

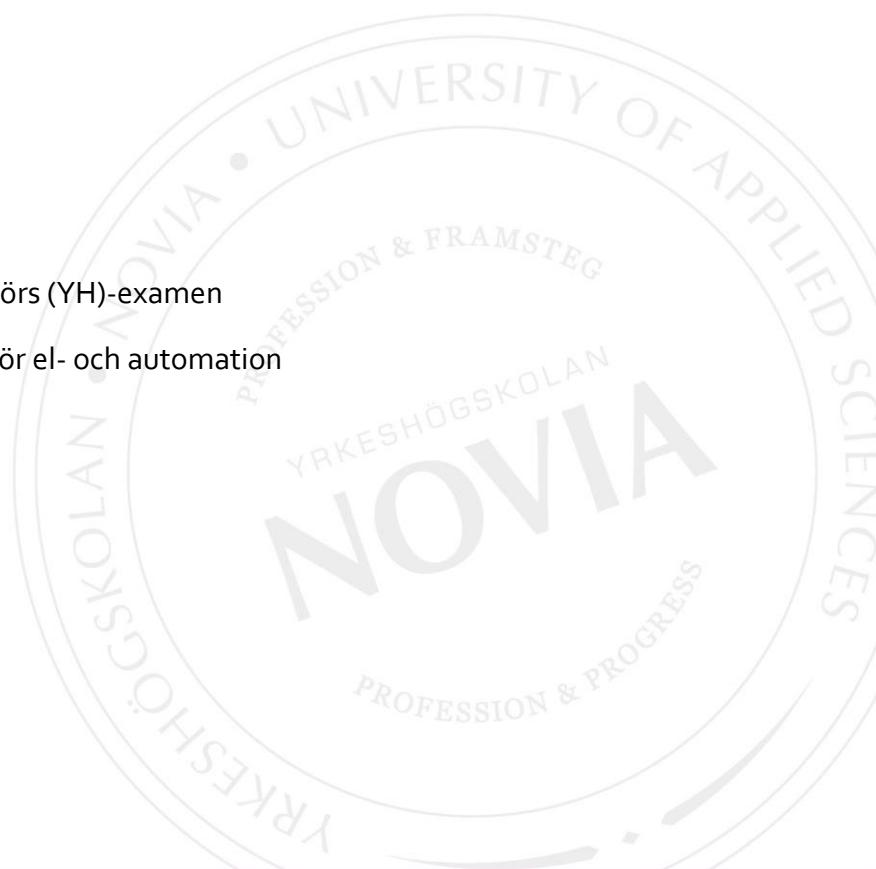
Utveckling av styrcentral till kassettkombinationer

Robert Mäntymäki

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automation

Vasa 2018



EXAMENSARBETE

Författare:	Robert Mäntymäki
Utbildning och ort:	El-, och automationsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ:	Elkraftsteknik
Handledare:	Stefan Emet

Titel: Utveckling av styrcentral till kassettkombinationer

Datum: 25.4.2018

Sidantal: 47

Bilagor: 8

Abstrakt

Uppdragsgivare till detta examensarbete är Ab Närpes Trä och Metall Oy, även kallat NTM. Examensarbetet har utförts på NTM:s division för släpvagnar och påbyggnader. Till grund för examensarbetet ligger NTM:s växande produktionsvolym av kassettkombinationer. För att möjliggöra denna växande produktionsvolym var någon form av tidsbesparing i produktionen nödvändig att göras.

Den styrcentral som användes på kassettkombinationerna byggdes upp enskilt för varenda enhet som levererades, vilket var en tidskrävande process. Centralen var heller inte standardiserad, d.v.s. den hade olika funktioner och komponenter från central till central.

Syftet med examensarbetet var att möjliggöra en större produktionsvolym av kassettkombinationer. Detta skulle möjliggöras genom utveckling av den gamla styrcentralen till en ny, standardiserad styrcentral. För att maximera tidsbesparingen skulle en underleverantör för tillverkning av den nya centralen anlitas.

Examensarbetet har utförts genom planering, dokumentering samt tillverkning av en prototyp. Som hjälpmedel har använts olika metoder från produktutvecklingsteorier. Resultatet av examensarbetet blev en prototyp, elscheman, pneumatikschema samt komponentlistor som överlämnades till utvald underleverantör. I dagens läge tillverkas styrcentralen av den utvalda underleverantören. Detta väntas spara ca 16 timmars arbete för varenda kassettkombination som levereras.

Språk: svenska

Nyckelord: styrcentral, kassettkombination, produktutveckling

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Robert Mäntymäki
Koulutus ja paikkakunta:	Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Voimasähkötekniikka
Ohjaaja:	Stefan Emet

Nimike: Kassettiyhdistelmien ohjauskeskuksen kehittäminen

Päivämäärä: 25.4.2018

Sivumäärä: 47

Liitteet: 8

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön antaja on Ab Närpiön Puu ja Metalli Oy, myös kutsuttu NTM:ksi. Opinnäytetyö on suoritettu NTM:n perävaunu- ja päällirakenneosastolla. Opinnäytetyön tausta on NTM:n kassettiyhdistelmien kasvava tuotantomäärä. Tämän kasvavan tuotantomäärän mahdollistamiseksi, jonkinlainen ajansäästö tuotannossa oli välttämätön.

Kassettiyhdistelmien ohjauskeskukset rakennettiin yksittäisesti jokaiseen yksikköön, joka toimittiin. Tämä prosessi vei paljon aikaa tuotannossa. Sen lisäksi, keskukset eivät olleet standardisoitu. Toisin sanoen, jokaisella keskuksella oli erilaiset toiminnot ja komponentit.

Opinnäytetyön tarkoitus oli mahdollistaa kassettiyhdistelmien kasvava tuotantomäärä. Tämä saavutettiin kehittämällä vanhaa ohjauskeskusta uuteen, standardisoituun ohjauskeskukseen. Jotta säästäisi mahdollisimman paljon aikaa, alihankkija piti palkata uuden keskuksen tuottamiseen.

Opinnäytetyö on suoritettu suunnittelemalla, dokumentoimalla ja valmistamalla prototyyppia. Tämän saavuttamiseen on käytetty erilaisia tuotekehitysteorioiden apuvälineitä. Opinnäytetyön lopputulos ovat prototyyppi, sähkökaaviot, pneumatiikka-kaaviot ja komponenttilistat. Nämä annettiin alihankkijalle, joka tänään valmistaa keskuksen. Tämän odotetaan säästävän noin 16 tuntia työtä tuotannossa per yksikkö.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: ohjauskeskus, kassettiyhdistelmä, tuotekehitys

BACHELOR'S THESIS

Author:	Robert Mäntymäki
Degree Programme:	Electrical engineering
Specialization:	Electrical power engineering
Supervisor:	Stefan Emet

Title: Development of a Control Box for Transfer Tipper Combinations

Date: April 18, 2018

Number of pages: 47

Appendices: 8

Abstract

The employer of this bachelor's thesis is Ab Närpes Trä och Metall Oy, also known as NTM. The thesis has been made at NTM's division Trailers and Bodyworks. The main reason for making this thesis was NTM's growing production volume of the transfer tipper combinations. To be able to continue this growing volume, time savings was needed in the production.

The old control box used, was produced one by one for every single combination, which was a time elapsing process. Neither was the control box standardized, i.e. the control box had different features and components from one to another.

The purpose of this thesis was to enable a growing production volume of the transfer tipper combinations. This should be fulfilled by development of the old control box to a new, standardized control box. To maximize the time saving, a subcontractor should be hired for manufacturing of the box.

The thesis has been done by planning, documenting, and manufacturing of a prototype. Product development theories has been used to get different methods for the development process. The results of the thesis are a prototype, electrical schematics, -pneumatical schematics and a list of components used. All these together was handed over to a chosen subcontractor which is today manufacturing the box. This is expected to save about 16 hours of work for every single transfer tipper combination that is delivered.

Language: Swedish

Key words: control box, transfer tipper combination, product development

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Presentation av uppdragsgivare	1
1.1.1	Historia	1
1.1.2	NTM idag.....	1
1.2	Vad är en kassettkombination?.....	2
1.3	Bakgrund	3
1.4	Syfte	4
1.5	Uppgift	4
1.6	Avgränsning.....	4
2	Teori	5
2.1	Produktutveckling.....	5
2.1.1	Förstudie	6
2.1.2	Produktspecifisering.....	7
2.1.3	Konceptgenerering	9
2.1.4	Konceptutvärdering och konceptval.....	10
2.1.5	Detaljkonstruktion	12
2.1.6	Prototyper och tillverkningsanpassning.....	13
2.2	Pneumatiksystem.....	14
2.2.1	Riktningstyrande ventiler	15
2.2.2	Volymströmstyrande ventiler	16
2.2.3	Tryckstyrande ventiler	17
2.2.4	Spärrventiler	18
3	Metoder och tillvägagångssätt	19
3.1	Förstudiefasen.....	19
3.1.1	Befintlig lösning	20
3.1.2	Problemformulering och problemanalys	21
3.2	Produktspecifikationen.....	24
3.3	Konceptgenerering	26
3.4	Konceptutvärdering och konceptval	29
3.4.1	Produktkoncept.....	31
3.5	Detaljkonstruktion.....	33
3.5.1	Existerande lösningar och standardkomponenter	33
3.5.2	Nya komponenter och lösningar	34
3.5.3	Produktens arkitektur och layout.....	39
3.6	Prototyp och tillverkningsanpassning	40
3.7	Val av underleverantör	42

4	Resultat	42
5	Diskussion	44
5.1	Förslag till fortsatt utveckling	44
5.2	Sammanfattning.....	45
6	Källförteckning.....	46

Figurförteckning

Figur 1.	Kassettkombination tillverkad av NTM.....	3
Figur 2.	Produktutvecklingens faser.	6
Figur 3.	Olssons kriteriematris. (Johannesson, et al., 2013, s. 156)	8
Figur 4.	Elimineringsmatris enligt Pahl och Beitz. (Johannesson, et al., 2013, s. 183)	11
Figur 5.	Symbol för 3/2-ventil.	15
Figur 6.	Symbol för unistabil 3/2 magnetventil.....	16
Figur 7.	Symbol för reglerbar strypventil.....	16
Figur 8.	Symbol för stryp-backventil.....	17
Figur 9.	Symbol för tryckbegränsningsventil.....	18
Figur 10.	Symbol Backventil.....	18
Figur 11.	Symbol för ELLER-, samt OCH-element.	19
Figur 12.	Symbol snabbavluftsventil.....	19
Figur 13.	Befintlig central.	20
Figur 14.	Befintlig joystick samt dess funktioner.....	21
Figur 15.	Klargörande av problemet.	21
Figur 16.	Formulerat problem.	21
Figur 17.	Uppdelning av problem.....	22
Figur 18.	Kravspecifikation utgående från förstudien.	23
Figur 19.	Funktionsstruktur med olika styrsystem och styrobject.	26
Figur 20.	Blockschema för illustrering av styrsystemet.....	32
Figur 21.	Exempel på skisser över el-, och pneumatikschema.	32
Figur 22.	3D-modell av nykonstruerad fästplåt.....	38
Figur 23.	Bild av prototyp.....	41
Figur 24.	Bild av prototyp, luftgenomföringar.	41
Figur 25.	Överblick av den första levererade centralen.	43
Figur 26.	Luftgenomföringar på den första levererade centralen.	44

Tabellförteckning

Tabell 1.	Produktspecifikation för centralen	25
Tabell 2.	Dellösningalternativ till delfunktionerna i styrsystemet.....	27
Tabell 3.	Delfunktioner och dellösningalternativ kombinerade.	28
Tabell 4.	Dellösningalternativ för centralen.....	28
Tabell 5.	Förenklad version av elimineringsmatris enligt Pahl och Beitz.	30
Tabell 6.	Tabell över existerande lösningar samt standardkomponenter. (HBA fordonsteknik Ab, 2018), (I. Vaara Oy, 2017), (Fibox, u.d.), (SMC, u.d.).....	34
Tabell 7.	Totala strömförbrukningen för centralen.	37
Tabell 8.	Totala strömförbrukningen med spänningsfall medräknat.	37
Tabell 9.	Nya lösningar samt valda komponenter. (Ensto, u.d.) (Krikoma, u.d.) (SKF, 2014) (Wabco, u.d.) (Weidmüller, 2018)	39

Bilagor

Obs! Bilagorna visas ej i theseus version.

- | | |
|-----------|---|
| Bilaga 1. | Elschema över kassettkombinationens styrsystem med standard styrcentral |
| Bilaga 2. | Elschema för standard styrcentral |
| Bilaga 3. | Pneumatikschema över kassettkombinationens styrsystem med standard styrcentral |
| Bilaga 4. | Pneumatikschema för standard styrcentral. |
| Bilaga 5. | Ritning över luftgenomföringarnas placering. |
| Bilaga 6. | Skiss över centralens layout. |
| Bilaga 7. | Komponentlista. |
| Bilaga 8. | Sammanfattning över kopplingsplintar samt inkopplingar som görs av NTM på standard styrcentral. |

1 Inledning

I detta examensarbets inledande kapitel presenteras den bakgrundsinformation som ligger till grund för examensarbetet. Först presenteras uppdragsgivaren följt av en förklaring över vad en kassettkombination är. Därefter presenteras bakgrunden till examensarbetet, m.a.o. vad som gett upphov till företagets behov av detta examensarbete. Bakgrunden följs av syftet, d.v.s. vad företaget vill få ut av examensarbetet. Slutligen beskrivs vilka uppgifter som tilldelats för att slutföra examensarbetet samt de avgränsningar som gjorts inom arbetet.

1.1 Presentation av uppdragsgivare

Uppdragsgivare till examensarbetet är Ab Närpes Trä och Metall Oy, även kallat NTM. Förkortningen NTM kommer också härnäst att användas i detta examensarbete. Teknikföretaget NTM utvecklar, säljer, tillverkar samt underhåller transportutrustning för tunga transporter samt återvinnings- och avfallsinsamling. Examensarbetet har utförts på konstruktionsavdelningen för släpvagnar och påbyggnationer på NTM:s huvudkontor i Närpes, Finland.

