

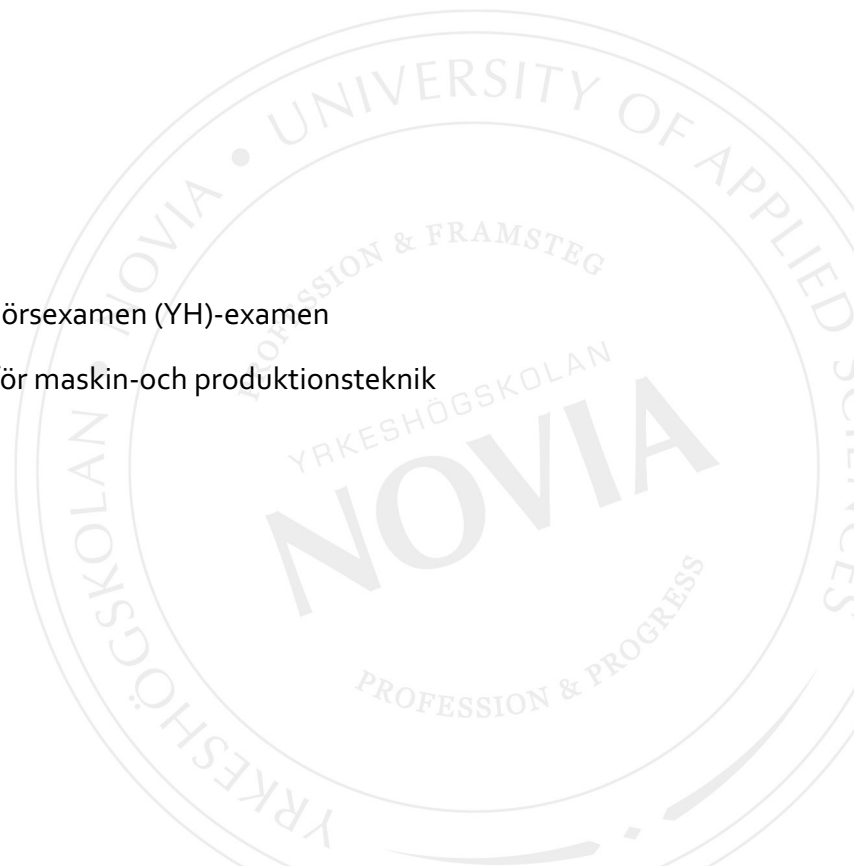
Konstruktion av sidoprofil för W32

Jonas Sirén

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för maskin-och produktionsteknik

Vasa 2018



EXAMENSARBETE

Författare: Jonas Sirén
Utbildning och ort: Maskin-och produktionsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Maskinkonstruktion
Handledare: Kaj Rintanen, Yrkeshögskolan Novia
Kristoffer Sundfors, Wärtsilä Finland

Titel: *Konstruktion av sidoprofil för W32*

Datum: 16.4.2018

Sidantal: 38

Abstrakt

Det här examensarbetet är utfört på uppdrag av Wärtsilä Oy. Examensarbetet gjordes åt Product design team W32 på Wärtsiläs fabrik i Vasa. Uppgiften gick ut på att konstruera och undersöka om det fanns tillverkningsmetoder och material som kunde ersätta en aluminiumprofil som tillverkas genom extrudering som finns på Wärtsiläs W32/W34 motor.

I uppgiften ingick att undersöka och planera nya designkoncept och sedan välja ett som kunde ersätta dagens konstruktion. Målet var att hitta ett färdigt designkoncept av ett annat material som kunde ersätta den extruderade aluminiumprofilen och om möjligt också ett mer kostnadseffektivt sätt.

Vid utvecklingen och av konstruktionen involverades studier i produktutvecklingsprocessen, gjutteknik, lasersvetsteknik, extrudering av aluminium samt modellering i CAD-programmet Siemens NX 9.

Resultatet av detta examensarbete blev en ny konstruktion i ett annat material enligt de krav som bestämdes på förhand.

Språk: svenska

Nyckelord: produktutveckling, designkoncept, Siemens NX

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Jonas Sirén
Koulutus ja paikkakunta:	Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Koneensuunnittelu
Ohjaajat:	Kaj Rintanen, Yrkeshögskolan Novia Kristoffer Sundfors, Wärtsilä Finland

Nimike: *W32:n sivuprofiilin suunnittelu*

Päivämäärä: 16.4.2018

Sivumäärä: 38

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Wärtsilälle. Työ on tehty Product design W32/w34-osastolle Vaasan Wärtsilässä. Tavoitteena oli erilaisten tuotantotekniikan ja materiaalien tutkimien ja tehdä uusi muotoilukonsepti Wärtsilän 32-moottorin alumiiniprofiileihin.

Tarkoituksena oli tehdä uusia muotoilukonsepteja ja sitten valita yksi konsepti, joka voi korvata nykyisen rakenne. Uusi rakenne piti olla valmistettu toisesta materiaalista ja toisella valmistusmenetelmällä ja jos mahdollista, olla halvempi kuin nykyinen puristettu alumiiniprofiili.

Työ sisältää tuotekehittelyä, valutekniikkaa, alumiinipuristetekniikkaa ja 3D-mallinusta käyttäen Siemens NX 9:ää.

Tuloksena on uusi muotoilukonsepti, joka on tehty toisesta materiaalista ja toisella valmistusmenetelmällä.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: tuotekehittely, muotoilukonsepti, Siemens NX

BACHELOR'S THESIS

Author: Jonas Sirén
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering, Vaasa
Specialization: Mechanical Construction Engineering
Supervisor(s): Kaj Rintanen, Yrkeshögskolan Novia
Kristoffer Sundfors, Wärtsilä Finland

Title: *Construction of Side Profile for W32*

Date: April 16, 2018

Number of pages: 38

Abstract

This bachelor's thesis was made for Wartsila Oy. The thesis has been done to Product design team W32/W34 at Wartsila Vaasa. The goal of this bachelor's thesis was to examine different production methods and materials and make a new design concept for an extruded profile made of aluminum at the Wartsila 32 engine.

The purpose of the thesis was to plan new design concepts and choose one that could replace the current design. The aim was to get one design concept made of another material and with another production method that could replace the current extruded aluminum profile and if possible, the chosen one should be less expensive.

The process of making the design involves studies of studies in process of making a design, casting techniques, laser welding techniques, the aluminum extrusion process and the modelling in Siemens NX9.

The result of the bachelor's thesis was a new design made of another material than aluminum and with another production method.

Language: Swedish

Key words: engineering design, design concept, Siemens NX

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Företaget.....	1
1.1.1	Bakgrund.....	2
1.2	Syfte.....	2
1.3	Disposition.....	3
2	Teori.....	4
2.1	Produktutveckling och produktutvecklingsprocessen.....	4
2.1.1	Planering.....	5
2.1.2	Konceptutveckling.....	6
2.1.3	Utveckling på systemnivå.....	10
2.1.4	Detaljutveckling.....	10
2.1.5	Testning och vidareutveckling.....	11
2.1.6	Produktionsupptakt.....	11
2.2	Gjutning.....	11
2.2.1	Vad är gjutning?.....	11
2.2.2	Sandgjutning.....	12
2.2.3	Pressgjutning.....	13
2.2.4	Precisionsgjutning.....	13
2.2.5	Gjutmaterial.....	14
2.3	Extrudering av aluminium.....	15
2.3.1	Vad innebär extrudering i aluminium?.....	15
2.3.2	Tillverkningsprocessen i steg.....	15
2.3.3	Materialval vid extrudering av aluminium.....	16
2.3.4	För- och nackdelar med extrudering av aluminium.....	17
2.4	Lasersvetsning.....	17
2.4.1	Laser.....	17
2.4.2	Vad innebär lasersvetsning?.....	17
2.4.3	Nyckelhålssvetsning.....	18
2.4.4	Värmeledningssvetsning.....	19
2.4.5	Materialval vid lasersvetsning.....	19
2.4.6	För och nackdelar med lasersvetsning.....	19
2.5	Wärtsilä 32.....	20
2.5.1	Tekniska data.....	20
2.5.2	Sidoprofilskonstruktionen.....	21
2.5.3	Läckbränslesystem och kamaxelsmörjning.....	21
2.5.4	UNIC- automationssystem.....	22

