindividen.
- Mät testindividernas reaktioner.
- Tolka testresultaten.
- Reflektera över resultatet och processen.

10.1 Definition av syfte

För att noggrannare kunna definiera syftet med testet valde gruppen att formulera följande frågeställningar:

- Har vi valt den bästa principlösningen?
- Vilka förbättringar kan genomföras så att lösningen bättre möter kundbehoven?
- Skall det valda förslaget vidareutvecklas?

Efter vi hade klargjort syftet med testet så valde gruppen testpersoner. Personerna som valdes ut var de samma som man hade intervjuat när man hade fastställt kundbehoven.

10.2 Genomförande

Då tidsplanen var något optimistisk har detta steg ej kunnat utföras innan deadline. Detta steg måste kompletteras för att få viktig ”feedback” från potentiella användare.

11. Slutliga specifikationer

Då gruppen inte kunnat utföra test av principlösningarna har inte heller de slutliga specifikationerna kunnat fastställas på ett tillfredsställande sätt.

12. Reflektion av projektarbetet

Vid framtagningen av den slutliga principkonstruktionen och dess specifikationer har gruppen kontinuerligt dokumenterat sitt arbete i en ”verklig” tidplan, vilken redovisas i bilaga 2.

Denna ”verkliga” tidplan skiljer sig något från anslagna ”uppskattade” tidplanen, vilket i allt väsentligt beror på att enskilda moment har tagit längre tid än gruppen kunnat förutse. En faktor som inverkat på tidsfördröjningen av projektets olika delmoment har varit obligatoriska moment i övriga kurser som gruppen deltar i.

13. Bilagor

Undersökning angående bandslip

Ange för varje följande funktion hos bandslipen, på en skala från 1 till 5, hur pass viktig Du anser funktionen vara.

Vänligen använd följande skala:

1. Funktionen är inte önskvärd.
2. Funktionen är inte nödvändig, men gör inget om den finns.
3. Funktionen skulle vara bra, men är inte nödvändig.
4. Funktionen är högst önskvärd, men det gör inget om den inte finns.
5. Funktionen är kritisk, denna funktion måste finnas.

För slipmaskinen gäller följande funktioner:

Nummer	Funktion	Vikt av funktion
	Prestanda	
1	slaglängden bibehålls vid tiltning.	
2	utför finslipning.	
3	utför grovslipning.	
4	slipar fullgott på hela rälen.	
5	tiltrörelse sker med jämn gång.	
6	har justerbart nollställe för slaglängden vid sliprörelsen.	
7	går att manövrera manuellt.	
	Användarvänlighet	
8	har olika driftsmöjligheter.	
9	samlar upp damm.	
10	nermatning sker med tillfredställande hastighet.	
11	reglagen är lätta att manövrera.	
12	har låg ljudnivå vid användning.	
13	reglage följer ej med i tiltningen utan behåller sin placering.	
14	återgår till ursprungligt läge efter användning.	
15	återgår inte till ursprungligt läge vid driftstopp.	

Nummer	Funktion	Vikt av funktion
	Säkerhet och tillförlitlighet	
16	säker att använda.	
17	är robust.	
18	har hög tillförlitlighet.	
19	alla komponenter är av hög kvalité.	
20	hög tillförlitlighet oberoende av väder.	
21	reglagen är skyddade.	
	Design	
22	har en väl utformad design.	
23	knappsatsen har tydliga knappar.	
	Underhåll	
24	möjlighet att rengöra slipbandet finns.	

Du får gärna skriva ner egna synpunkter på bandslipen om det är något du anser vi missat.

Vi tackar så mycket för visat intresse och ber Er sända formuläret och eventuella synpunkter i retur i det medföljande frankerade kuvertet.

Janne Mårtensson
Sockerbruksvägen 13
261 91 Landskrona

E-post:
cim01jm8@m.lth.se