1.1.1 Historia

NTM grundades den 27 april år 1950 av Lennart Nordin. I maj samma år byggdes den första fabriksbyggnaden på 636 m², NTM tillverkade då bl.a. köksskåp, möbler, skottkärror, biltraktorer mm. (NTM, u.d.b)

NTM har varit först i Finland med många produkter, t.ex. kyl-, och frysbilar, som levererades första gången år 1958. Andra innovationer har varit t.ex. självbärande ramkonstruktion, glasfiberkaross samt skåp med helöppningsbar sida. (NTM, u.d.b)

År 1961 exporterades den första produkten från företaget, detta var en släpvagn som gick till Sverige. (NTM, u.d.b)

1.1.2 NTM idag

Idag har NTM över 500 anställda och leds av verkställande direktör Kurt-Erik Nordin. Företaget omsatte år 2017 ca 80 miljoner euro och är en av nordens ledande aktörer inom branschen. NTM har dotterbolag i Sverige, England, Estland, Tyskland, Ryssland och Polen. Av den totala produktionsvolymen exporteras idag mer än 75 % av produkterna.

Till marknadsområdet hör de nordiska länderna, de Baltiska länderna, Storbritannien, Ryssland, Tyskland, Polen, Österrike samt Kroatien. (NTM, u.d.a) (NTM & Thijssen, 2018)

NTM är uppdelat i två divisioner, dessa divisioner samt dess produktsortiment består av:

- Släpvagnar och bilpåbyggnader som består av bl.a. skåpvagnar och bilskåp, kyl- och frys-, flak-, kapell, och containervagnar.
- Renhållningsbilar bestående av olika bak-, sid-, samt frontlastare med många olika varianter och utrustningsalternativ. Dessa står idag för mer än hälften av företagets omsättning

(NTM, u.d.a)

1.2 Vad är en kassettkombination?

Kassettkombinationer har under lång tid varit populära i Finland. Eftersom en lagförändring år 2013 höjde totalvikten till 76 ton för kombinationer har ett uppsving av kassettkombinationerna märkts av.

En kassettkombination består av en lastbil samt en vagn som är ämnad att transportera t.ex. grus, sand eller jord. Lastbilens påbyggnad är ett flak som är tippbart. Vagnen har också ett flak som även kallas för ”kassett”, därav kommer namnet ”kassettkombination”.

Det som skiljer vagnens kassett från bilens flak är att kassetten inte är direkt tippbar, utan den måste flyttas till bilens flak för att kunna tippas. Detta kallas för att ”kassettera”. Under kassetteringen dras kassetten från vagnen till bilens flak med hydraulisk kraft. När kassetten är fullt pådragen på flaket kan man tippa innehållet i kassetten. Efter att man tippat innehållet dras kassetten tillbaka till vagnen och man är redo för ny lastning. I Figur 1 visas en bild av en kassettkombination som är tillverkad av NTM.



Figur 1. Kassettkombination tillverkad av NTM.

1.3 Bakgrund

I dagens läge byggs NTM:s kassettkombinationer på fabriken i Närpes. Produktionsmängden har hittills varit relativt låg, men efter uppköpet av deras tidigare samarbetspartner, KHT-TEC OY, som tillverkade kassetteringsutrustningen, kommer produktionsvolymen troligtvis att öka markant. Det som tidigare hette NTM-KHT automatkassett fungerar nu helt under NTM:s namn. Senaste tiden har även ett visst intresse på svenska marknaden märkts av, vilket kommer troligen att bidra till en ökad produktion av kassettkombinationerna.

Som läget är idag finns ingen standardiserad styrcentral. Centralen byggs upp enskilt för varje enhet som levereras, likaså görs enskilda ritningar upp för varje central. Detta resulterar inte enbart i ett tidskrävande arbete, utan också i ett oekonomiskt och reparationsovänligt system.

Om produktionsvolymen ökar är det gamla systemet inte längre hållbart, vilket ligger till bakgrund för examensarbetet.

1.4 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att möjliggöra en större produktionsvolym av NTM:s kassettkombinationer genom att eliminera tid i produktionen. Detta syfte uppnås genom att utveckla NTM:s nuvarande styrcentral till en central i standard-utförande, d.v.s. de ska se likadana ut och passa på alla kassettkombinationer. För att eliminera produktionstiden ytterligare skall denna central vara möjlig att beställas från underleverantör. Centralen skall även vara färdigutrustad för möjlighet till inkoppling av fjärrstyrning.

1.5 Uppgift

Examensarbetets huvuduppgift är att utveckla den gamla centralen till en ny standardiserad styrcentral. Huvuduppgiften kan delas upp i mindre deluppgifter enligt följande:

- Utredning över vilka funktioner som skall styras på en fullständig kassettkombination.
- Utredning samt beställning av komponenter som behövs för att möjliggöra styrning av funktionerna.
- Konstruktion samt montering av en standard-styrcentral.
- Teknisk dokumentation.
- Kontakta lämplig underleverantör för offert på utvecklad styrcentral.

1.6 Avgränsning

Till en början gavs också möjligheten, att utöver utvecklandet av en standard styrcentral, även utveckla en central för tilläggsfunktioner, t.ex. för proportionell styrning av funktioner på kombinationerna. Denna uppgift lades åt sidan ganska snabbt eftersom utvecklingen av en standard styrcentral ansågs tillräckligt tidskrävande.

Angående styrning av funktioner genom fjärrstyrning avgränsades detta endast till bilarna, eftersom fjärrstyrning av vagnen styrs av skild styrenhet.

2 Teori

I teorikapitlet behandlas de teorier som ligger till grund för utförandet av den praktiska delen i examensarbetet. Eftersom examensarbetet var ett utvecklingsarbete valdes teorier angående produktutveckling som utgångspunkt. En viss förståelse för pneumatiska system och framförallt pneumatiska styrelement har också krävts för utförande av den praktiska delen. Teorier angående pneumatiksystem och pneumatiska styrelement behandlas därför efter produktutvecklingen.

2.1 Produktutveckling

Produktutveckling är ett brett begrepp som innefattar utveckling av produkter oavsett nivå av komplexitet, innovation, affärsområde eller primär drivkraft. Gemensamt för alla produkter som skall utvecklas är att de har sin egen kravbild. Kravbilden ställs av faktorer som t.ex. kunden och dess användningsområde, komplexitet på komponenter och teknologi, samt tillverkningskostnader och marknadsposition i förhållande till konkurrenter. (Johannesson, et al., 2013, ss. 24-25)

Produktutveckling kan delas upp i följande två typer av produktutvecklingsprojekt:

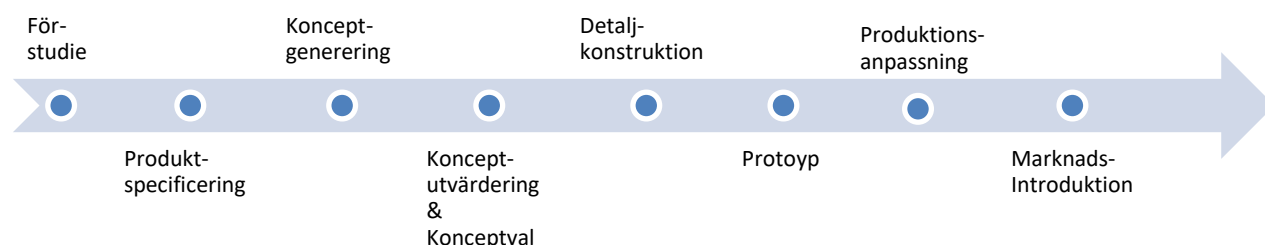
- Nyutveckling.
- Vidareutveckling.

I ett nyutvecklingsprojekt finns ej tidigare erfarenhet av utvecklingsobjektet och projektet kännetecknas av kreativitet, osäkerhet och risk. Största orsaken till en nyutveckling är ett identifierat problem som behöver lösas genom en produktlösning. (Johannesson, et al., 2013, s. 73)

Vidareutveckling är den vanligare typen av dessa två och det är också inom den kategorin detta examensarbete återfinns. Ett vidareutvecklingsprojekt utvecklas ofta från en känd grundmodell som ändras marginellt eller nästan inte alls. De funktioner som utvecklas är huvudsakligen ändringar för att uppfylla de nya kraven för produkten. Ny oprövad teknik införs sällan för att minimera risker. (Johannesson, et al., 2013, s. 73)

En produktutvecklingsprocess kan delas upp i flera olika faser, vilka kommer att behandlas noggrannare i detta examensarbete. Dessa faser illustreras i Figur 2. Vid en nyutveckling går samtliga faser igenom, medan man i vidareutveckling kan utesluta vissa faser.

(Johannesson, et al., 2013, s. 115)



Figur 2. Produktutvecklingens faser.

2.1.1 Förstudie

Under förstudien görs en problemanalys var bakgrundsmaterial angående marknad, design och teknik studeras. Olika tekniska lösningar granskas kritiskt så att ej resurskrävande konstruktion påbörjas på fel grunder. Utgående från förstudien skall en första kravspecifikation ges ut, vilken främst skall beskriva vad produkten skall fylla för funktion. Till förstudien skall relativt små resurser användas. (Johannesson, et al., 2013, ss. 115-116)

Problemanalysen kan delas in i tre steg:

1. Bestämma problem.
2. Undersöka problem.
3. Lösa problem (se kapitel 2.1.3).

Syftet med första steget är att utreda problemet. Problemet formuleras först genom att utreda vad som är problemet samt uttrycka det kort och koncist. Sedan bestäms problemnivån, där hög nivå innebär stor arbetsmängd och bred problemformulering, medan låg nivå innebär mindre arbetsmängd och snävare problemformulering. Till sist avgränsas problemets omfattning och bruksomgivningen beskrivs. En metod för problemformulering är *föremålsbestämning*. Metoden lämpar sig vid förbättring av en befintlig lösning eller produkt, men är desto sämre ifall man eftersträvar kvalificerat nytänkande. (Johannesson, et al., 2013, ss. 134, 136-138, 141)

I andra steget, d.v.s. undersökning av problemet, går man djupare in i problemets bakgrund, nuläge och framtid. I undersökningen uppdelas och analyseras först problemet, d.v.s. man utreder problemets delproblem och påverkande faktorer, bearbetar och sammanställer utredningsmaterialet samt utformar förslag till funktioner eller kriterier. Sedan kan problemet preciseras, d.v.s. man fastställer ev. begränsningar samt olika kriteriers betydelse och samband. En metod för uppdelning och analys av problemet är *bristanalysen*. Bristanalysen lämpar sig om man vill förbättra en produkt. Metoden definierar produktens brister, nackdelar eller förbättringsmöjligheter. Bristanalysen utförs genom att först studera problemet eller produkten, därefter identifieras nackdelarna, bristerna eller förbättringsmöjligheterna för att till sist upprätta en förteckning över dessa. (Johannesson, et al., 2013, ss. 142-142, 145)

2.1.2 Produktspecificering

Resultatet av hela produktframtagningsprocessen specificeras under produktspecificeringsfasen. Vid senare sökning av konstruktionslösningar skall den ingående informationen användas som utgångspunkt. Specifikationen skall även kunna användas som referens för utvärdering av produktlösningen. Produktspecifikationen utvecklas under hela produktutvecklingsprocessen, från den första målspecifikationen till slutspecifikationen som beskriver den färdiga produkten. I dagens läge läggs ökade resurser inom industrin på att få en korrekt målspecifikation för att minska risken att gå in i kostsamma projekt med fel uppgifter. (Johannesson, et al., 2013, s. 117)

Vid skapande av målspecifikationen skall kriterier som är relevanta för produkten listas och beskrivas, dessa kriterier är:

1. De som från början är givna i uppdraget.
2. De som framkommer i anknytning till analys och utredning av uppgiften.
3. De som medförs som resultat av fattade konstruktionsbeslut under arbetes gång.

Kriterierna kan delas upp i *funktionella* och *begränsande* kriterier eller så används en annan uppdelning i form av *krav* och *önskemål*. (Johannesson, et al., 2013, ss. 117-118)

Vid funktionell och begränsade uppdelning, är de funktionella kriterierna utgångspunkt. Utgående från produktens förväntade funktionella egenskaper, beteenden eller effekter skapas tänkbara lösningsalternativ som sedan vaskas bort genom de begränsande kriterierna. De funktionella egenskaperna kan beskrivas som t.ex. ”bära last”, ”reglera effekt”, ”överföra signaler” o.s.v. För att uppfylla dessa krav måste en produktlösning skapas. De begränsande kriterierna i sin tur beskrivs som t.ex. ”måste tillverkas med tillgängliga komponenter”, ”måste uppfylla lagkrav XXX” eller ”Max tillåten vikt”. De begränsande kriterierna sätter således gränser för vilka produktlösningar som är tillåta. (Johannesson, et al., 2013, ss. 118, 151-152)

Vid uppdelning i krav och önskemål är kraven de kriterier som måste uppfyllas. Önskemålen kan i varierande grad uppfyllas av olika lösningsalternativ. Beträffande önskemålen kan man rangordna dem i olika grad, t.ex. 1–5, eftersom olika önskemål är mer eller mindre viktiga. Sedan kan det också vara bra att betygsätta olika lösningsalternativ, för att lättare kunna utvärdera vilket alternativ som lämpar sig bäst. (Johannesson, et al., 2013, ss. 118, 153)

För att identifiera alla dessa kriterier och önskemål finns det olika metoder att använda sig av. Vanligast är att använda sig av olika *checklistor*. Genom att dela upp checklistan i t.ex. olika livscyklifaser kan man försäkra sig om att de viktigaste kriterierna har tagits med. Olssons kriteriematris (1978), Figur 3, är ett exempel på en användbar checklista för beaktning av olika livscyklifaser och aspekter som behöver beaktas. (Johannesson, et al., 2013, ss. 154-156)

Livscyklifas	Aspekter			
	Process	Miljö	Människa	Ekonomi
Alstring (Utveckling, konstruktion m.m.)	1,1	1,2	1,3	1,4
Framställning (Tillverkning, montering, kontroll, lagring m.m.)	2,1	2,2	2,3	2,4
Avyttring (Försäljning, distribution, m.m.)	3,1	3,2	3,3	3,4
Brukning (Installation, användning, underhåll m.m.)	4,1	4,2	4,3	4,4
Eliminering (Borttransport, återvinning, förstöring m.m.)	5,1	5,2	5,3	5,4

Figur 3. Olssons kriteriematris. (Johannesson, et al., 2013, s. 156)

2.1.3 Konceptgenerering

Ett *produktkoncept* är det första steget i riktning mot en lösning av ett konstruktionsproblem.