3	Metod	23
3.1	Planering och förstudier	23
3.2	Konceptutveckling.....	24
3.3	Utveckling på systemnivå och detaljutveckling.....	29
3.3.1	Val av material.....	30
4	Resultat.....	31
4.1	Lasersvetsad sidoprofilskonstruktion.....	31
4.2	Analys och jämförelse	32
5	Diskussion	34
5.1	Fortsättning av projekt.....	34
5.2	Sammanfattning	35
6	Källförteckning.....	37

Figurförteckning

Figur 1. Wärtsiläs marknadsandelar år 2017. (Wärtsilä u.å.).....	2
Figur 2. Utvecklingsprocessens faser. (Ulrich & Eppinger 2014, 45)	5
Figur 3. Exempel på en tidsplan. (Projektmallar u.å.).....	5
Figur 4. Kravlista. (Pahl, Beitz, Feldhusen & Grote, 2007,149)	6
Figur 5. Checklista för kravlista. (Pahl,et al., 2007, s. 149).....	7
Figur 6. Exempel på konceptsällningsmatris. (Ulrich & Eppinger 2014, 205)	8
Figur 7. Exempel på en konceptpoängsättningsmatris. (Ulrich & Eppinger 2014, 205)9	9
Figur 8. Exempel på skala för poängsättning. (Ulrich & Eppinger 2014 , 210)	10
Figur 9. Exempel på 3D-modell i CAD-program. (Grabcad u.å.).....	10
Figur 10. Färdiga gjutformshalvor med gjutkärnor. (Svenska Gjuteriföreningen u.å.)12	12
Figur 11. Gjutmaterial samt dess användningsområden. (Svenska gjuteriföreningen u.å.).....	14
Figur 12. Strängpressningsform an en profil. (Johannesson, et.al. 2013, 382).....	15
Figur 13. Profiltillverkningsprocess. (Profilgruppen u.å.).....	16
Figur 14. Lasersvetsning funktionsschema (Svetskommissionen u.å.)	18
Figur 15. Nyckelhålssvetsning (Svetskommissionen u.å.).....	19
Figur 16. Wärtsilä 32 (Wärtsilä u.å.)	20
Figur 17. Dagens konstruktion i NX.....	21
Figur 18. Kanaler i sidoprofilskonstruktionen.	22
Figur 19. Schema över UNIC-automationssystem.....	22
Figur 20. Tidsplan för lärdomsprov.....	23
Figur 21. Kravlista för konstruktionen.....	24
Figur 22. 3D-modell av koncept A.	25
Figur 23. Sammanställningsmodell av koncept A.....	26
Figur 24. 3D-modell av Koncept B.....	27
Figur 25. Sammanställningsmodell av koncept B.....	28
Figur 26. Betygsättning som används i konceptsällningsmatris.	28
Figur 27. Konceptsällningsmatris.....	29
Figur 28. Konstruktion presenterad i en sprängd vy.....	30
Figur 29. Designkoncept av den slutgiltiga konstruktionen i en sammanställning i NX.	31
Figur 30. Designkonceptet med UNIC 2-modulerna monterade som 3d-modell i NX. 32	32
Figur 31. Skala som användes i poängsättningsmatrisen.....	32
Figur 32. Poängsättningsmatris.	33
Figur 33. Genomskärningsvy med markerade områden som bör svetsas.	34
Figur 34. Problemområde i 3D-miljö.	35

Tabellförteckning

Tabell 1. Riktvärden för släppningsvinklar vid sandformsgjutning.....	13
---	----

1 Inledning

Det här examensarbetet är gjort åt Product design team W32/34 som finns vid Wärtsiläs fabriksområde i Vasa. Product design team W32/W34 hör till sektionen Wärtsilä Marine Solutions. Till uppgiften hör att studera olika tillverkningsmetoder samt göra nya designkoncept av en konstruktion som idag är extruderad i aluminium. Detta innebär att i designkoncepten bör det finnas 3D-modeller för dessa designkoncept som kunde ersätta dagens konstruktion.

Den konstruktion som detta examensarbete omfattar är dagens sidoprofilskonstruktion som finns på Wärtsiläs W32/W34 motor där bl.a. UNIC-modulerna är fastmonterade men konstruktionen innehåller också transportkanaler för kamaxelolja och läckbränsle i dieselmotorerna och i gasmotorerna kamaxelolja samt gaskanal.

Målet med detta examensarbetet är att kunna välja en konstruktion av de två designkoncepten samt en tillverkningsmetod som skulle kunna ersätta dagens extruderade aluminiumprofil.

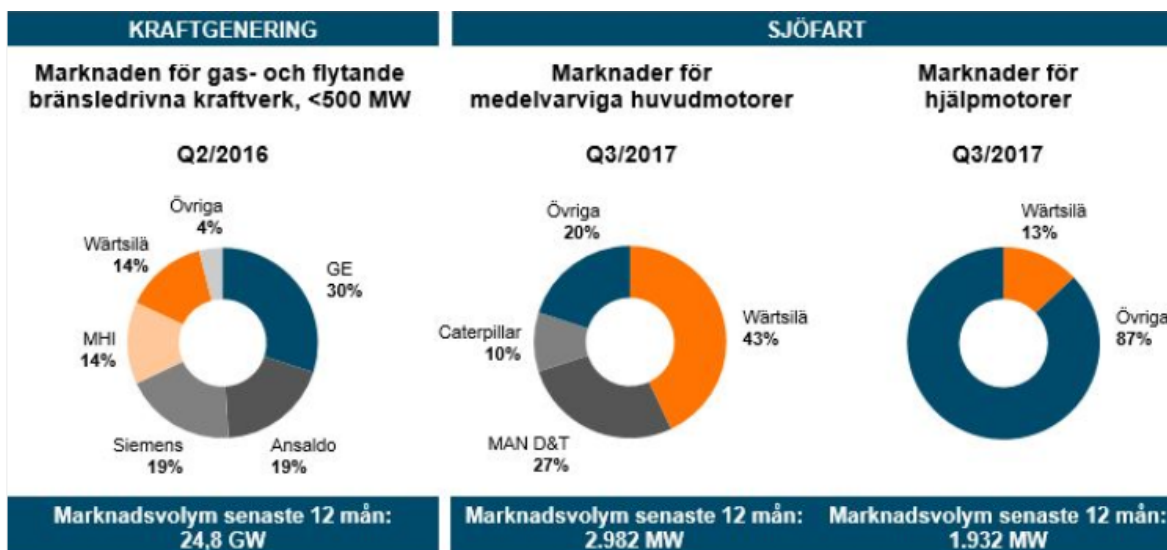
1.1 Företaget

Wärtsilä Oyj Ab är en världsledande koncern inom avancerad teknologi samt kompletta livscykellösningar för energi- och marinmarkanden. Idag har Wärtsilä 18 000 anställda utspridda över hela världen och hade år 2017 en omsättning på 4.9 miljarder euro.

Wärtsilä är uppdelat i dessa tre sektioner:

- *Energy Solutions* som står för 20 % av Wärtsiläs nettovinst består av flexibla kraftverk med högeffektiva förbränningsmotorer samt solceller.
- *Marine Solutions* som står för 35 % av Wärtsiläs nettovinst omfattar olika innovativa produkter avsedda för marinindustrin.
- *Services* som står för 46 % av Wärtsiläs nettovinst omfattar service av Wärtsiläs produkter under hela livscykeln.

(Wärtsilä u.å.)



Figur 1. Wärtsiläs marknadsandelar år 2017. (Wärtsilä u.å.)

1.1.1 Bakgrund

Bakgrunden till att jag fick Wärtsilä som uppdragsgivare var att jag de två senaste somrarna jobbat på Wärtsilä som designer i denna enhet. Jag diskuterade med min förman och berättade att jag var intresserad att utföra ett examensarbete på denna avdelning och vi började inom en snar framtid diskutera olika möjligheter och slutligen valde det bästa uppgiftsförslaget som gav mig en tillräckligt stor utmaning men som ändå var möjligt att utföra.