Lösningen innehåller:

- Preliminär produktlayout med utrymmesuppskattningar.
- Preliminär kostnadsuppskattning.
- Beskrivning av den tekniska lösningens principer i text, skisser, blockscheman, kopplingsscheman och eventuella fysiska modeller.
- Beskrivning av lösningens egenskaper i förhållande till produktspecifikationen.
- Motiv för valet av dellösningar.
- Sammanställning av beräkningar, analyser och experiment.

För att en funktionsriktig prototyp skall kunna tillverkas, krävs att konceptlösningen vidareutvecklas och preciseras till ett fullständigt underlag med alla delar beskrivna i detalj så att en fysisk produkt skall kunna byggas. (Johannesson, et al., 2013, s. 119)

Konceptgenereringen utgår från de funktionella kriterierna i produktspecifikationen. Första steget är att utvidga lösningsrymden genom att ge problemet en mer abstrakt och bredare formulering. (Johannesson, et al., 2013, ss. 120, 162-163)

Utgående från det abstraherade problemet utförs en *funktionsanalys*. Funktionsanalysen förverkligas genom att bilda en *funktionsstruktur* som visar alla delfunktioner som produkten skall utföra samt hur dessa samverkar med varandra. Analysens syfte är att få det totala konstruktionsproblemet uppdelat i mindre delproblem, eftersom det är lättare att först angripa delproblemen än att direkt hitta en lösning på hela problemet. (Johannesson, et al., 2013, ss. 120, 163-165)

Efter att funktionsanalysen färdigställts är det dags att söka lösningar till delfunktionerna. Lösningar kan sökas antingen med hjälp av *kreativa* metoder eller *systematiska eller rationella* metoder. Brainstorming är ett exempel på en kreativ metod medan katalogmetoden tillhör de systematiska. Huvuduppgiften är dock samma för båda metoderna, d.v.s. framkalla idéer för att sedan förbättra dessa tills en genomförbar lösning hittats. (Johannesson, et al., 2013, ss. 120, 165-166, 174)

Metoderna kan också kombineras. De olika dellösningalternativen som fått fram genom olika metoder skall då kombineras till olika totallösningalternativ. Detta görs enklast på följande sätt:

1. Delfunktioner och dellösningalternativ läggs in i en morfologisk matris.
2. Totallösningar skapas genom polygondragning i matrisen.
3. De totallösningar som uppfyller kraven i produktspecifikationen sorteras ut.
4. De orimliga totallösningarna rensas bort.

(Johannesson, et al., 2013, s. 174)

2.1.4 Konceptutvärdering och konceptval

Efter konceptgenereringen kommer fasen ”konceptutvärdering och konceptval”. I denna fas utvärderas de lösningar man tagit fram i konceptgenereringen. Varje lösning granskas i förhållande till produktspecifikationen och på så sätt bestäms lösningens värde. Konceptvalet görs därefter utgående från vilken lösning som har fått högst värde. Beslutsformer som påträffas är t.ex. majoritetsbeslut, minoritetsbeslut, auktoritetsbeslut och enhälliga beslut, där enhälliga beslut är att föredra. (Johannesson, et al., 2013, ss. 120-121, 179)

Konceptutvärderingen utförs i tre steg:

1. De alternativ som ej uppfyller kraven i produktspecifikationen tas bort.
2. Lägg in de återstående alternativen i en beslutsmatris.
3. Genomför kriterieviktsmetoden.

(Johannesson, et al., 2013, ss. 181-182)

Inom det första steget elimineras dåliga lösningar. Detta görs oftast till viss del redan i slutet av konceptgenereringsfasen. De koncept som återstår skall i detta steg undersökas utgående från följande punkter:

- Löser huvudproblemet.
- Uppfyller produktspecifikationen.
- Är realiserbara.
- Är inom kostnadsramen.
- Är säker och ergonomiska.
- Passar företaget.

De lösningskoncept som uppfyller alla krav eller de som måste undersökas vidare kan gå vidare till nästa steg. Ett bra hjälpmedel för att undersöka lösningskoncepten är Pahl och Beitz elimineringsmatris, Figur 4. (Johannesson, et al., 2013, ss. 182-183)

Sid 1	Elimineringsmatris för:							Elimineringskriterier:	
Lösning	Löser huvudproblemet	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Passar företaget	Tillräcklig info	(+) Ja (-) Nej (?) Mer info krävs (!) Kontroll produktspec	
								Beslut: (+) Fullfölj lösning (-) Eliminera lösning (?) Sök mer info (!) Kontroll produktspec	
								Kommentar	Beslut
1	+	+	+	+	+	+	+		+
2	+	+	-						-
3	+	+	?	+	+	+	+		?
4									
5									
6									
7									

Figur 4. Elimineringsmatris enligt Pahl och Beitz. (Johannesson, et al., 2013, s. 183)

I andra steget kan man använda sig av relativa beslutsmatriser för att minska på antalet lösningar ytterligare. Det kan dock hända att man stöter på nya lösningar som kan vara gamla alternativ kombinerade, i sådana fall skall dessa ännu tas med. (Johannesson, et al., 2013, s. 121)

En sista utvärdering görs t.ex. med hjälp av en kriterieviktsmetod, där lösningsalternativen jämförs utgående från en viktad summa av delbetyg. Från den sista utvärderingen väljs ett koncept för vidare utveckling. (Johannesson, et al., 2013, ss. 121-122)

När konceptvalet gjorts återstår att göra upp en beskrivning av den konceptlösning som valts samt motiveringarna till varför de övriga lösningarna förkastats. Detta är vad som kallas för ett produktkoncept och är det första steget i riktning mot en lösning. (Johannesson, et al., 2013, ss. 119, 190-191). Det är också detta produktkoncept som tas vidare till detaljkonstruktionsfasen. Vad som detta produktkoncept skall innehålla beskrivs i början på kapitel 2.1.3.

2.1.5 Detaljkonstruktion

I fasen ”detaljkonstruktion” vidareutvecklas den valda konceptlösningen till en produkt som motsvarar kriterierna i produktspecifikationen. Målet med detaljkonstruktionen är att få fram ett underlag för en produkt, vilken skall kunna tillverkas i ett fåtal exemplar som kan analyseras och testas. (Johannesson, et al., 2013, s. 122)

I arbetet ingår:

1. Dimensionering och val av standardkomponenter.
2. Konstruktion och materialval av nya detaljer.
3. Definition av produktens arkitektur.
4. Beskrivning av produktens layout.

(Johannesson, et al., 2013, s. 122)

Första steget i detaljkonstruktionsarbetet går ut på att dela upp produktens komponenter i standardkomponenter och unika delar. Standardkomponenterna är de delar som finns tillgängliga inom företaget medan de unika delarna är de som skall utvecklas inom företaget. När dessa två grupper av komponenter sedan skall utvecklas skall man fråga sig om:

- Man skall välja en redan existerande, dokumenterad och tillgänglig lösning eller
- Om man skall försöka hitta eller konstruera en ny lösning.

Vid val av en existerande lösning kan denna föras direkt in i produktsammanställningen medan vid sökande av ny standardkomponent eller konstruktion av ny lösning skall en mera omfattande procedur genomgå. Denna process genomförs enligt följande:

1. Definiera uppgift.
2. Göra en komponent- eller detaljspecifikation.
3. Söka komponent eller detaljlösning.
4. Utvärdera lösningarna.
5. Utarbeta lösningen med gränssnitt mot omgivningen.

(Johannesson, et al., 2013, ss. 191-193)

I det tredje steget bestäms produktens arkitektur. För att komponenter och nya detaljer skall passa in i produktstrukturen måste produktens arkitektur beaktas. Med produktens arkitektur menas produktens uppbyggnad av funktionsrealiserande dellösningar samt dellösningarnas arrangemang i förhållande till varandra. Vid val av komponenter samt konstruktion av nya detaljer skall arkitekturen beaktas så att komponenterna och detaljerna passar in i produktstrukturen. (Johannesson, et al., 2013, ss. 122, 195-196)

Till sist beskrivs produktens layout. Med produktens layout menas delarnas och komponenternas fysiska placering samt detaljer av geometriska, orienteringsmässiga och utrymmesmässiga orsaker. (Johannesson, et al., 2013, s. 196)

Gemensamt för produktens arkitektur och layout är att de skapas vid konceptlösningens övergång till en produktsammanställning. Sammanställningen innehåller standard-komponenter och detaljer, som alla är byggstenar för hur delarna skall placeras samt vilka gränssnitt som skall finnas mellan dem. Vid konstruktion av nya detaljer samt bestämning av komponenter skall således detta beaktas. (Johannesson, et al., 2013, ss. 123, 196)

2.1.6 Prototyper och tillverkningsanpassning

Nuförtiden används ofta begreppet *virtual prototyping*, vilket betyder modellering och simulering i en dator. Detta är väldigt användbart eftersom produkten kan ses som en geometrismodell i olika vinklar, före den egentliga prototypen byggs. Fysiska prototyper är också användbara t.ex.:

- Mock- up prototyp, visar form, färg och ytegenskaper.
- Funktionsprototyp, verifierar en ny lösning genom provning i laboratorium.

- Nollserie, fullständig prototyp som är anpassad för serieproduktion.
- ”Slaktprovs” prototyp, d.v.s. prototypen ”slaktas” genom överbelastning tills den kraschar.

(Johannesson, et al., 2013, ss. 124-125)

Ofta konstrueras inte protyper direkt för tillverkning i löpande produktion. Om prototypen skall tillverkas i mindre antal med manuella metoder behöver man inte beakta de tillverkningskrav som krävs för slutprodukten. I såna fall, förutsatt att det inte redan gjorts, måste de underlag som använts för framtagning av konceptlösning och prototyp vidareutvecklas i ett sista konstruktionssteg, så att det kan användas som grund i den senare regelbundna tillverkningen. Detta görs i slutkonstruktions- eller tillverkningsfasen då produkten slutligen skapas för att bli *processriktig*, *interaktionsriktig* eller *ekonomiskt riktig*. Med processriktig produkt menas bl.a. att produkten är utformad så att den har avsedda egenskaper i användningsprocess samt att tillverkning och montering kan ske med avsedd utrustning. Interaktionsriktig står för miljökraven på produkten, d.v.s. dess miljötålighet samt oskadlighet för omgivande miljö. Hit hör också de användarvänliga aspekterna, d.v.s. att den är ergonomisk, begriplig, samt hur attraktiv den är för användaren. Ekonomisk riktig betyder att produkten realiseras inom kostnadsramen samt att den har ett konkurrenskraftigt pris. (Johannesson, et al., 2013, ss. 125,200)

2.2 Pneumatiksystem

Pneumatiska komponenter och system spelar en stor roll vid mekanisering och automatisering inom nästan alla industrigrenar. Teknikområdet pneumatik utmärker sig för stor flexibilitet, driftsäkerhet och god ekonomi.

Pneumatik betyder tryckluftsteknik, ordet pneuma är grekiska och betyder luft. Pneumatik används t.ex. borrning, pumpning av däck eller lyft av lådor på en transportbana. Fördelar med pneumatik som styrsystem är t.ex.:

- Energikällan är hämtad från vår omgivning. (luften).
- Tryckluften kan lagras på obestämd tid.
- Tryckluften medger stora momentana effektuttag.
- Pneumatiska komponenter ger enkla konstruktioner.

- Tryckluften är inte brand-, eller explosionsfarlig.

(Evensen & Ruud, 1995, ss. 7-12)

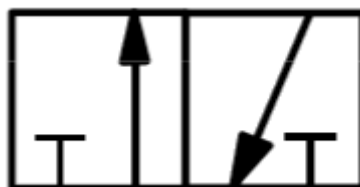
Eftersom pneumatiksystemet inom ramarna för detta examensarbete till stor del grundar sig på pneumatiska styrelement, d.v.s. olika ventiler, grundar sig också teorin på dessa.

2.2.1 Riktningstyrande ventiler

Riktningstyrande ventiler är den största gruppen av de pneumatiska styrelementen. De styr luftens riktning eller öppnar och stänger för genomströmning. Riktningventilerna delas i första hand in efter funktion och styrsätt:

- 2-portsventiler, har en flödesväg och två portar: inlopp och utlopp.
- 3-portsventiler, har två flödesvägar och tre portar: inlopp, utlopp och avlopp.
(Figur 5)
- 5-portsventiler, har fyra flödesvägar och fem portar: ett inlopp, två utlopp och två avlopp.

(Evensen & Ruud, 1995, ss. 36-37)

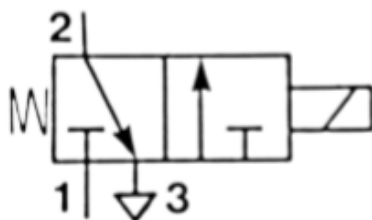


Figur 5. Symbol för 3/2-ventil.

Det finns även ett flertal olika styrmekanismer. Ventilen kan vara mekaniskt styrd t.ex. med en spake, rulle, pedal eller tryckknapp. Den kan även vara pneumatiskt eller elektriskt styrd. Automatiska förlopp styrs alltmer med hjälp av elektriska styrsystem. Därför har elektriskt styrda ventiler blivit vanligare än mekaniskt och pneumatiskt styrda ventiler. Ett vanligt namn för elektriskt styrda ventiler är *magnetventil*. Magnetventilen består som namnet säger av en spole som magnetiseras och på så sätt dras ventilen till ett annat läge. Magnetstyrningen markeras med ett snedstreck genom manöverrutan. (Evensen & Ruud, 1995, s. 44)

Ventilerna benämns också som *unistabila* och *bistabila*. Unistabil betyder att ventilen har ett stabilt läge, d.v.s. ventilen återgår automatiskt till det stabila läget även fast styrsignalen upphör. Bistabil är i sin tur motsatsen, d.v.s. den står kvar i sitt ställda läge även fast styrsignalen upphör. (Evensen & Ruud, 1995, s. 38, 47)

Nedan ses symbolen för en unistabil 3/2-vägs magnetventil (Figur 6). Den har ett inlopp (1), utlopp (2) samt avlopp (3). Den har två lägen, till vänster det opåverkade läget, där luften leds från utlopp (t.ex. cylinder) till avlopp. Läget till höger är det påverkade läget, då luften leds från inlopp (tryck) till utlopp (t.ex. cylinder). Ventilen påverkas av en elektrisk signal, som anges av snedstrecket i manöverrutan, och återgår till sitt opåverkade läge med hjälp av en fjäder.



Figur 6. Symbol för unistabil 3/2 magnetventil.

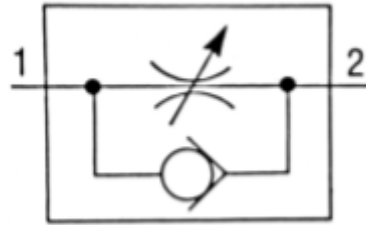
2.2.2 Volymströmstyrande ventiler

Ventiler som reglerar den genomströmmande mängden luft kallas för volymströmstyrande ventiler, mätdreglerande ventiler eller strypventiler. Med dessa varierar ventilens genomströmningsarea och på så sätt regleras hur mycket luft som släpps igenom ventilen. Detta sker genom att en konisk spindel flyttas upp eller ner i ett ventilsäte, ofta genom en skruvrörelse. Symbolen kan ses nedan i Figur 7, pilen snett över symbolen anger att den är reglerbar. (Evensen & Ruud, 1995, s. 53)



Figur 7. Symbol för reglerbar strypventil.

En annan typ av är *stryp-backventilen* som är en backventil parallellt kopplad med strypventilen. (Backventiler se kapitel 2.3.4). Som visas i Figur 8, är mängden luft reglerbar i riktningen 1 till 2. Däremot i den motsatta riktningen kan luften strömma både genom strypventilen och backventilen d.v.s. utan reglerbarhet. (Evensen & Ruud, 1995, s. 55)



Figur 8. Symbol för stryp-backventil.

2.2.3 Tryckstyrande ventiler

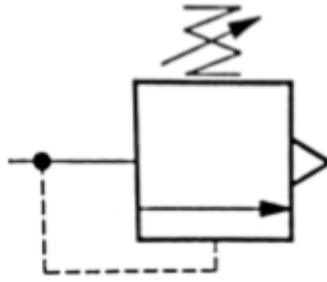
Tryckstyrande ventiler används för att reglera trycket i ett system till ett önskat värde. I pneumatiken används i huvudsak tre typer.

- 1- Tryckreducerande ventiler eller tryckregulatorer, används för att hålla ett konstant tryck på utloppssidan även fast det förekommer variationer på inloppstrycket.
- 2- Tryckvakter som övervakar trycket och ger signal om trycket överstiger eller understiger önskat värde.
- 3- Tryckbegränsningsventiler som begränsar trycket till ett önskat värde.

(Evensen & Ruud, 1995, ss. 54-55)

Eftersom de sistnämnda är mest relevant inom detta examensarbete koncentreras teorin på tryckbegränsningsventilerna.

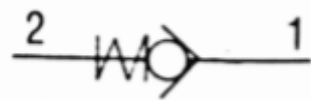
Tryckbegränsningsventilerna, (Figur 9) används för att skydda pneumatiska system mot övertryck. Överstiger trycket det önskade värdet evakuerar ventilen trycket. De vanligaste tryckbegränsningsventilerna består av en fjäderbelastad kula inbyggd i ett ventilhus. Öppningskraften på kulan är lika med trycket gånger arean av ventilsätet. Blir öppningskraften större än den inställda fjäderkraften öppnar ventilen och trycket evakueras. (Evensen & Ruud, 1995, ss. 149-150)



Figur 9. Symbol för tryckbegränsningsventil.

2.2.4 Spärrventiler

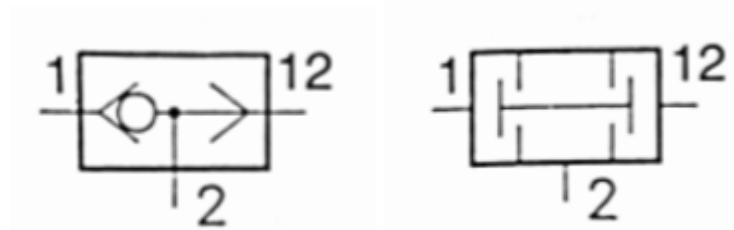
Spärrventilens uppgift är som namnet säger, att spärra flödet i en riktning. Den vanligaste spärrventilen är backventilen, (Figur 10) som öppnar flödet i ena riktningen medan den stänger i motsatt riktning. Den är uppbyggd av en fjäderbelastad ventilkägla, som spärrar flödet från port 2 till 1. I motsatt riktning öppnar den och ger fullt flöde. (Evensen & Ruud, 1995, s. 56)



Figur 10. Symbol Backventil.

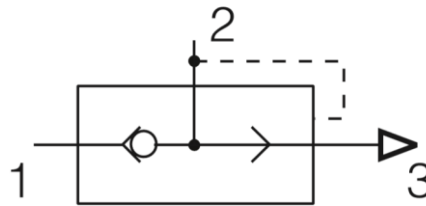
De logiska funktionerna OCH samt ELLER kan också utnyttjas med hjälp av spärrventiler. De logiska funktionerna används inom alla former av styrteknik. En OCH-funktion ger en utsignal när alla insignaler är aktiverade. Funktionen möjliggörs genom ett OCH-element, (Figur 11.). Elementet fungerar som en backventil, eftersom den signal som kommer först spärras av slidens backventilfunktion. Den andra signalen kan nu passera till utgången. Med andra ord måste signal 1 OCH signal 12 måste vara aktiverade för att få utsignal på port 2. (Evensen & Ruud, 1995, ss. 85-86)

ELLER funktionen ger utsignal när en av två eller flera insignaler är aktiverade. ELLER-funktionen möjliggörs med hjälp av ett ELLER-element (Figur 11). Elementet är ett slag av spärrventil, insignalen flyttar sliden och öppnar för utsignal. Om två insignaler ges, kommer en av dessa att passera och ge utsignal. Med andra ord måste signal 1 ELLER signal 12 vara aktiverade för att få utsignal på port 2. (Evensen & Ruud, 1995, s. 88, 90)



Figur 11. Symbol för ELLER-, samt OCH-element.

En annan spärrventil är snabbavluftningsventilen, (Figur 12). Denna används t.ex. för att snabb tömma en pneumatisk cylinder. Till skillnad från backventilen har den tre portar och två strömningsvägar. Vid tryck på port 1 flödar luften fritt till port 2. När luften skall strömma tillbaka pluggas port 1 medans port 3 öppnar och luften kan strömma ut i atmosfären. (Evensen & Ruud, 1995, ss. 56-57)



Figur 12. Symbol snabbavluftningsventil

3 Metoder och tillvägagångssätt

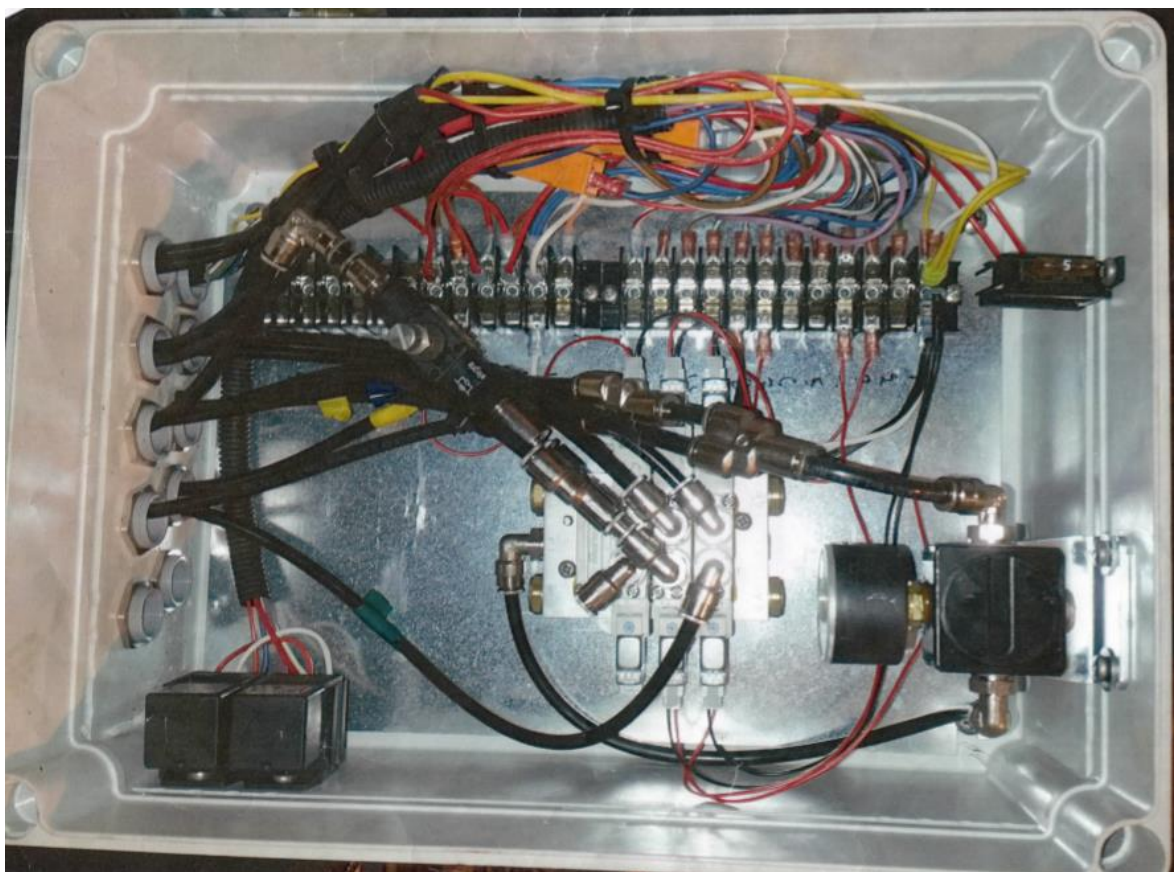
I kapitel 3 presenteras det praktiska utförandet av examensarbetet. Kapitlet behandlar produktutvecklingsprocessens praktiska del, från förstudie till prototyp och tillverkningsanpassning. Till bakgrund har använts teorin i kapitel 2.

3.1 Förstudiefasen

Den första utvecklingsfasen, förstudien, gjordes till största del i enlighet med den teori som presenterades i kapitel 2.1.1. Först studerades den befintliga tekniska lösningen, d.v.s. en styrcentral som gjorts till en tidigare kassettkombination, för att sedan utgående från studien kunna formulera och bestämma ett problem. Därmed är detta kapitel uppdelat i två underkapitel. I dessa underkapitel behandlas studien av den befintliga lösningen respektive själva problemformuleringen.

3.1.1 Befintlig lösning

Den befintliga lösningen som NTM använt sig av, bestod av en låda med diverse komponenter inuti. Centralerna hade aldrig sett likadana ut, d.v.s. en skild central hade byggts upp för varenda kassettkombination som levererats. Centralen som studerades visas i Figur 13. Denna central kunde styra funktionerna motor fram, motor bak, bilens bakbräde öppet/fast, flakvärme samt vagnens bakbräde.



Figur 13. Befintlig central.

Centralens och styrsystemets funktionsprincip var, att från en joystick eller brytare i hytten, kom en manöversignal in till centralens kopplingsribba. Från kopplingsribban gick sedan en elsignal vidare till pneumatiska magnetventiler eller reläer, beroende på vilka funktioner som skulle styras. Hydrauliska funktioner fick sin signal från magnetventilerna, där luften från magnetventilerna styrde ett hydraulikbord som styrde hydrauliken. Pneumatiska funktioner styrdes direkt från magnetventilerna, medan elektriska funktioner styrdes via reläerna. Joysticken och dess funktioner illustreras i Figur 14.



Figur 14. Befintlig joystick samt dess funktioner.

3.1.2 Problemformulering och problemanalys

Första steget i problemformuleringen var att klargöra och formulera problemet. Utifrån analysen av den befintliga centralen, samt diskussioner med elektriker, konstruktörer och examensarbetets handledare, kunde en bild av problemet skapas. Metoden som användes för problemformuleringen, blev den i kapitel 2.1.1 presenterade föremålsbestämningen. Problemet klargörs i Figur 15, medan det i Figur 16 har formulerats om enligt föremålsbestämningsmetoden.

Vår nuvarande styrcentral till kassettkombinationerna kräver dyrbar tid för montörerna i produktionen och förhindrar en växande produktionsvolym.

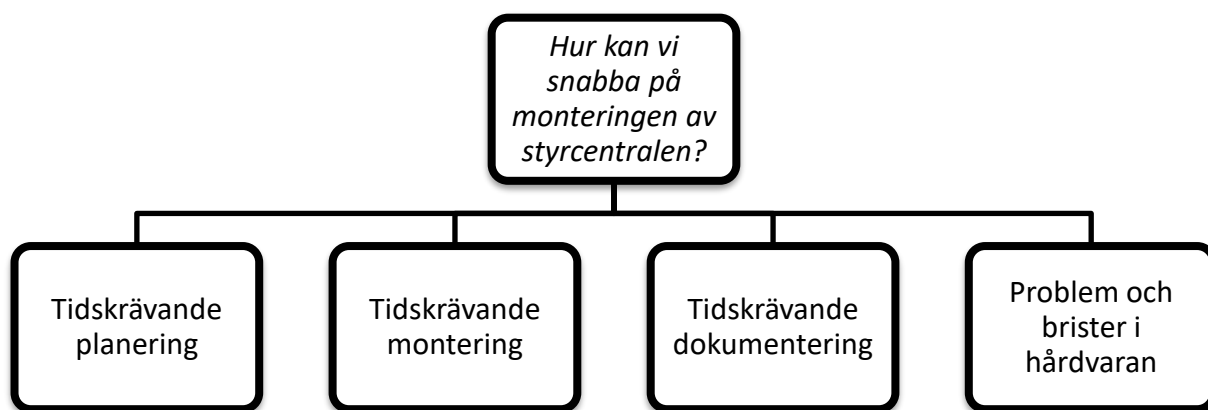
Figur 15. Klargörande av problemet.

Hur kan vi snabba på monteringen av styrcentralen?

Figur 16. Formulerat problem.

Problemets omfattning avgränsades i samband med problemformuleringen, eftersom tidsbesparingen koncentrerades till styrcentralen i stället för hela kassettkombinationen. Problemnivån ansågs vara relativt låg, eftersom en befintlig styrcentral redan fanns. Tanken var att den befintliga centralen också skulle utgöra grundkonceptet för den nya styrcentralen och därmed skulle arbetsmängden inte bli alltför omfattande.