En orsak till att det blev just denna rubrik som valdes var att den nuvarande konstruktionen är gjord i aluminium som dels är ett ganska dyrt material men man har också diskuterat att aluminium inte är det bästa materialet att transportera olja och bränsle i ifall brand skulle uppstå.

Ett examensarbete som behandlar denna konstruktion var därför ett bra alternativ för att undersöka vilka möjligheter som finns för denna konstruktion och ett bra sätt att få allt dokumenterat.

1.2 Syfte

Syftet med uppgiften är att undersöka om det finns andra tillverkningsmetoder samt material som kunde ersätta dagens sidoprofil som extruderas i aluminium. Designkoncept på dessa

görs i 3D-miljö i Siemens NX 9. Det bättre designkonceptet väljs och jämförs mot dagens konstruktion

Uppgiften är att:

- Studera olika tillverkningsmöjligheter samt material.
- Välja två olika tillverkningsmetoder och gör designkoncept på dessa.
- Göra en jämförelse på dessa och välja vilken tillverkningsmetod samt design som kunde ersätta dagens aluminiumprofil.

1.3 Disposition

Detta kapitel är till för att få en överblick vad de olika kapitlen i detta examensarbete koncentrerar sig på och en redogörelse av innehållet.

1. Inledning.

I inledningen beskrivs uppgiften kortfattat och vad syftet eller resultatet av uppgiften var. Här tas också fram varför det blev just denna uppgift som examensarbete och en kort sammanfattning av problemet i sig. En kort företagsbeskrivning finns också i inledningen av detta examensarbete.

2. Teori.

I teorikapitlet finns grundläggande teori för att läsaren skall kunna fördjupa sig i detta examensarbete.

3. Metod.

I metodkapitlet beskrivs de metoder och tillvägagångssätt jag har använt mig av under examensarbetets gång.

4. Resultat.

I resultatkapitlet presenteras det slutgiltiga resultatet av denna uppgift som består av ett designkoncept och en kostnadsanalys.

5. Diskussion

I diskussionskapitlet finns kommentarer av examensarbetet och vad jag lärt mig under resans gång. Här går jag också igenom förslag på förbättringar.

2 Teori

I detta kapitel tas de grundläggande teorierna som behövs för att kunna förstå hur de olika konstruktionerna är uppbyggda. Gjutning och lasersvetsning är de valda tillverkningsmetoderna vilka också genomgås i detta kapitel. Här presenteras också de system som omfattas av de nya konstruktionerna.

2.1 Produktutveckling och produktutvecklingsprocessen

Med produktutveckling menas ett projekt som är ämnat att leda till en produkt som skall tillverkas samt introduceras på marknaden. Produktutveckling kan innebära nyutveckling eller vidareutveckling av en produkt. Nyutveckling av en produkt innebär att man ämnar utveckla en för marknaden helt ny produkt medan vidareutveckling menas att man utvecklar en färdigt känd produkt. (Johannesson, et.al. 2013, 60–61)

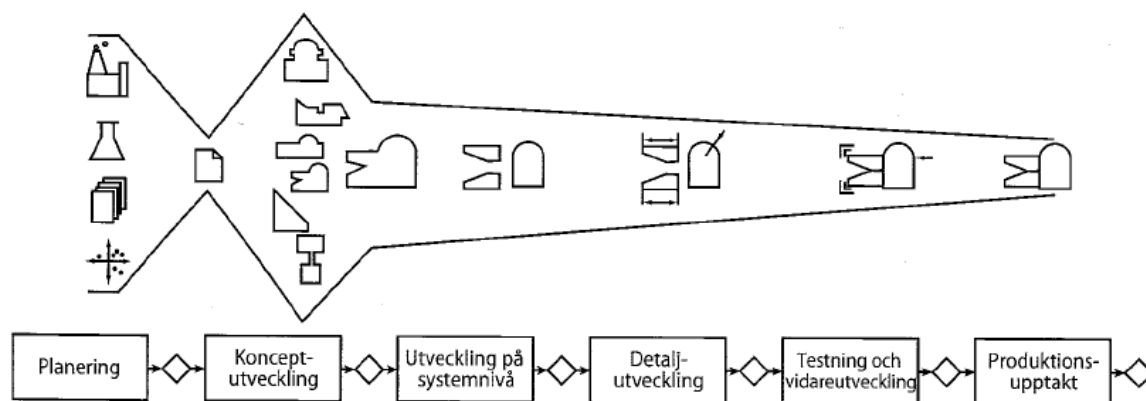
Produktutvecklingsprocessen är den process som företag kan använda sig för att uppfinna, konstruera samt introducera en produkt på marknaden. Olika företag använder sig av olika utvecklingsprocesser och dessutom kan ett och samma företag använda sig av ett flertal olika utvecklingsprocesser beroende på vilken typ av produkt man utvecklar.

Fördelarna med att använda sig av en välutarbetad utvecklingsprocess är:

- Att man försäkras om att produkten går igenom en noggrann kvalitetskontroll genom alla faser inom produktutveckling.
- Att man får en tydlig plan om processens framskridande samt en beskrivning av de olika teammedlemmarnas uppgifter i processen.
- Att man får en noggrann tidsplanering med milstolpar inom processen.
- Att det blir lättare att granska, hitta problem och initiera problem eftersom processen dokumenteras.

(Ulrich & Eppinger 2014, 44–47)

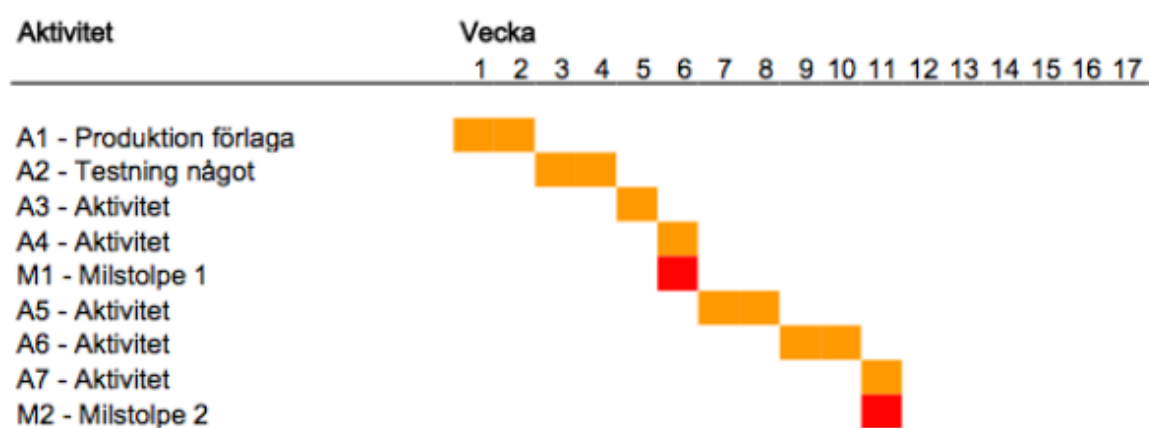
Produktutveckling är en komplex process i flera steg för att leda till en så bra produkt som möjligt. Produktutvecklingsprocessen kan indelas i ett antal olika steg beroende om det är frågan om nyutveckling eller vidareutveckling. (se figur 2) (Johannesson, et.al. 2013, 73)



Figur 2. Utvecklingsprocessens faser. (Ulrich & Eppinger 2014, 45)

2.1.1 Planering

Planeringsfasen är produktvecklingsfasens första skede där man gör en förstudie för att ringa in problemet samt göra en uppdragsbeskrivning. Man definierar uppgiften och samlar data och kan göra upp en produktspecificering för att få en uppfattning om vad man vill åstadkomma med produkten samt vad produkten har för funktioner. I detta skede kan man också göra upp en tidsplan (se figur 3 för exempel på en tidsplan.). (Ulrich & Eppinger 2014, 43–45) (Johannesson, et.al. 2013, 115)