Andra steget i problemformuleringen bestod av uppdelning, analysering och precisering av problemet. Som hjälpmedel användes bristanalysen som presenterades i kapitel 2.1.1. Analysen gick ut på att vidaregranska den central som presenterades i föregående kapitel, samt ytterligare diskussioner med elektriker och konstruktörer fördes. Analysen dokumenterades genom att först dela upp det formulerade problemet i 4 mindre delproblem, vilket illustreras i Figur 17.



Figur 17. Uppdelning av problem.

Efter uppdelningen i delproblem kunde en noggrannare analys göras av de fyra delproblemen:

Tidskrävande planering:

Eftersom centralen inte var standardiserad krävdes en enskild planering av varje central. Planeringen kunde t.ex. gå ut på att utreda vilka funktioner som centralen skulle styra, vilka komponenter som behövdes eller om komponenterna fanns i lager. Denna planering krävde ett obestämt antal timmar av montören.

Tidskrävande montering:

För montering av centralen och dess komponenter krävdes vid problemfria tillfällen minst 8 timmar. Vid problemsituationer som t.ex. försenade komponentleveranser, felkopplingar eller sjukdomsfall försenades denna process.

Tidskrävande dokumentering:

Eftersom centralen inte var standardiserad krävdes enskild dokumentation av varje central. Ofta gjordes först en skiss över el, - och pneumatikschema av montören, för att sedan renritas av en konstruktör. Detta resulterade i en tidskrävande process.

Problem och brister i hårdvaran:

Med denna punkt menas brister och förbättringsmöjligheter, som under analysen av den befintliga lösningen identifierades i hårdvaran.

Flera kablar drogs in genom samma förskruvning, vilket resulterade i mellanrum mellan kablarna. Dessutom var vissa komponenter fastskruvade i lådans väggar. Dessa faktorer medförde att centralen inte blev tillräckligt vattentät.

Centralen var heller inte utrustad för möjlighet till anslutning av en eventuell fjärrstyrning. Om en fjärrstyrning varit aktuell skulle en helt ny central ha behövts konstruerats.

Förstudiefasen avslutades med att sammanställa en första kravspecifikation. Den innehöll de kriterier och funktioner som kunde ställas på produkten, på basen av de resultat som framtagits under förstudiefasen. Kravspecifikationen presenteras i Figur 18.

För att snabba på monteringen av styrcentralen krävs en standardiserad styrcentral som kan beställas och tillverkas av underleverantör. Centralen måste ha möjlighet till anslutning av alla kassettkombinationens funktioner samt möjlighet till anslutning av fjärrstyrning. För att spara så mycket tid som möjligt måste centralen vara lätt monterbar. Centralen skall vara vattentät.

Figur 18. Kravspecifikation utgående från förstudien.

3.2 Produktspecifikationen

Utgående från kravspecifikationen som framtoqs i förstudien utformades en produktspecifikation. Teorin som låg till grund för produktspecifikationen presenterades i kapitel 2.1.2.

För att identifiera ytterligare kriterier, utöver de som angavs i kravspecifikationen, användes Olssons kriteriematris, som presenterades i kapitel 2.1.2., Figur 3. Kriteriematrisen säkerställer att man tar i beaktande produktens hela livscykel samt identifierade och valda aspekter.

När alla kriterier hade listats upp bestämdes kriteriets typ, d.v.s. om kriteriet är funktionellt eller begränsande. För att ytterligare få en uppdelning på kriterierna indelades de också i krav och önskemål. Önskemålen är betygsatta enligt deras viktfaktor, där 5 = väldigt viktig och 1 = inte viktig.

Produktspecifikationen kan ses i Tabell 1, där också produktens huvudfunktion är listad, d.v.s. *Styrning av kassettkombinationens funktioner genom en standardiserad styrcentral*. Ur produktspecifikationen kan också utläsas vilka alla funktioner som centralen skall styra.

Tabell 1. Produktspecifikation för centralen

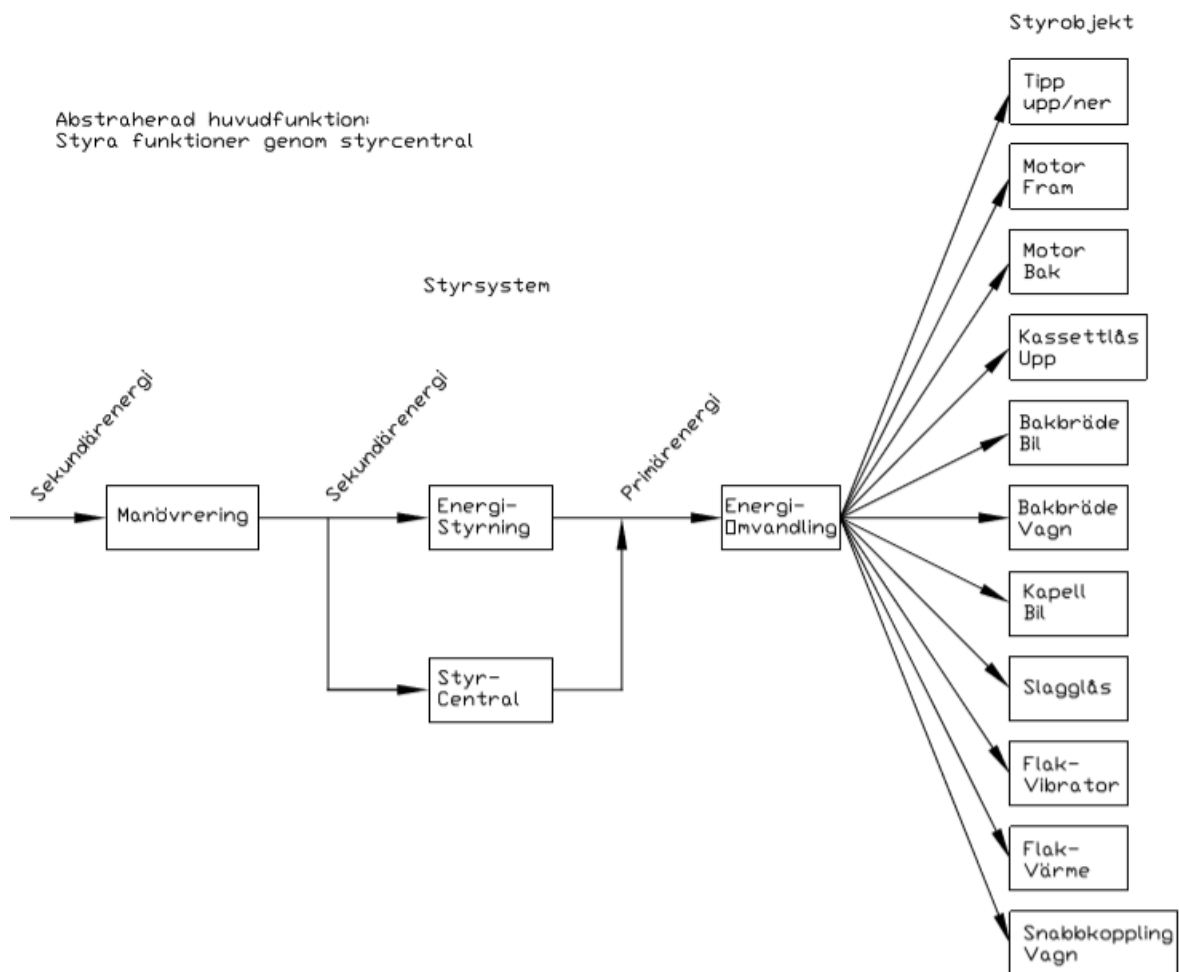
Produktspecifikation				
Kriterie nr	Cell	Kriterium	Krav (K) / Önskemål (Ö)	Funktion (F) / Begränsning (B)
Huvud-funktion		Styrning av kassettkombinationens funktioner genom en standardiserad styrcentral	K	F
Process				
1	1.1	Grundkoncept skall tas från befintlig produkt	Ö, 3	B
2	1.1	Standardisera	Ö, 5	F
3	2.1	Serietillverkningsanpassad	K	B
4	3.1	Transporteras från underleverantör färdig att monteras	Ö, 5	B
5	4.1	Styra kassetteringsmotor fram/ bak	K	F
6	4.1	Styra kassettlås	K	F
7	4.1	Styra bakbräde bil	K	F
8	4.1	Styra bakbräde kassett	K	F
9	4.1	Styra kapell på bil	K	F
10	4.1	Styra slagglås	K	F
11	4.1	Styra flakvibrator	K	F
12	4.1	Styra flakvärme	K	F
13	4.1	Styra hydraulisk snabbkoppling till vagn	K	F
14	4.1	Möjlighet till anslutning av fjärrstyrning	K	F
15	5.1	Lättdemonterad	Ö, 4	B
Miljö				
16	3.2	Massleverans	Ö, 1	B
17	4.2	Tåla väder och vind	K	F
18	4.2	Avlägsna kondens	K	F
Människa				
19	1.3	Servicevänlig	Ö, 4	B
20	4.3	Lättmonterad	K	B
21	4.3	"Plug in"- utförande	Ö, 5	B
22	4.3	Ansluta elektricitet	K	F
23	4.3	Ansluta pneumatik	K	F
Ekonomi				
24	1.4	Utvecklingstid ca. 1 månad	Ö, 3	B
25	2.4	Tillverkningskostnad < 1500€	K	B
26	3.4	Minimalt lagerutrymme	Ö, 3	B
27	4.4	Tidsbesparing i produktion	K	B
28	4.4	Tidsbesparing i reparation	K	B

3.3 Konceptgenerering

När produktspecifikationen framställts påbörjades konceptgenereringsfasen. Den bakgrundsteori som utgicks ifrån var teorin presenterad i kapitel 2.1.3. Det första steget var således att bredda och abstrahera huvudfunktionen, d.v.s. *Styrning av kassettkombinationernas funktioner genom en standardiserad styrcentral*, blev efter breddning och abstrahering:

Styra funktioner genom styrcentral.

Efter huvudfunktionens breddning gicks de funktionella kriterierna som presenterades i produktspecifikationen igenom, d.v.s. en funktionsanalys gjordes. Resultatet av funktionsanalysen utmynnade i en funktionsstruktur som presenteras i Figur 19. Här visas hur olika identifierade delfunktioner framkommit samt hur de samverkar. De kan delas upp i *styrsystem* och *styrobjekt*, där styrobjekten är de krav som ställdes i produktspecifikationen.



Figur 19. Funktionsstruktur med olika styrsystem och styrobjekt.

Utifrån de identifierade delfunktionerna i funktionsstrukturen söktes sedan olika lösningsalternativ. För att göra det tydligt, delades lösningsalternativen upp i tre olika tabeller. De två första tabellerna innehåller dellösningarna till styrsystemet och styrobjekten, medan lösningsalternativen för själva centralen presenteras i den tredje tabellen.

Den första av dessa tabeller illustreras i Tabell 2 och visar olika dellösningarna till delfunktionerna i styrsystemet. Eftersom det redan tidigare var bestämt att grundkonceptet skulle tas från det befintliga styrsystemet var dessa dellösningarna relativt lätta att hitta. Tidigare lösningar och metoder som använts inom företaget söktes upp och studerades. De bäst lämpade alternativen valdes ut.

Tabell 2. Dellösningarna till delfunktionerna i styrsystemet.

Delfunktion	Dellösningarna för styrningar			
Manövrering	Brytare	Joystick	Fjärrstyrning	
Primärenergi	Elektricitet	Pneumatik	Hydraulik	
Sekundärenergi	Elektricitet	Pneumatik	Hydraulik	
Energistyrning	Relä	Solenoid	Pneumatisk ventil	Hydraulisk ventil
Energiomvandling	Elmotor	Pneumatisk cylinder	Hydraulisk cylinder	Hydraulisk motor

I andra tabellen (Tabell 3), är dellösningarna som togs fram i Tabell 2, utplacerade under respektive styrobject. Ur detta kan man se med vilka medel, energistyrningar samt hur de olika styrobjecten manövreras.

I den tredje tabellen (Tabell 4), behandlas själva centralen d.v.s. vilka lösningsalternativ som tagits fram för att få, en enligt produktspecifikationen, användbar styrcentral.

Tabell 3. Delfunktioner och dellösningalternativ kombinerade.

Styrobjekt samt dellösningalternativ för styrsystem					
Styrobjekt	Manövrering	Primärenergi	Sekundärenergi	Energistyrning	Energiomvandling
Tipp upp / ner	Joystick/ Fjärrstyrning ?	Hydraulik	Pneumatik/ Elektricitet	Hydraulisk ventil/ Pneumatisk ventil	Hydraulisk cylinder
Motor fram	Joystick/ Brytare/ Fjärrstyrning ?	Hydraulik	Pneumatik/ Elektricitet	Hydraulisk ventil/ Pneumatisk ventil	Hydraulisk motor
Motor bak	Joystick/ Brytare/ Fjärrstyrning ?	Hydraulik	Pneumatik/ Elektricitet	Hydraulisk ventil/ Pneumatisk ventil	Hydraulisk motor
Kassettlås upp	Joystick/ Brytare/ Fjärrstyrning ?	Pneumatik	Pneumatik/ Elektricitet	Pneumatisk ventil	Pneumatisk cylinder
Bakbräde bil	Joystick/ Brytare/ Fjärrstyrning ?	Hydraulik	Pneumatik/ Elektricitet	Hydraulisk ventil	Hydraulisk cylinder
Bakbräde vagn	Joystick/ Brytare/ Fjärrstyrning ?	Pneumatik	Pneumatik/ Elektricitet	Pneumatisk ventil	Pneumatisk cylinder
Kapell bil	Joystick/ Brytare/ Fjärrstyrning ?	Hydraulik / Pneumatik	Pneumatik/ Elektricitet	Pneumatisk ventil	Hydraulisk motor/ Pneumatisk motor
Slagglås	Joystick/ Brytare/ Fjärrstyrning ?	Pneumatik	Pneumatik/ Elektricitet	Pneumatisk ventil	Pneumatisk cylinder
Flakvibrator	Joystick/ Brytare/ Fjärrstyrning ?	Elektricitet	Elektricitet	Solenoid	Elmotor
Flakvärme	Joystick/ Brytare/ Fjärrstyrning ?	Pneumatik	Elektricitet	Pneumatisk ventil	Pneumatisk cylinder
Snabbkoppling vagn	Joystick/ Brytare/ Fjärrstyrning ?	Hydraulik	Pneumatik / Elektricitet	Hydraulisk ventil/ Pneumatisk ventil	

Tabell 4. Dellösningalternativ för centralen.