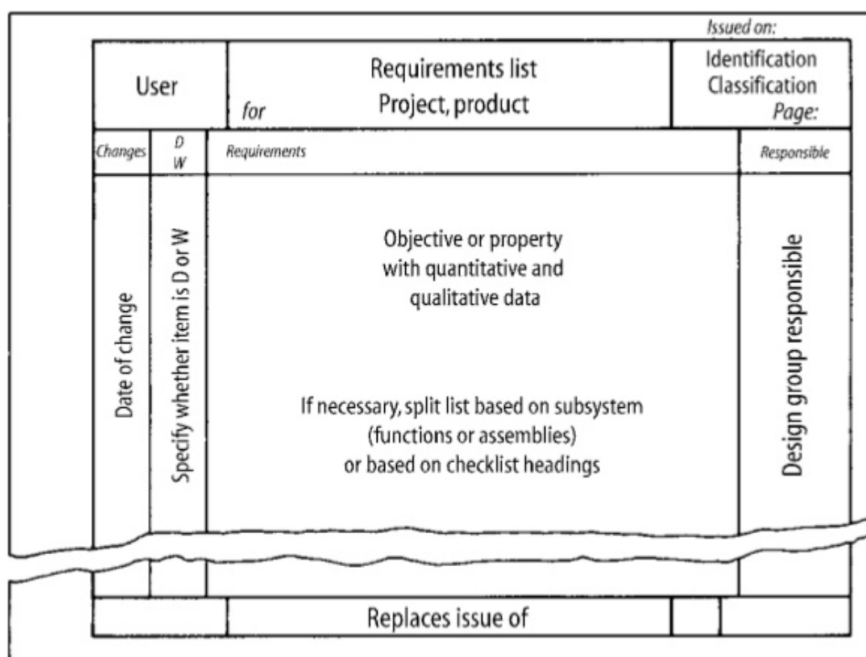


Figur 3. Exempel på en tidsplan. (Projektmallar u.å.)

2.1.2 Konceptutveckling

I konceptutvecklingsfasen definierar man de egenskaper den slutgiltiga produkten eller konstruktioner bör ha d.v.s. en kravlista (se figur 4). För att försäkra sig om att man beaktat alla krav som behövs i kravlistan kan man använda sig av en checklista, för exempel se figur 5. Man undersöker också behovet av produkten och genererar olika alternativa lösningar på konstruktionen. För att generera idéer kan man använda sig av en rad olika metoder beroende på om man arbetar individuellt eller i grupp. I detta examensarbete beskrivs endast de mest relevanta metoderna för individuellt projektdragande mer ingående eftersom projektet görs individuellt. (Johannesson, et.al. 2013, 166–174) Dessa metoder är följande:

- *Katalogmetoden* är en relativt vanlig metod som går ut på att söka information i litteratur t.ex. tidsskrifter, produktkataloger och företags interna information. I katalogmetoden undersöker man antingen systematiskt eller osystematiskt den information man är intresserad av d.v.s. andras lösningar på liknande problem och idéer.
- *Kontrollmetoden* som går ut på att man systematiskt söker lösningar utifrån en checklista som man gjort på förhand. Fördelar med denna metod är att man beaktar systematiskt alla relevanta krav men detta också leda till att man glömmer att beakta detaljer och idéer utanför kravlistans innehåll. (Johannesson, et.al. 2013, 172 – 173)



Figur 4. Kravlista. (Pahl, Beitz, Feldhusen & Grote, 2007,149)

Main headings	Examples
Geometry	Size, height, breadth, length, diameter, space requirement, number, arrangement, connection, extension
Kinematics	Type of motion, direction of motion, velocity, acceleration
Forces	Direction of force, magnitude of force, frequency, weight, load, deformation, stiffness, elasticity, inertia forces, resonance
Energy	Output, efficiency, loss, friction, ventilation, state, pressure, temperature, heating, cooling, supply, storage, capacity, conversion.
Material	Flow and transport of materials. Physical and chemical properties of the initial and final product, auxiliary materials, prescribed materials (food regulations etc)
Signals	Inputs and outputs, form, display, control equipment.
Safety	Direct safety systems, operational and environmental safety.
Ergonomics	Man-machine relationship, type of operation, operating height, clarity of layout, sitting comfort, lighting, shape compatibility.
Production	Factory limitations, maximum possible dimensions, preferred production methods, means of production, achievable quality and tolerances, wastage.
Quality control	Possibilities of testing and measuring, application of special regulations and standards.
Assembly	Special regulations, installation, siting, foundations.
Transport	Limitations due to lifting gear, clearance, means of transport (height and weight), nature and conditions of despatch.
Operation	Quietness, wear, special uses, marketing area, destination (for example, sulphurous atmosphere, tropical conditions).
Maintenance	Servicing intervals (if any), inspection, exchange and repair, painting, cleaning.
Recycling	Reuse, reprocessing, waste disposal, storage
Costs	Maximum permissible manufacturing costs, cost of tooling, investment and depreciation.
Schedules	End date of development, project planning and control, delivery date

Figur 5. Checklista för kravlista. (Pahl, et al., 2007, s. 149)

För att bestämma vilka koncept man skall välja för vidareutveckling och jämföra mot den gamla lösningen eller konstruktionen kan man använda sig av en s.k. konceptsällningsmatris. I konceptsällningsmatrisen analyseras lösningarna i förhållande till hur bra lösningarna uppfyller de krav och önskemål som ställts i kravlistan. En vanlig skala som används i en konceptsällningsmatris för att bestämma hur bra lösningen uppfyller de olika kraven och önskemålen är följande:

- (+), uppfyller kravet bättre än referenskonceptet.
- (0), uppfyller kravet likvärdigt med referenskonceptet.

- (-), uppfyller kravet sämre än referenskonceptet.

För exempel på en konceptställningsmatris se figur 6. (Ulrich & Eppinger 2014, 44–45, 204–205) (Johannesson, et.al. 2013, 120)

Urvalskriterier	Koncept						
	A Huvud- cylinder	B Gummi- broms	C Spärr- hake	D (Referens) Kolvstopp	E Skvalp- ring	F Hävarms- inställning	G Nummer- skruv
Lätt att hantera	0	0	-	0	0	-	-
Lätt att använda	0	-	-	0	0	+	0
Lätt att läsa av doseringsinställningar	0	0	+	0	+	0	+
Doseringsnoggrannhet	0	0	0	0	-	0	0
Slitstark	0	0	0	0	0	+	0
Lätt att tillverka	+	-	-	0	0	-	0
Portabel	+	+	0	0	+	0	0
Antal +	2	1	1	0	2	2	1
Antal 0	5	4	3	7	4	3	5
Antal -	0	2	3	0	1	2	1
Slutbetyg	2	-1	-2	0	1	0	0
Rangordning	1	6	7	3	2	3	3
Fortsätta?	Ja	Nej	Nej	Kombinera	Ja	Kombinera	Modifera

Figur 6. Exempel på konceptställningsmatris. (Ulrich & Eppinger 2014, 205)

Man kan också jämföra konceptlösningarna med en s.k. konceptpoängsättningsmatris. En konceptpoängsättningsmatris (se figur 7) ger ökad noggrannhet och kan därför underlätta att välja mellan de konkurrerande koncepten. I denna matris viktar man betydelsen för de olika kriterierna man valt ur kravlistan mer fördjupat. (Ulrich & Eppinger 2014, 209)

Urvalskriterier		Koncept							
		A (Referens) Huvudcylinder		DF Hävstångsstopp		E Skvalpring		G+ Nummerskruv+	
		Poäng	Viktad Poäng	Poäng	Viktad Poäng	Poäng	Viktad Poäng	Poäng	Viktad Poäng
Lätt att hantera	5 %	3	0,15	3	0,15	4	0,2	4	0,20
Lätt att använda	15 %	3	0,45	4	0,60	4	0,6	3	0,45
Lätt att läsa av doseringsinställningar	10 %	2	0,20	3	0,30	5	0,5	5	0,50
Doseringsnoggrannhet	25 %	3	0,75	3	0,75	2	0,5	3	0,75
Slitstark	15 %	2	0,30	5	0,75	4	0,6	3	0,45
Lätt att tillverka	20 %	3	0,60	3	0,60	2	0,4	2	0,40
Portabel	10 %	3	0,30	3	0,30	3	0,3	3	0,30
Total poäng		2,75 4		3,45 1		3,1 2		3,05 3	
Fortsätta?		Nej		Utveckla		Nej		Nej	

Figur 7. Exempel på en konceptpoängsättningsmatris. (Ulrich & Eppinger 2014, 205)

För att beräkna de viktade poängen i konceptpoängsättningsmatrisen multipliceras poängen med de viktade kriterierna enligt följande:

$$S_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} w_i$$

Där

r_{ij} = poängsättning av koncept j det i:te kriteriet

w_i = viktning av i:te kriteriet

n = antal kriterier

S_j = total poäng för koncept j

När man gör en poängsättningsmatris är det bäst att fokusera på att poängsätta alla koncept enligt ett kriterium åt gången och enligt en färdig bestämd skala. En skala från 1 till 5 är vanligaste och att rekommendera och är i de flesta fall tillräckligt detaljerad. Se figur 8 för exempel på en skala för poängsättning.

Relativ prestanda	Poängsättning
Mycket sämre än referensen	1
Sämre än referensen	2
Samma som referensen	3
Bättre än referensen	4
Mycket bättre än referensen	5

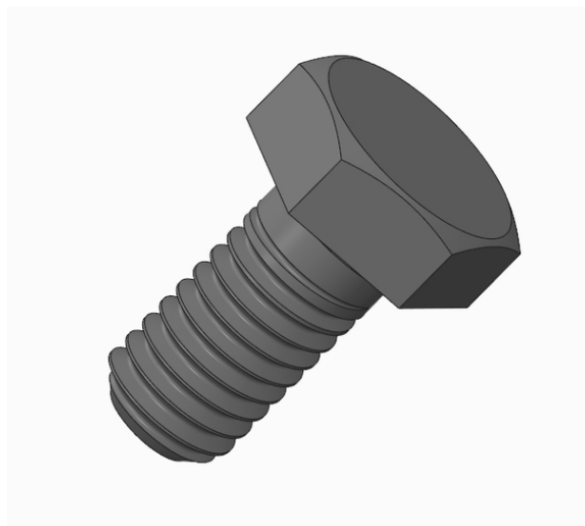
Figur 8. Exempel på skala för poängsättning. (Ulrich & Eppinger 2014 , 210)

2.1.3 Utveckling på systemnivå

I denna fas gör man en skiss på produkten och dess komponenter samt börjar planera den slutgiltiga konstruktionen. Detta innebär också att man undersöker materialens och komponenternas tillgänglighet. Efter denna fas har man en preliminär konstruktion av den slutgiltiga produkten på komponentnivå. (Ulrich & Eppinger 2014, 44–46)

2.1.4 Detaljutveckling

I denna fas görs färdiga modeller och ritningar med monteringscheman för produktens samtliga komponenter. Man bestämmer tillverkningsprocesser och material samt tar reda på produktionskostnader. Detta kan uppnås med hjälp av t.ex. CAD-program (computer aided design). Några exempel på vanliga CAD-program i dagens industrier är Siemens NX, AutoCAD och Solidworks. För exempel på en 3d modell i CAD program se figur 9. (Ulrich & Eppinger 2014, 45–46)



Figur 9. Exempel på 3D-modell i CAD-program. (Grabcad u.å.)

2.1.5 Testning och vidareutveckling

I denna fas testas eventuella prototyper och utvärderas. Efter denna fas är målet att man fått fram information om de problem som finns i de första prototyperna och därför kan eliminera dessa innan den riktiga produktionen av produkten startar. Prototyperna används för att man skall kunna konstatera om lösningen fungerar och hur väl den tänka funktionen täcks av den valda lösningen samt för att analysera brister i lösningen om sådana finns. (Ulrich & Eppinger 2014, 45–46, 379)

2.1.6 Produktionsupptakt

I denna fas produceras produkten enligt den färdiga tillverkningsplanen. Eventuellt levereras produkten först åt enskilda pilotkunder för utvärdering. I denna process gör man förbättringar och återställer eventuella problem vartefter produktionshastigheten ökar succesivt. (Ulrich & Eppinger 2014, 45, 47)

2.2 Gjutning

I detta kapitel beskrivs vad gjutning som tillverkningsmetod och de viktigaste aspekterna man bör beakta när man skall designa ett gjute.

2.2.1 Vad är gjutning?

Med gjutning menas att järn i flytande form (smälta) låts stelna i en specifik form för att få den form på gjutgodset man vill ha. Gjutning är idag en av de vanligaste tillverkningsmetoderna trots att det är en väldigt gammal tillverkningsmetod. De äldsta gjutföremålen beskrivs i bibeln och härstammar från ca 3200 år f.Kr. (Sved u.å. 4)

Vid gjutning behövs förstås en gjutform, dessa kan delas in i engångsformar och flegångsformar. Engångsformar är de vanligaste och är oftast gjorda av sand och delade i två delar. I en engångsform kan man också ha en eller flera s.k. gjutkärnor som används för att få hålrum i gjutgodset. (Johannesson, et.al. 2013, 465)

Vanliga gjutna komponenter är t.ex. motorblock, bildelar, och andra fordonsdelar men gjutna komponenter hittas också i hushållet som t.ex. gjutjärnsstekpannor och -grytor. (Sved u.å. 4)

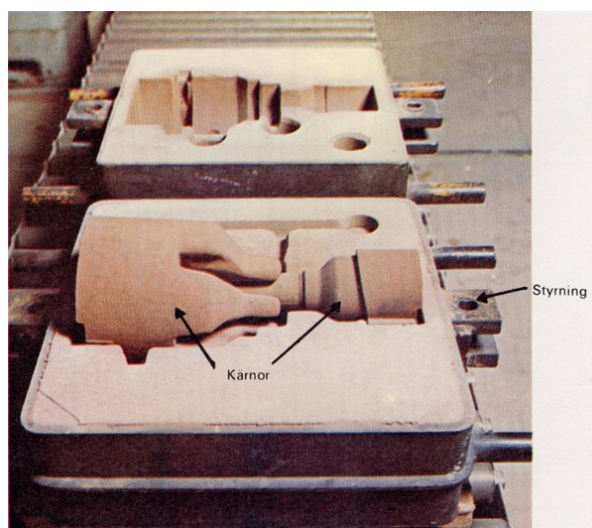
Gjutning har många fördelar som tillverkningsmetod men det som utmärker gjutning är att svåra geometriska former är möjliga att tillverka till en relativt liten kostnad.

2.2.2 Sandgjutning

Sandgjutning är den vanligaste och äldsta metoden inom gjutteknik. Sandformsgjutning kan indelas i tre steg

- 1) En modell av den eftersträvade designen tillverkas i metall, trä eller plast. Till modellen hör också en gjutkanal för att det sedan skall vara möjligt att hälla smälta i gjutformen.
- 2) Den tillverkade modellen med tillhörande gjutkanal och inlopp används för att tillverka gjutformen, dvs. Modellen packas in i sand under ett specifikt tryck som då bildar en sandform.
- 3) Bindemedel blandas i sanden som då binder sanden till en färdig sandform bestående av två formhalvor. (Sved u.å. 37)

Sandformen består av två delar för att göra det möjligt att öppna formen och plocka ut den gjutna modellen ur formen. I gjutkanalen hålls smältan in för att sedan långsamt stelna till den eftersträvade modellen. (Johannesson, et.al. 2013, 73)



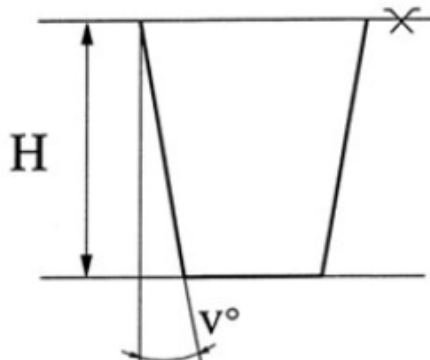
Figur 10. Färdiga gjutformshalvor med gjutkärnor. (Svenska Gjuteriföreningen u.å.)