Centralens delfunktioner samt dellösningalternativ			
Delfunktion	Dellösningalternativ		
Tåla vatten	Vattentät låda	Flytta central inomhus	
Avlägsna Kondens	Tryckutjämnare	Kondensplugg	Dräneringshål
Ansluta Elektricitet	Dra kablar direkt in till kopplingspunkt	Anslutning med stickkontakt	
Ansluta Pneumatik	Rördragning direkt till ventiler	Pneumatiska snabbkopplingar	
Standardisera	En central med alla funktioner	En grundläggande central + en central för tillvalsutrustning	

Utgående från tabellerna utformades olika konceptförslag. Eftersom styrsystemet till stor del tillhörde grundkonceptet, lades inte desto mera tid på detta. Det koncentrerades istället på att ta fram olika koncept för manövrering samt olika koncept för centralens uppbyggnad.

Efter bortsortering av de som i detta skede kunde anses som dåliga lösningar, resulterade konceptgenereringen i fyra koncept. Dessa togs vidare till nästa fas för konceptutvärdering och konceptval. De fyra koncept som utvaldes presenteras nedan:

Koncept 1: Joystick samt brytare + Alla funktioner fjärrstyrda + Vattentät box + En central + Rör och kabeldragning direkt in i central + Tryckutjämnare.

Koncept 2: Joystick samt brytare + Alla funktioner fjärrstyrda + Vattentät box + En central + Stickkontakt samt pneumatiska snabbkopplingar + Tryckutjämnare.

Koncept 3: Joystick samt brytare + Några funktioner fjärrstyrda + Vattentät box + En central + Rör och kabeldragning direkt in i central + Tryckutjämnare.

Koncept 4: Joystick samt brytare + Några funktioner fjärrstyrda + Vattentät box + En central + Stickkontakt samt pneumatiska snabbkopplingar + Tryckutjämnare.

3.4 Konceptutvärdering och konceptval

Till konceptutvärdering hämtades från konceptgenereringsfasen fyra olika koncept. Koncepten lades in i en förenklad version av Pahl och Beitz elimineringsmatris som illustrerades i Figur 4. Den förenklade versionen kan ses i Tabell 5.

Det som kan utläsas från elimineringsmatrisen är att koncept 1 och 3 inte uppfyllde alla krav i produktspecifikationen. Genom att dra in kablar och luftrören till centralen uppfylls inte krav nr.20, "lättmonterad". Önskemål nr.21, "plug-in utförande" uppfylldes således ej heller.

Tabell 5. Förenklad version av elimineringsmatris enligt Pahl och Beitz.

Lösning	Löser huvudproblemet	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Tillräcklig info	Beslut
1	+	-					-
2	+	+	+	+	+	+	+
3	+	-					-
4	+	+	+	+	+	+	+

Vidare till nästa steg gick således koncept 2 och 4. Det som skiljde koncepten åt var möjligheten till fjärrstyrning. Koncept 2 hade möjlighet till fjärrstyrning av alla funktioner, medan koncept 4 endast några funktioner. Eftersom skillnaderna inte var stora, bestämdes därför att inte använda någon beslutsmatris i enlighet med teorin i kapitel 2.1.4. Istället togs genom diskussion med elektriker, utvecklingschef samt konstruktionschef beslutet att satsa på koncept 4. Motiveringen till beslutet var att det inte ansågs nödvändigt med fjärrstyrning av alla funktioner. De funktioner som ansågs vara nödvändiga att kunna fjärrstyra var:

- Tipp upp/ner.
- Bilens bakbräde upp.
- Bilens bakbräde ner.
- Kapell upp/ner.

För de övriga funktionerna togs beslutet att de skall styras antingen med joystick eller med brytare i hytten.

I enlighet med kapitel 2.1.3 samt kapitel 2.1.4 dokumenterades och sammanställdes konceptet till ett färdigt produktkoncept, som sedan kunde tas vidare till nästa fas. Produktkonceptet presenteras under nästa kapitel.

3.4.1 Produktkoncept

Här presenteras produktkonceptet för konceptlösning 4. Produktkonceptet innehåller preliminär utrymmesuppskattning, kostnadsuppskattning samt beskrivning av tekniska lösningar i form av skisser och ritningar.

Preliminär utrymmesuppskattning:

Den låda som användes till tidigare centraler mäter 380x280x130 mm. Efter genomgång av de funktioner som skall styras via centralen bedömdes utrymmet i lådan räcka till för att förverkliga centralen. Lådan hade dessutom en kapslingsklass av IP 66, vilket gjorde att den var tillräckligt vattentät för ändamålet.

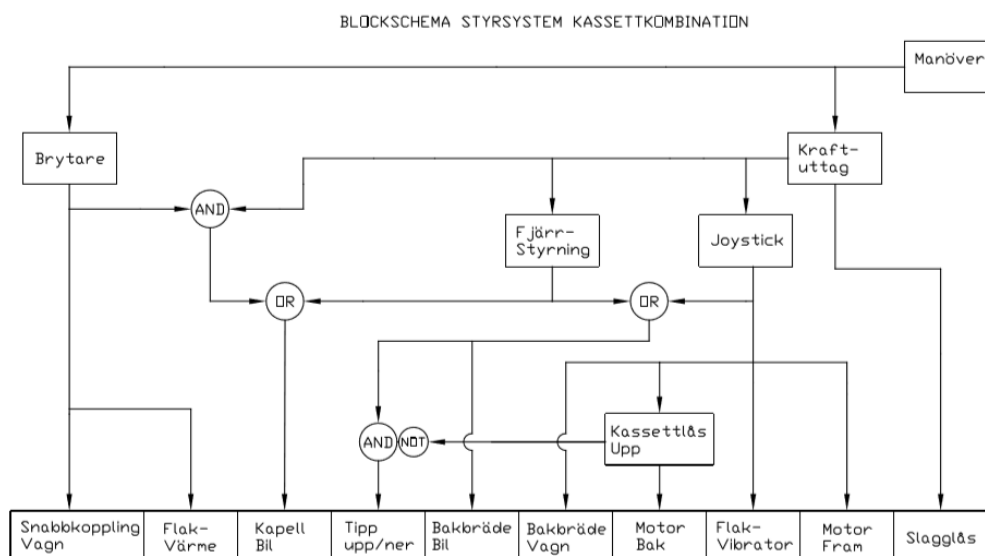
Preliminär kostnadsuppskattning:

Efter en analys av befintlig central landade materialkostnaderna på ca 850 € exklusive monteringskostnader. Denna central hade, liksom alla andra centraler som tillverkats tidigare, endast några funktioner. Med alla funktioner installerade beräknades priset växa till ca 1100 €. Med monteringskostnader ännu inräknade skulle den preliminära kostnadsuppskattningen landa på ca 1500 €.

Beskrivning av teknisk lösning:

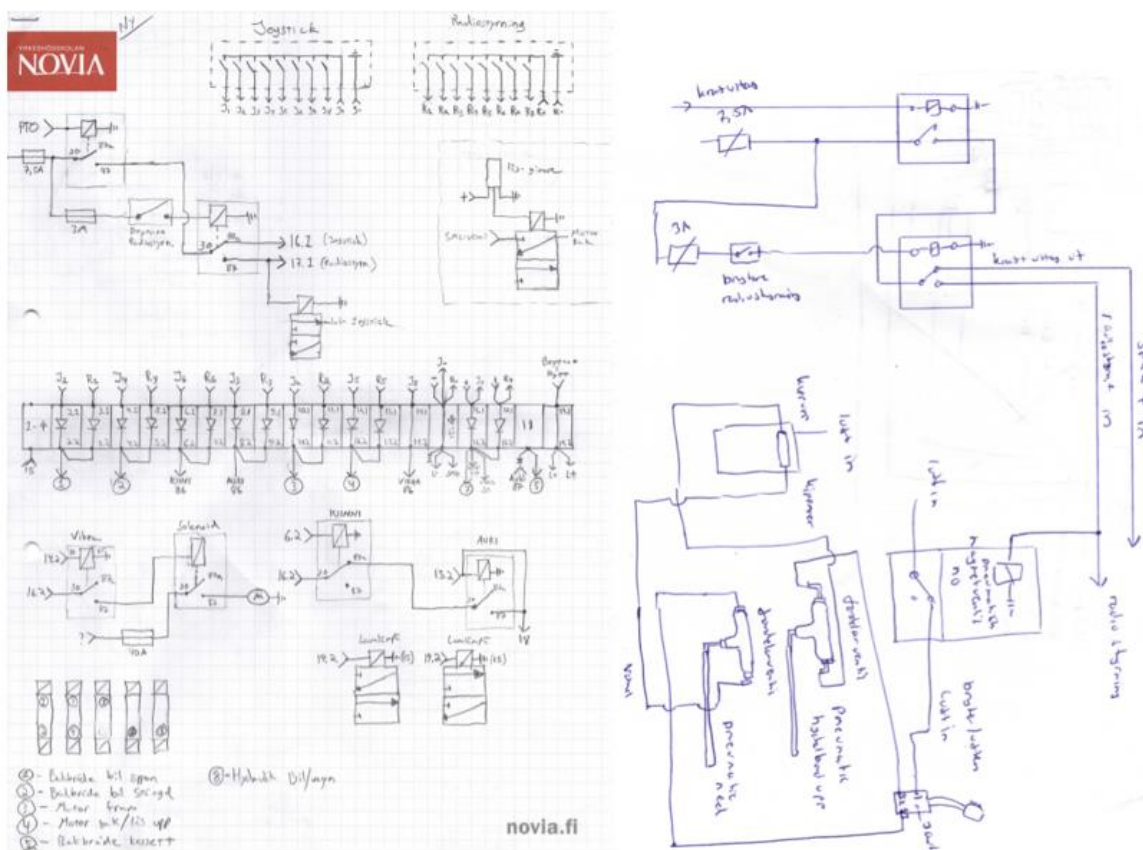
I detta skede av produktutvecklingsprocessen tillkom ett krav som inte fanns i produktspecifikationen. Detta krav var att vid kassettlås öppet, skall det inte vara möjligt att tippa upp flaket. För att få en överskådlig beskrivning av den tekniska lösningens helhet, uppgjordes ett blockschema. I blockschemat som visas i Figur 20 kan ses:

- För manövrering av funktionerna via joystick eller radiostyrning krävs att kraftuttaget är påslaget. De funktioner som kan styras med både joystick och radiostyrning, får ej manövreras parallellt.
- Slagglåset styrs direkt från kraftuttaget, d.v.s. det öppnar när kraftuttaget slås på.
- Kapell på bil styrs med brytare, men eftersom det är en hydraulisk funktion är det möjligt att köra först vid påslagning av kraftuttaget. Övriga funktioner som manövreras med brytare skall fungera oberoende kraftuttaget.
- Kassettlås måste öppna för att motor bak skall kunna aktiveras. För att tippa upp måste låset vara stängt.



Figur 20. Blockschemat för illustrering av styrsystemet.

Efter uppgörandet av blockschemat för hur styrsystemet skall fungera kunde några första skisser över el- och pneumatikschema påbörjas. Genom diskussioner med elektriker och konstruktörer, samt studier av tidigare el- och pneumatiksystem utformades några första utkast. Exempel visas i Figur 21.



Figur 21. Exempel på skisser över el- och pneumatiksystem.

3.5 Detaljkonstruktion

Till fasen detaljkonstruktion togs det utformade produktkonceptet för vidareutveckling. Målet med denna fas var att söka och beställa komponenter, söka lösningar och ta fram ritningar samt skisser för att kunna tillverka en prototyp.

Eftersom det inom företaget fanns mycket användbara komponenter i lager, bestämdes att så mycket komponenter som möjligt skall användas utav dessa. På så sätt behövdes inte desto mera efterforskning göras beträffande dessa komponenter samt att långa leveranstider kunde undvikas. Dessutom skulle redan dokumenterade existerande lösningar återanvändas så långt som möjligt, för att på så sätt spara tid på att undersöka nya lösningar.

Kapitlet har delats upp i tre underkapitel. Det första behandlar de komponenter och lösningar som togs tillvara från tidigare existerande lösningar. Det andra behandlar de nya lösningar som utformats, samt de komponenter som eftersökts och beställts för att möjliggöra de nya lösningarna. Sista underrubriken behandlar framtagning av scheman och ritningar.

3.5.1 Existerande lösningar och standardkomponenter

I kapitel 3.1.1 presenterades en befintlig lösning samt principen för hur den fungerade. I detta kapitel presenteras de existerande lösningarna, samt de standardkomponenter som använts för att förverkliga den befintliga lösningen. Tekniska specifikationer har hämtats ur antingen datablad för de olika komponenterna, eller från dess tillverkares/leverantörers hemsidor. De existerande lösningarna samt dess standardkomponenter presenteras i form av en tabell, var det också har tagits ställning om de kan utnyttjas i den nya, utvecklade centralen. Tabellen presenteras i Tabell 6. Endast de mest betydande komponenterna har analyserats. Utöver dessa består de tidigare lösningarna även utav ett flertal mindre komponenter som t.ex. olika pneumatiska instickskopplingar, förskruvningar, kopplingsribba, kablar mm.

Tabell 6. Tabell över existerande lösningar samt standardkomponenter. (HBA fordonsteknik Ab, 2018), (I. Vaara Oy, 2017), (Fibox, u.d.), (SMC, u.d.)

Existerande lösningar samt dess standardkomponenter			
Existerande lösning	Standardkomponenter	Teknisk Specifikation	Använda
Låda för montering av komponenter	Fibox EKPE 130G + Monteringsplåt	Längd: 380mm Bredd: 280mm Höjd: 130mm IP-klass: IP66	Ja
Förhöja låda	Förhöjningskrans EKPZR	Längd: 378mm Bredd: 278mm Höjd: 50mm	Ja
Konvertering från elektrisk styrsignal till pneumatisk signal	SMC Magnetventil SY5420-5LOU-01F-Q	Max arbetstryck: 7 bar Spänning: 24VDC Effekt: 0,55W Transienskydd: Standard	Ja
Strömmatning till magnetventiler	SMC spolstöpsel SY100-30-4A-10	Längd: 3 m	Ja
Matning av luft till magnetventiler	SMC Ramplatta SSS5-20-04-00F-Q	Platser: 4 ventiler	Nej
Tryckreducering till 7 bar	Tryckreduceringsventil 821302733	Tryckreducering: 0.5-10 bar	Ja
Hållkrets för bakbräde på bil samt styrning av solenod till flakvibrator	Relä 16-RLPS52-24R samt Reläsockel 8JA003526002	Spänning: 24VDC Ström: 22/10A	Ja
Styrning av ström till flakvibrator	Solenoid 240505133	Spänning: 12/24VDC Ström: 100A	Ja

3.5.2 Nya komponenter och lösningar

Efter att de existerande lösningarna och standardkomponenterna identifierats och dokumenterats, påbörjades en utredning. Utredningens syfte var att ta fram de kompletterande komponenter och lösningar som krävdes för att förverkliga den nya centralen. Nedan följer en detaljerad beskrivning över vilka komponenter som valts för att förverkliga de nya lösningarna samt varför dessa behövs.

Rampplatta:

Av de i föregående kapitel behandlade standardkomponenterna, var det endast rampplattan som inte kunde fortsätta att användas. Orsaken till detta var att den hade plats för endast fyra magnetventiler. För att klargöra det nya totala antalet magnetventiler, gjordes en mindre utredning över vilka funktioner som skall styras av magnetventil. Man kom fram till att antalet magnetventiler som krävdes var 7 st. Detta medföljde i sin tur att en rampplatta med 7 lediga platser fordrades. Tillverkaren SMC hade en motsvarande rampplatta till den som tidigare användes, men med 7 lediga platser. Därför föll valet på denna platta.

Möjlighet till anslutning av radiostyrning:

För att säkerställa att inte backströmmar skall uppkomma vid anslutning av radiostyrning krävdes någon form av diod. För att lätt installera en diod till kretsarna samt spara utrymme, bestämdes att en kopplingsplint med integrerad diod var det bästa alternativet. En uppsökning av sådan kopplingsplint gjordes, vilket resulterade i Weidmüllers diodplint WDK 2,5D 2.A. Denna plint har fyra anslutningsmöjligheter och innehåller två integrerade 1N4007 dioder.

Om radiostyrning ansluts måste luften och strömmen brytas till joystick för att man inte skall kunna manövrera parallellt. För att välja mellan strömmatning till joystick/ radiostyrning, placeras en brytare samt ett relä i hytten. För att bryta luften till joystick, monteras en extern magnetventil utanför centralen, som vid signal från relät bryter luften till joystick. Brytare, relä, magnetventil samt kabel + kontakt monteras i senare skede av NTM. Det som dock krävs för att senare ansluta kablar till den standardiserade centralen är pluggade förskruvningar.

Luftfördelning:

I den tidigare centralen hade luftfördelningar gjorts genom lösa y-stycken. Detta var inte att rekommendera eftersom det var utrymmeskrävande samt oorganiserat. Genom diskussion med montörer inom broms-och pneumatiksystem, gavs tipset att använda fördelningsplatta SKF BPLD-06-ZN. Denna fördelningsplatta användes främst inom hydrauliksystem men valdes nu att användas som fördelningsplatta för pneumatik.

Öppna kassettlås före körning av motor bak:

Ett krav var att kassettlåset skall öppna före körning av kassettmotorn bakåt. Detta krav hade i tidigare centraler säkerställts genom att lägga en strypventil på luftröret till hydraulikslidet för ”motor bakåt”. På så sätt hann kassettlåset öppna före motorn startade. Detta ansågs vara ett opålitligt system, varför en ny lösning som innebar att en givare skulle monteras på kassettlåset utarbetades. Då givaren indikerar att kassettlåset har öppnat ges en signal till en magnetventil, som då släpper igenom luft till hydraulikslidet för motor bak. Som givare valdes en mekanisk givare, Telemecanique XCKJ, och som magnetventil valdes en Wabco NO-ventil. Magnetventilen placeras utanför centralen och monteras av NTM. En kabel behöver dock kopplas in i centralen så att den lätt ska kunna anslutas till magnetventilen vid montering. Kabeln som valdes var Wabcos egna kabel med kontakt som passar magnetventilen.

Bryta tippfunktion vid kassettlås öppet

Om flaken tippas och kassettlåset är öppet kommer kassetten att falla av. Detta förhindrades genom att från samma mekaniska givare som indikerar att låset är öppet, styra en magnetventil som bryter luften från joystick. Som magnetventil valdes en Wabco NC-ventil. Denna ventil monteras på samma sätt som ventilen för motor bak, d.v.s. externt. Även här kopplas Wabcos kabel in i centralen, för enkel anslutning till magnetventilen.

Plug-in utförande:

Det i produktspecifikationen angivna önskemålet ”plug-in utförande”, krävde också nya lösningar och komponenter. För att lätt kunna ansluta luftrör till centralen krävdes någon form av genomföring. En efterforskning gjordes och valet föll på luftgenomföringen ”Camoszi 6590–6”. För att få genomföringen vattentät beställdes även tätningsring ”217-M14”.

För att på samma sätt kunna ansluta elektricitet, bestämdes att från centralen skall det hänga färdigt monterade kablar med kontakt, likt de kablar som ansluts till magnetventilerna. För anslutning av joystick-kabel valdes en 15-polig kontakt med kabel AJMY 3x2.5+12x1.5. För anslutning av strömmatning samt brytare valdes en AJMY 7x1.5 med AMP-7 kontakt. Förutom de magnetventiler som behandlades tidigare, monteras även utanför centralen två ventiler för flakvärme. Av dessa Wabco ventiler är en av NC, - och en av NO-typ. Till dessa skall även finnas dylika kablar med kontakt som till de övriga externa magnetventilerna.

För att säkerställa vattentätheten dras alla kablar genom förskruvningar av storlekarna PG11 respektive PG16.

Avsäkring:

För skydd mot eventuell kortslutning krävdes att centralen avsäkras. Den gamla centralen hade avsäkrats med en säkring på 7,5 A. Uppskattningarna var att även en säkring av denna storlek skall räcka väl till den nya centralen. En uträkning gjordes dock för att säkerställa detta, (Tabell 7 och Tabell 8). Eftersom ingen data fanns angående reläernas och solenoidens strömförbrukning, togs dessa data från andra tillverkares liknande komponenter. Uträkningen visade att en säkring på 7,5 A räcker väl till. En säkring på 5 A hade också fungerat, men eftersom spänningsfall i dioder och joystick inte beaktats valdes ändå säkringen på 7,5 A.

Tabell 7. Totala strömförbrukningen för centralen.

Total strömförbrukning styrcentral					
Förbrukare	Effekt (Watt)	U (V)	I=P/U (A)	Antal	Totalt Ström-förbrukning (A)
SMC-Magnetventil	0,55	24	0,02	11	0,25
Wabco Magnetventil		24	0,41	5	2,05
Relän	0,5	24	0,02	3	0,06
Solenoid	20	24	0,83	1	0,83
Radiostyrning		24	0,50	1	0,50
Totalt:					3,70

Spänningsfall i kabel, där 3,7 A avrundats till 4 A:

$$U = R \times I = \rho \frac{l}{A} \times I = 1,678 \times 10^{-8} \frac{\Omega}{m} \times \frac{10m}{1,5 \times 10^{-6} m^2} \times 4A = 0,44V \quad (1)$$

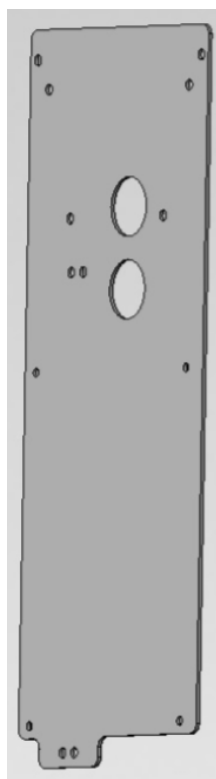
Tabell 8. Totala strömförbrukningen med spänningsfall medräknat.

Total strömförbrukning styrcentral med spänningsfall					
Förbrukare	Effekt (Watt)	U (V)	I=P/U (A)	Antal	Totalt Ström-förbrukning (A)
SMC-Magnetventil	0,55	23,5	0,02	11	0,26
Wabco Magnetventil		23,5	0,41	5	2,05
Relän	0,5	23,5	0,02	3	0,06
Solenoid	20	23,5	0,85	1	0,85
Radiostyrning		23,5	0,50	1	0,50
Totalt:					3,72

Övrigt:

För montering av de komponenter som inte rymdes på bottenplattan i centralen valdes positionsljushållare som fanns på företaget. Positionsljushållarna möjliggör montering i sidan av centralen, utan att skruva i själva lådan.

Fastsättning av centralen hade tidigare gjorts på en plåt. För att snabbt och enkelt kunna fästa den nya centralen samt de externa magnetventilerna, konstruerades en större plåt. Till plåten ritades färdiga monteringshål för magnetventiler och central. Två stora hål lades också i mitten av plåten för att förenkla kabeldragning. Plåten kan ses som 3D-modell i Figur 22.



Figur 22. 3D-modell av nykonstruerad fästplåt.

En sammanfattning över lösningarna samt de valda komponenterna kan ses i Tabell 9, där komponenternas tekniska specifikation också listats upp. Tekniska specifikationer har hämtats ur datablad och från tillverkares/ leverantörers hemsidor.

Tabell 9. Nya lösningar samt valda komponenter. (Ensto, u.d.) (Krikoma, u.d.) (SKF, 2014) (Wabco, u.d.)
(Weidmüller, 2018)

Nya lösningar samt valda komponenter			
Definition av uppgift	Komponentkrav	Vald komponent	Specifikation
Luftmatning till magnetventiler samt montering av magnetventiler	Anslutningsplatta med 7 ventilplatser	SMC ramplatta SS5Y5-20-07-00F-Q	
Förhindra backströmmar	Kopplingsplint monterbar på DIN-skena, Max ström < 0.5A	Diodplint Weidmüller WDK 2.5 2D 2.A	Temperatur: -50-120 Diod: 1N4007 Max ström: 1A Max spänning: 300V
Bryta luft till joystick	Magnetventil monterbar utomhus	Magnetventil Wabco 472 172 626 0	Kapslingsklass: IP66 Ström: 0.41A Arbetsstryck: 1-11 bar
Ansluta övrig el	Kopplingsplint besläktad till diodplint	Weidmüller WDU 2,5	Max spänning : 800V Max ström: 24A
Fördela luft	Lite utrymmeskrav, minst 3 utgångar	Fördelningsplatta SKF BPLD-06-ZN	Arbets temperatur: -25 - 80 Max arb. tryck: 150 bar
Ansluta luft	"Plug in"- möjlighet, Vattentät	Luftgenomföring Camozzi 6590-6 + Tätningsring 217-M14	Arbets tryck: -0.8-16 bar Rördimension: 6mm Yttre gänga: M14
Ansluta el	Plug in- möjlighet, Vattentät	Hella 15-pol hane 9XX340984001 + kabel AJMY 3x2,5+12x1,5mm ² AMP-7 kontakt + kabel AJMY 7x1,5mm ²	
Öppna kassettlås före motor bak	Givare monterbar utomhus, Magnetventil monterbar utomhus	Mekanisk givare Telemechanique XCKJ, Magnetventil Wabco 472 171 726 0	Givare, Arb. Temp: -25...70 Kapslingsklass: IP66 Max ström: 10A Ventil, Max arb. Tryck: 16 bar Kapslingsklass: IP 67 Ström: 0.41 A
Bryta tipp vid lås öppet	Givare monterbar utomhus, Magnetventil monterbar utomhus	Samma givare som ovan, Magnetventil Wabco 472 172 726 0	Se ovan.
Ansluta magnetventiler	Motsvarande kontakt till magnetventiler, 3x1,5mm ² kabel	Wabco kabel + kontakt 449 413 040 0	Kabel dimension: 3x1.5mm ² Längd: 4000mm.
Avlägsna kondens	Vattentät	Tryckreduceringsventil BSS10S	Kapslingsklass: IP68 Flöde: 16l/h
Montera komponenter	Moteringsmöjlighet utöver bottenplåt	Positionsljushållare 4H6870F	

3.5.3 Produktens arkitektur och layout

Efter att ha valt vilka komponenter som krävs för att möjliggöra alla lösningar, påbörjades uppgörandet av olika scheman, ritningar samt skisser över produktens layout och arkitektur. De scheman, ritningar samt skisser som uppgjordes kan ses i bilagorna till detta examensarbete.

Följande dokument uppgjordes:

- Elschema över kassettkombinationens styrsystem med standard styrcentral, Bilaga 1.
- Pneumatikschema över kassettkombinationens styrsystem med standard styrcentral, Bilaga 3.
- Skiss över centralens layout, Bilaga 6.
- Ritning över luftgenomföringarnas placering, Bilaga 5.

Till schemana kom dock små uppdateringar under prototyp, - och tillverkningsanpassningsfasen, vilka också schemana i bilagorna är uppdaterade enligt.