Eftersom modellen skall kunna lyftas ur sandformen behöver man som konstruktör till modellen beakta modellens släppningsvinklar. Vanligtvis inom sandgjute ligger släppningsvinkeln mellan 2–5°.

Fördelar med sandformsgjutning är bl.a. att materialkostnaden är låg, stor formgivningfrihet och liten släppningsvinkel.

Nedan i tabell 1. Visas riktvärden för släppningsvinklar beroende på gjutets höjd i mm.

Tabell 1. Riktvärden för släppningsvinklar vid sandformsgjutning.

H mm	v (ca)	
5	6°	
10	3°	
25	1,5°	
65	0,75°	
100	0,75°	
250	0,5°	
650	0,33°	
1 000	0,25°	

(Svenska Gjuteriföreningen u.å.)

2.2.3 Pressgjutning

När detaljer skall gjutas i metaller som har låg smältpunkt som t.ex. aluminium används pressgjutning. Pressgjutning innebär att smältan under högt tryck pressas in i en tvådelad permanent gjutform som är gjord i stål. Vid konstruktion av gjutdetaljen behöver man beakta delningar och släppningar precis som vid sandgjutning. Denna gjutmetod passar bra till detaljer som är tunnväggiga samt de detaljer som kräver höga toleranser. (Johannesson, et.al. 2013, 73)

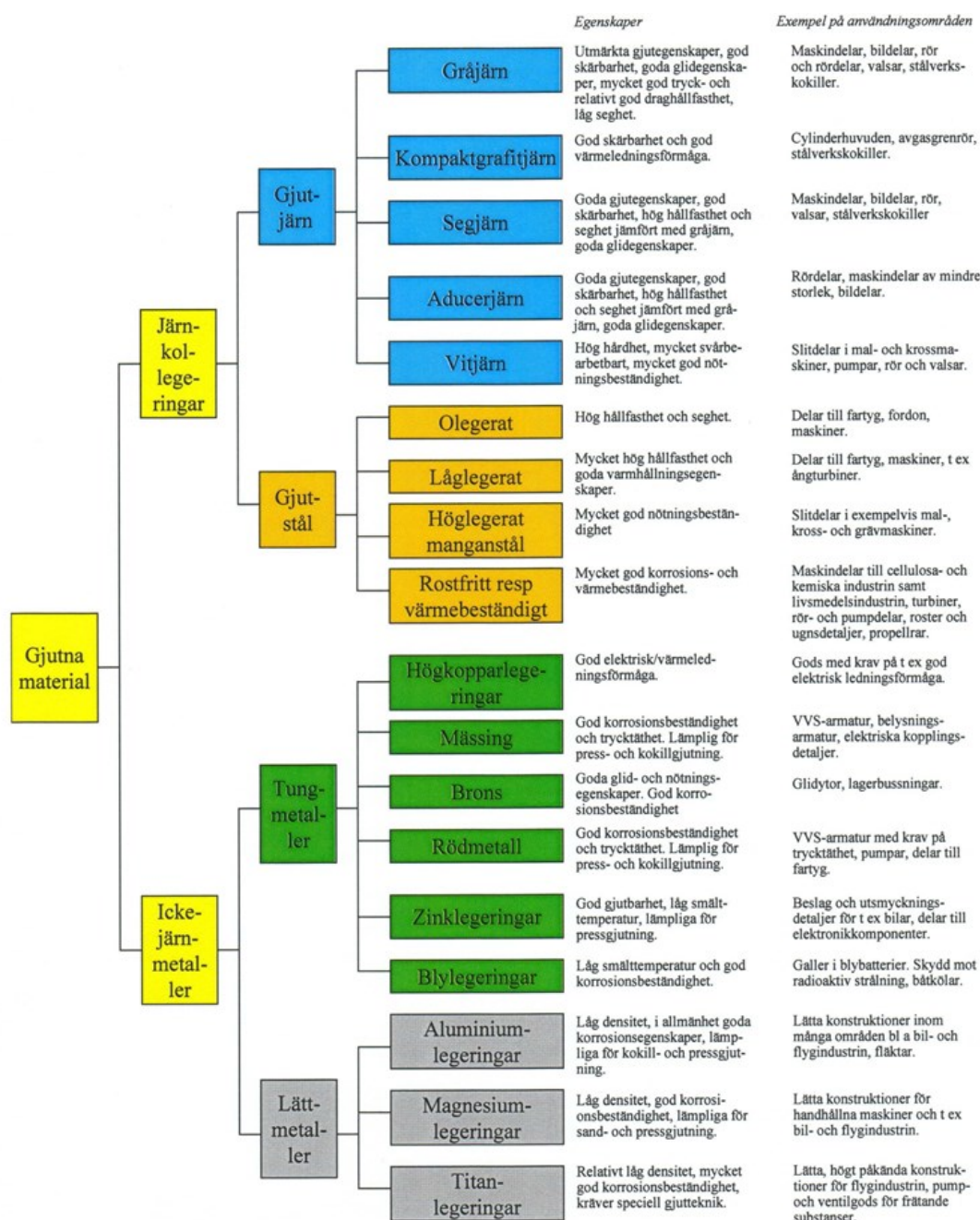
2.2.4 Precisionsgjutning

Precisionsgjutning är en gjutmetod som passar för mindre detaljer som tillverkas i små serier. Denna gjutmetod lämpar sig för detaljer som har höga krav på toleranser, ytfinhet samt hållfasthet. I precisionsgjutning använder man sig av engångsmodeller av vax eller

polymerer som doppas i keram slurry som sedan efter torkning och bränning bildar en keramisk skalform av engångstyp. (Johannesson, et.al. 2013, 73)

2.2.5 Gjutmaterial

Vid gjutning kan man använda sig av en rad olika metaller. Idag är ungefär hälften av gjutgodsen gjutna i gråjärn. Ständig utveckling pågår inom gjutmaterial på grund av de växande kraven inom industrin. För översikt av gjutmaterial samt dess användnings områden se figur 11.



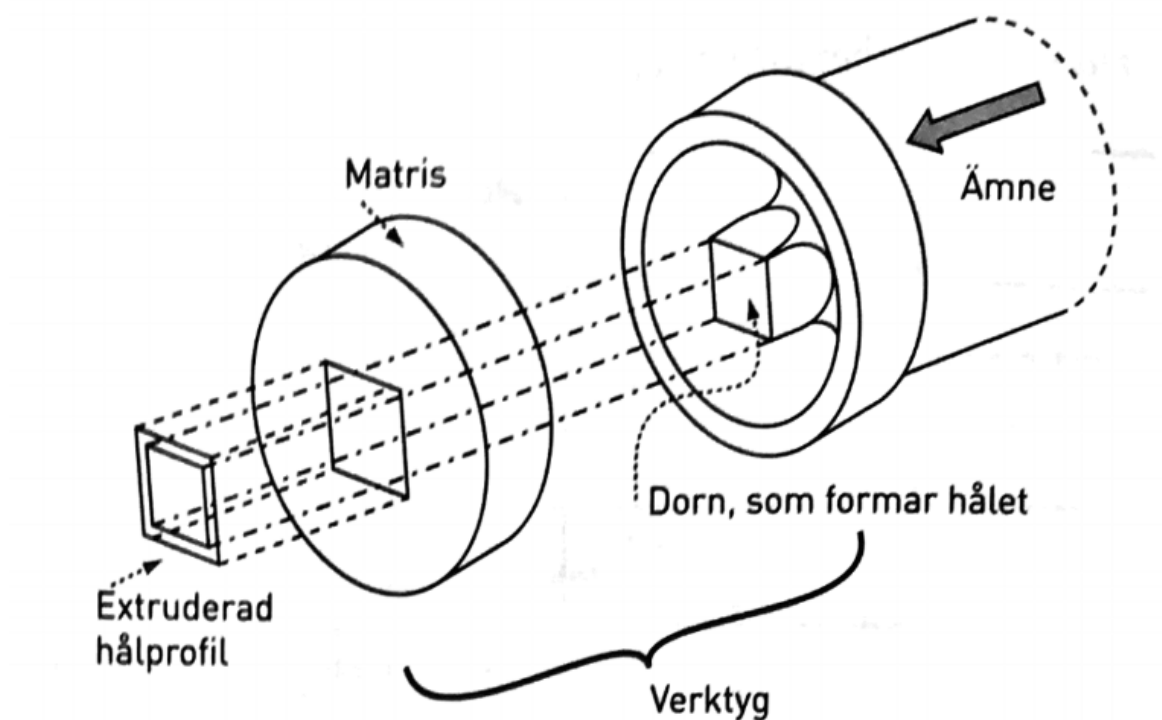
Figur 11. Gjutmaterial samt dess användningsområden. (Svenska gjuteriföreningen u.å.)

2.3 Extrudering av aluminium

I detta kapitel beskrivs vad gjutning innebär och de viktigaste aspekterna man bör beakta när man skall designa ett gjute.

2.3.1 Vad innebär extrudering i aluminium?

Extrudering eller strängpressning är en tillverkningsteknik som innebär att man pressar en profil med ett genomgående tvärsnitt genom en form. Detta sker under en temperatur på ca 450 °C. (Johannesson, et.al. 2013, 464)



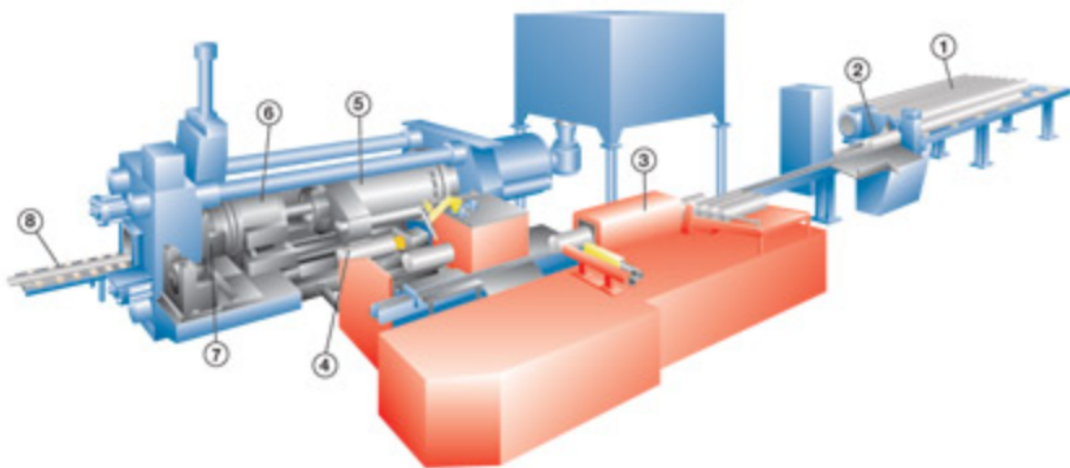
Figur 12. Strängpressningsform an en profil. (Johannesson, et.al. 2013, 382)

2.3.2 Tillverkningsprocessen i steg

Här presenteras de olika stegen i en tillverkningsprocess när det gäller extrudering i aluminium enligt figur 13.

1. Råmaterialet (aluminiumgöt) intas till processen i långa stänger.
2. Aluminiumgöten sågas till efterfrågad längd och transporteras vidare.
3. Metallgöten värms upp i götugnen till en temperatur på 450–500 °C.

4. När råmaterialet har nått den erforderliga temperaturen transporteras det vidare till containern för smörjning varefter aluminiumgöten laddas i formen.
5. Göten pressas i presscylindern stegrande upp till ett tryck på ca 50–60 MPa.
6. Göten pressas utav stämpeln genom formen och får det önskvärda genomgående tvärsnittet.
7. I verktyghållaren fixeras verktyget (formen) som göten pressas igenom.
8. Den extruderade profilen transporteras till utmattningsbordet där den först kyls ner för att sedan transporteras till sträckningen där profilen dras ut. (Sapa profiler 2008), (Profilgruppen u.å.)



Figur 13. Profiltillverkningsprocess. (Profilgruppen u.å.)

2.3.3 Materialval vid extrudering av aluminium

För extrudering ger Aluminiumlegeringar de egenskaper och formningsmöjligheter som behövs. Omsmält aluminium bör ej användas vid extrudering. Profilerna kan också efterbehandlas genom t.ex. lackering och anodisering. För att välja rätt aluminiumlegering för den strängpressade produkten bör man beakta t.ex. hållfasthet, ytutseende och svetsbarhet. (Johannesson, et.al. 2013, 381) (Sapa profiler 2008)

2.3.4 För- och nackdelar med extrudering av aluminium

Fördelarna med extrudering i aluminium är att det är en effektiv tillverkningsprocess och relativt billigt vid större serier. Nackdelen är att själva pressverktyget är kostsamt och därför är detta inte en lönsam tillverkningsprocess när små serier av produkten ska tillverkas. (Sapa profiler 2008)

2.4 Lasersvetsning

I detta kapitel beskrivs vad lasersvetsning innebär och de viktigaste aspekterna man bör beakta när man skall designa en lasersvetsad konstruktion.

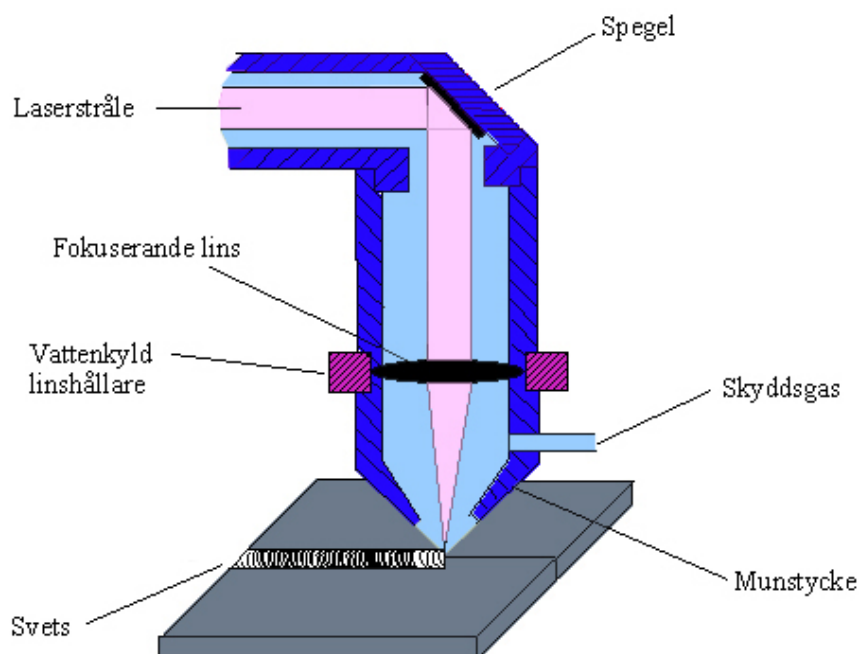
2.4.1 Laser

Laser är en förkortning för Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. En laserstråle är väldigt koncentrerad och kan därför ledas en lång sträcka från det stationära svetsaggregatet till det yta som ska svetsas. Vilken laser som används beror på våglängden på laserljuset eftersom ljuset har en bestämd våglängd. (Weman 2016, 176)

2.4.2 Vad innebär lasersvetsning?

Lasersvetsning innebär att man hettar upp två eller flera metallstycken m.h.a. laser och sammanfogar dem genom sammansmältning. Lasersvetsning har en rad goda egenskaper, t.ex. är den koncentrerad och värmer därför inte upp lika stor yta och leder därför inte till lika stora deformationer som t.ex. vid MIG/MAG svetsning.