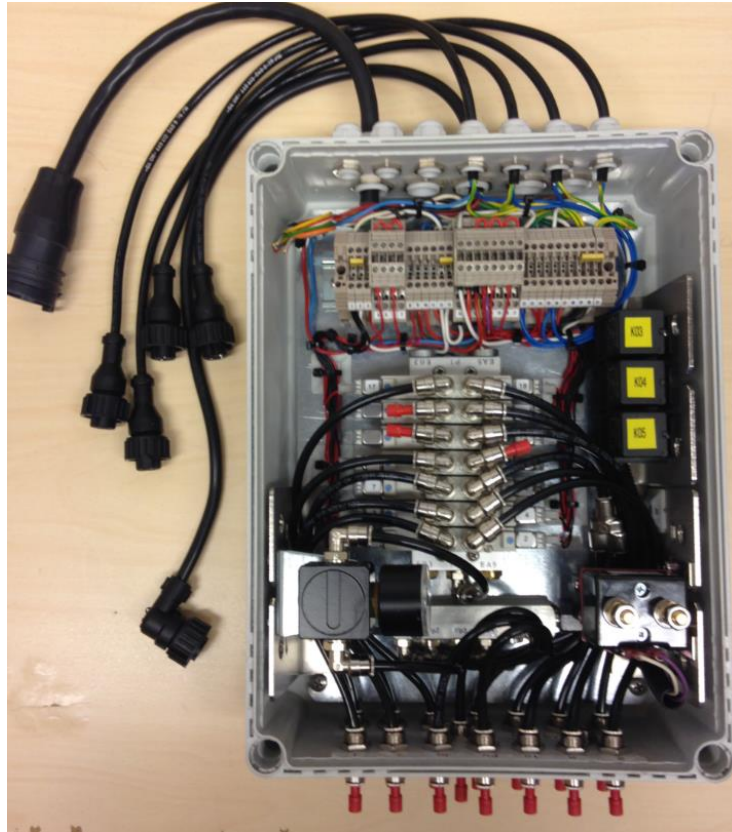
3.6 Prototyp och tillverkningsanpassning

Med alla komponenter valda och beställda, var det nu möjligt att påbörja byggandet av en prototyp i enlighet med de scheman, skisser och ritningar som framtagits. Prototypen som skulle byggas var en s.k. nollserie, d.v.s. den skulle vara anpassad för serietillverkning och möjlig att fältprovas. Under byggandet av prototypen antecknades och dokumenterades även mindre komponenter, t.ex. ändhylsor, kabelskor mm. En fullständig komponentlista är bifogat till examensarbetet i Bilaga 7. Bilder av prototypen kan ses i Figur 23 och Figur 24.

Vid byggandet av prototypen noterades att små uppdateringar var nödvändiga att göra för att få centralen tillverkningsanpassad. Dessa justeringar var små uppdateringar i elschema samt förflyttning av 2 st. PG16 förskruvningar. Det krävdes att dessa flyttades till ”övre raden” där PG 11 förskruvningarna var placerade. Orsaken till detta var att från solenoiden skall gå 2 st. 35 mm² kablar. Dessa måste dras in till solenoiden efter att centralen skruvats på plats. För att få ut mest utrymme för kabeldragningen, var det därför nödvändigt att dessa förskruvningar skulle sitta så högt upp som möjligt.

Under tillverkningsanpassningsfasen uppgjordes också två nya scheman som var anpassade för underleverantör. Scheman innehöll endast de el-, - och pneumatikkopplingar som tillhörde själva centralen, d.v.s. de interna komponenterna och kopplingarna. En sammanfattning över kopplingsplintarna och dess funktioner uppgjordes också för att underlätta montering/service. Scheman samt översikten kan ses i följande bilagor:

- Elschema för standard styrcentral. Bilaga 2.
- Pneumatikschema för standard styrcentral. Bilaga 4.
- Sammanfattning över kopplingsplintar samt inkopplingar som görs av NTM. Bilaga 8.



Figur 23. Bild av prototyp.



Figur 24. Bild av prototyp, luftgenomföringar.

3.7 Val av underleverantör

Efter att de små bristerna i prototypen identifierats samt uppdateringarna för att få den tillverkningsanpassad gjorts, godkändes produkten. Det återstående arbetet var att kontakta en lämplig underleverantör för tillverkning av centralen.

En underleverantör som redan tillverkade olika kopplingsboxar och kablage till NTM kontaktades. Företaget heter Ab Electrocon Oy och de kom på besök för att diskutera och studera centralen. Komponentlistor, el, - och pneumatikschema samt bilder av prototypen gavs till företaget för att få en offert på 10 centraler. Offerten som erhöles låg på 13 000 €, d.v.s. 1300 € per central. Detta kan anses som ett lyckat pris eftersom den preliminära kostnadsuppskattningen hade landat på ca 1500 €.

4 Resultat

I detta kapitel utvärderas resultatet mot de på förhand uppsatta förväntningarna av examensarbetet, samt mot de krav och önskemål som uppgjordes i produktspecifikationen.

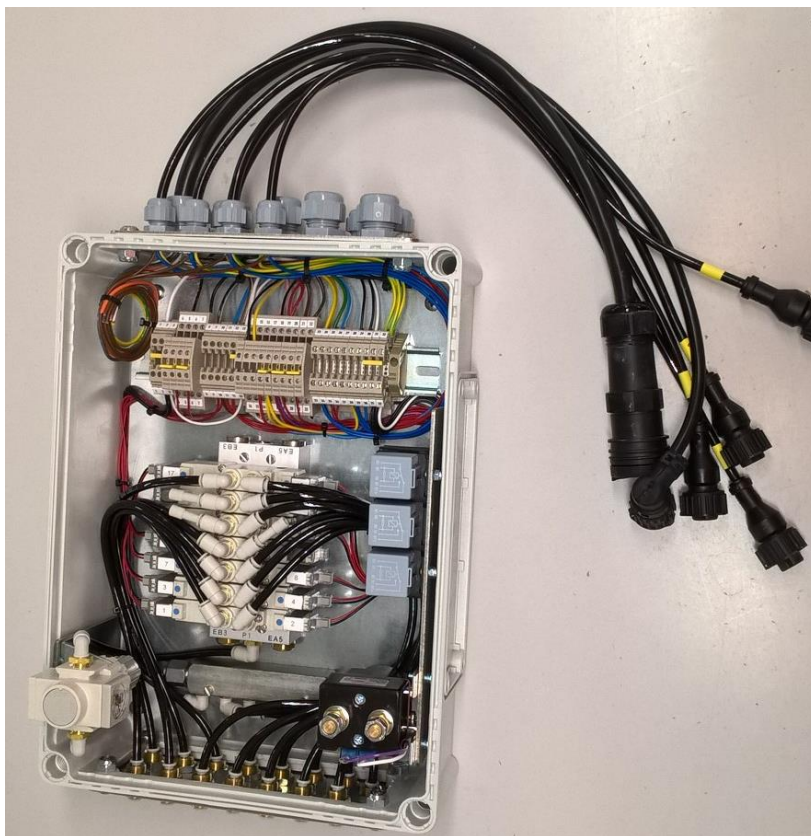
Konstateras kan att alla de funktionella krav som ställdes i produktspecifikationen har uppnåtts. Centralen kan styra alla funktioner som en fullständig kassettkombination kräver. Utöver det har den även möjlighet att ansluta en fjärrstyrning för utvalda funktioner. Genom valet av rätta komponenter, kan konstateras att centralen är för ändamålet tillräckligt vattentät. Genom en tryckutjämnare skall även uppkomsten av kondens förhindras. Angående centralens pris, sattes målet att centralen skall kosta mindre än 1500 €, vilket också uppnåddes eftersom centralens slutliga pris blev 1300 €.

De önskemål som ställdes i produktspecifikationen kan konstateras ha uppnåtts till en tillfredsställande grad. Utvecklingstiden av centralen tog dock mer tid än beräknat. Sammanlagt har ca 1,5 månads tid använts för utvecklingen. Önskemålet ”plug-in” utförande uppfylls också till en tillfredsställande grad. Det som behöver göras på NTM som delvis försummar detta önskemål, är att dra en 2-polig kabel till den mekaniska givaren för kassettlås upp. Även två 35 mm² kablar skall dras från solenoiden till flakvibratorn. Genomföringar för dessa kablar är dock färdigt monterade.

Nämnas bör också att genom att till styrsystemet tillsätta kravet ”kassetten måste vara låst för att kunna tippa”, har även säkerheten på kassettkombinationen höjts. Likaså har kravet att ”kassettlåset måste öppna före kassetteringsmotorn körs bak”, utvecklats till ett pålitligare system.

Resultatet av detta examensarbete blev en standardiserad styrcentral som tillverkas av underleverantör. Den första färdigställda centralen har levererats till NTM och skall monteras på följande kassettkombination som tillverkas. Den slutliga produkten kan ses i Figur 25 och Figur 26. Konstateras kan, att genom underleverantörens tillverkning av centralen, kommer detta att leda till en märkbar tidsbesparing i produktionen av kassettkombinationerna. På detta sätt kommer också den ökade produktionsvolymen att underlättas.

Genom den nya standardiserade centralen har inte enbart en tidsbesparing kunnat göras, utan även antalet artiklar som behöver lagerföras kan minskas. Till den tidigare centralen hölls ett stort antal komponenter i lager. Efter införandet av den standardiserade centralen kommer antalet artiklar att kunna minskas från ett tiotal komponenter till endast en artikel i form av centralen.



Figur 25. Överblick av den första levererade centralen.



Figur 26. Luftgenomföringar på den första levererade centralen.

5 Diskussion

I detta avslutande kapitel av examensarbetet presenteras olika förslag till vidareutveckling av styrcentralen. Slutligen sammanfattas examensarbetet samt vilka personliga färdigheter och kunskaper som förvärvats genom utförandet av detta examensarbete.

5.1 Förslag till fortsatt utveckling

Efter att den första serien på 10 centraler har levererats till företaget, rekommenderas att åtminstone hälften av dessa analyseras så att de är funktionsdugliga. En uppföljning bör göras av de fem första levererade kassettkombinationerna som centralen har monterats på. I denna uppföljning bör analyseras huruvida centralen har fungerat både under samt efter monteringen. Vid uppkomster av brister i centralen bör dessa dokumenteras och förverkligas till en uppdaterad version av centralen. Vid uppdatering av centralen skall underleverantören underrättas om dessa, så att följande serie som beställs kan göras utgående från de eventuella uppdateringarna.

För att ytterligare öka säkerheten samt hållbarheten för kassettkombinationerna kunde ännu några krav tillsättas. Förslag till dessa krav är t.ex., att bakbrädet måste vara helt öppnat före kassetteringsmotorn kan köras, eller att kapellet skall kunna köras endast när bakbrädet är helt fast. Om många liknande krav tillsätts i framtiden kunde även en utredning göras över vad som krävs och om det är lönsamt att övergå till ett PLC-styrt styrsystem.

5.2 Sammanfattning

Sammanfattningsvis kan sägas att examensarbetet har varit en lyckad process. De bakgrundsproblem som låg till grund för examensarbetet har identifierats och eliminerats. Genom att få styrcentralen utvecklad och standardiserad samt tillverkad av underleverantör, har en tidsbesparing i produktionen gjorts. Detta i sin tur möjliggör den växande produktionsvolymen.

Personligen har en djup förståelse för kassettkombinationerna och dess styrsystem förvärvats. En större inblick har fåtts i hur en produktutvecklingsprocess skall gå till samt vilka metoder som kan användas. Även en mycket djupare förståelse för olika pneumatik, - och hydrauliksystem och framförallt olika pneumatiska styrelement har fåtts. Utöver dessa har även ritningstekniska kunskaper i CAD-program utvecklats.

Jag vill slutligen tacka personalen på NTM, mina handledare, Electrocon och övriga inblandade för ett gott stöd samt för förtroendet att förverkliga detta examensarbete.

6 Källförteckning

Ensto, u.d. *Tryckutjämnare: Ensto*. [Online]

Available at: <https://www.ensto.com/sv/produkter/kapslingar/allmanna-kapslingstillbehor/ventilationer/BSS10S/>
[Använd 17 December 2017].

Evensen, K. & Ruud, J., 1995. *Grundläggande pneumatik*. Stockholm: Liber AB.

Fibox, u.d. *Fibox Catalog*. [Online]

Available at: http://www.fibox.fi/catalog/255/product/1076/3730141_FIN1.html
[Använd 15 Januari 2018].

Fibox, u.d. *Fibox Catalog*. [Online]

Available at: http://www.fibox.fi/catalog/155/product/973/2538043_FIN1.html
[Använd 15 Januari 2018].

HBA fordonsteknik Ab, 2018. *HBA fordonsteknik*. [Online]

Available at: <http://www.hba.nu/nagares/minirela-24v-22-10a-vaxland-m-motstand>
[Använd 25 Januari 2018].

I. Vaara Oy, 2017. *I.Vaara Oy: Zepro Focolift Varaosat*. [Online]

Available at: <https://www.raskashuoltovaara.com/zepro-focolift-varaosat/>
[Använd 10 Januari 2018].

Johannesson, H., Persson, J.-G. & Pettersson, D., 2013. *Produktutveckling - effektiva metoder för konstruktion och design*. 2:a red. Stockholm: Liber.

Krikoma, u.d. *Instickskopplingar: Krikoma*. [Online]

Available at: http://krikoma.com/wp-content/uploads/2018/01/Pisto_6000.pdf
[Använd 20 December 2017].

NTM, u.d.a *Allmänt: NTM*. [Online]

Available at: <http://www.ntm.fi/fi/om-foretaget-2/ntm/allmant>
[Använd 21 Januari 2018].

NTM, u.d.b *Historik och nyckelfakta: NTM*. [Online]

Available at: <http://www.ntm.fi/fi/om-foretaget-2/ntm/historik>
[Använd 21 Februari 2018].

NTM & Thijssen, L., 2018. Ett växande företag betyder nya umaningar. *NTM Family News*, Mars, p. 3.

SKF, 2014. *B-, LG- and OS-dosers*. [Online]

Available at: http://www.skf.com/binary/21-273007/11276_B_LG_and_OS_Dosers_EN.pdf
[Använd 20 Februari 2018].

SMC, u.d. *SMC Magnetventil SY5000*. [Online]

Available at: http://www.smc.nu/produkter/3_magnetventiler/sy5000.pdf
[Använd 15 December 2018].

Wabco, u.d. *Inform: Wabco*. [Online]

Available at: <http://inform.wabco-auto.com/intl/se/index.html>
[Använd 10 Februari 2018].

Weidmüller, 2018. *Produktkatalog: Weidmüller*. [Online]

Available at:

[http://catalog.weidmueller.com/procat/Product.jsp;jsessionid=9C9463C2CB59279837DDACEF1B68DCC5?productId=\(%5b8014670000%5d\)&page=Product](http://catalog.weidmueller.com/procat/Product.jsp;jsessionid=9C9463C2CB59279837DDACEF1B68DCC5?productId=(%5b8014670000%5d)&page=Product)

[Använd 20 Mars 2018].

Weidmüller, 2018. *Produktkatalog: Weidmüller*. [Online]

Available at:

[http://catalog.weidmueller.com/procat/Product.jsp;jsessionid=44E48B113A5E498734AC85428D2B75B2?productId=\(%5b1020000000%5d\)&page=Product](http://catalog.weidmueller.com/procat/Product.jsp;jsessionid=44E48B113A5E498734AC85428D2B75B2?productId=(%5b1020000000%5d)&page=Product)

[Använd 20 mars 2018].