För att fokusera ljusstrålen använder man linser eller speglar som gör att man kan koncentrera ljusstrålen till några tiondels millimeter (figur 14). Eftersom ljusstrålen blir så effektivt fokuserad blir energitätheten hög och smälter därför materialet omedelbart. Metallen stelnar när strålen har passerat och därför blir endast små ytor uppvärmda fastän svetsdjupet kan vara relativt djupt.

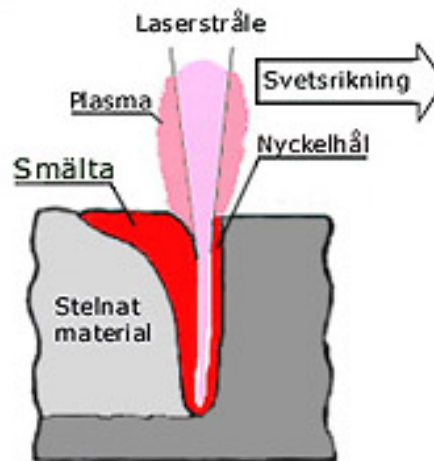


Figur 14. Lasersvetsning funktionsschema (Svetskommissionen u.å.)

Lasersvetsning används mycket inom t.ex. bilindustrin där den lämpar sig för de tunna plåtarna. Lasersvetsning är en snabb svetsningsmetod, ungefär dubbelt så snabb som plasmavetsning och 8 gånger snabbare än TIG-svetsning. (Weman 2016, 176) (Johannesson, et.al. 2013, 478)

2.4.3 Nyckelhålssvetsning

Vid nyckelhålssvetsning sker en mycket snabb uppvärmning av en liten yta på materialet som leder till att smälta bildas och förångning sker, detta gör i sin tur att en kavitet bildas som tränger djupt in i materialet (se figur 15). Kaviteten som bildas får formen av ett djupt hålrum vartefter strålen färdas över ytan på materialet och man kan då garantera en fullständig penetration av den svetsade konstruktionen. (Svetskommissionen u.å)



Figur 15. Nyckelhålssvetsning (Svetskommissionen u.å)

2.4.4 Värmeledningssvetsning

Värmeledningssvetsning innebär att laserenergi överförs till materialet av en punktformig energikälla under rörelse över materialets yta, materialets yta blir då uppvärmd varefter värme av laserstrålen leds in radiellt i materialet. En halvcirkelformad smälta bildas som sedan smälter ihop materialen vid kylning. Denna metod lämpar sig väl vid svetsning av tunnare material. (Svetskommissionen u.å)

2.4.5 Materialval vid lasersvetsning

Material som lämpas sig vid lasersvetsning är olika metaller, t.ex. olegerade stål, låglegerade stål och rostfria stål men också aluminiumlegeringar går att lasersvetsa. Plåttjocklekarna bör vara mellan 0,5 – 40 mm. (Svetskommissionen u.å)

2.4.6 För och nackdelar med lasersvetsning

Fördelarna är främst hastigheten men också den låga energitillförseln är en fördel vid t.ex. härdade material där inte energitillförseln får bli för hög. Andra fördelar är den höga precisionen samt priset. Anskaffningskostnaderna är höga men kan räknas med att investeringen är gynnsam p.g.a. den ökande användningen. (Weman 2016, 176–177) (Johannesson, et.al. 2013, 478)

2.5 Wärtsilä 32

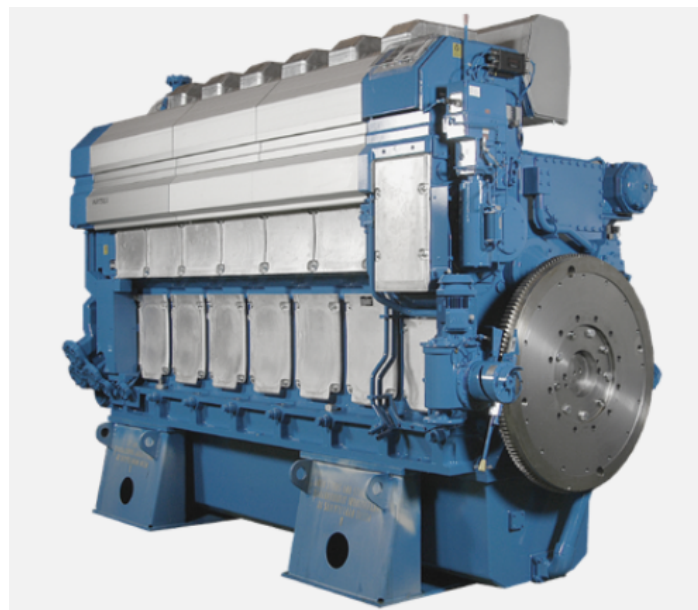
I detta kapitel presenteras information om den motor som konstruktionen tillhör som detta examensarbete omfattar.

2.5.1 Tekniska data

Wärtsilä 32 motorn är en medelvarvig 4-taktsmotor som är utrustad med både turboladdare och laddluftkylare. Motorn är designad för att klara extrema förhållanden och idag har över 4500 stycken Wärtsilä 32 motorer levererats till den marina marknaden. Nedan presenteras tekniska data:

- Cylinderdiameter: 320mm
- Slaglängd 400mm
- Cylinderkonfigurationer: 6,7,8 samt 9 cylindriga radmotorer. 12, 16, 18 samt 20 cylindriga V-motorer.
- Varvtal: 720, 750 rpm

(Wärtsilä MS 2016)

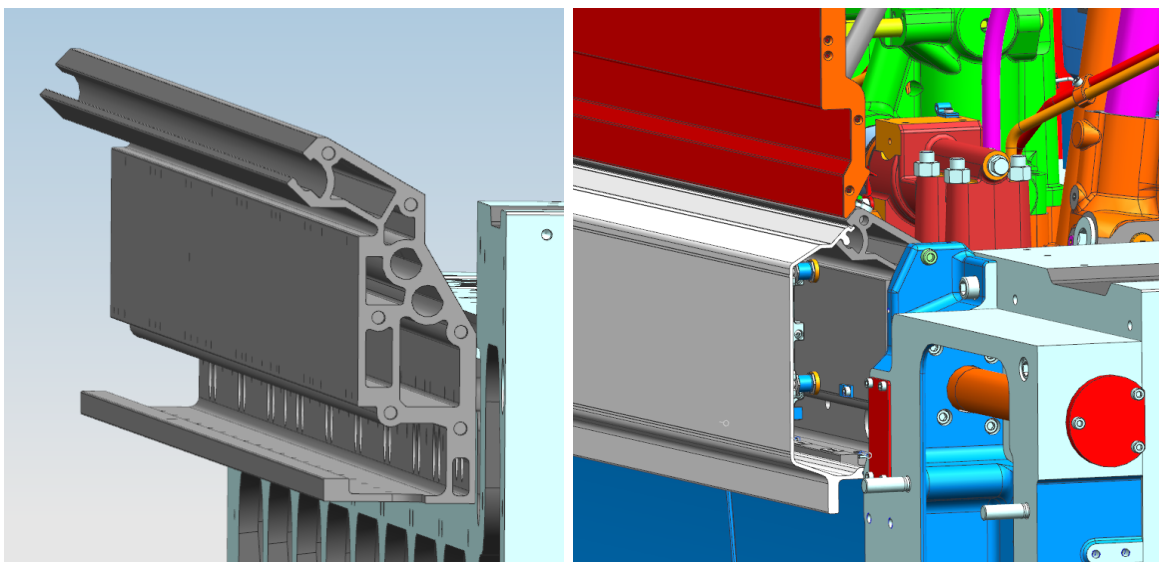


Figur 16. Wärtsilä 32 (Wärtsilä u.å.)

2.5.2 Sidoprofilskonstruktionen.

Sidoprofilen är en aluminiumprofil som idag finns på Wärtsiläs W32/W34 motorer. Aluminiumprofilen fungerar som transportskanal för kamaxeloljan samt läckbränsle på dieselmotorerna och gaskanal på gasmotorerna. På profilen finns också UNIC-modulerna fastmonterade.

Den nuvarande konstruktionen är gjord i aluminium och tillverkas genom extrudering samt efterbearbetning. För mer information om extrudering av aluminium se kapitel 2.3.

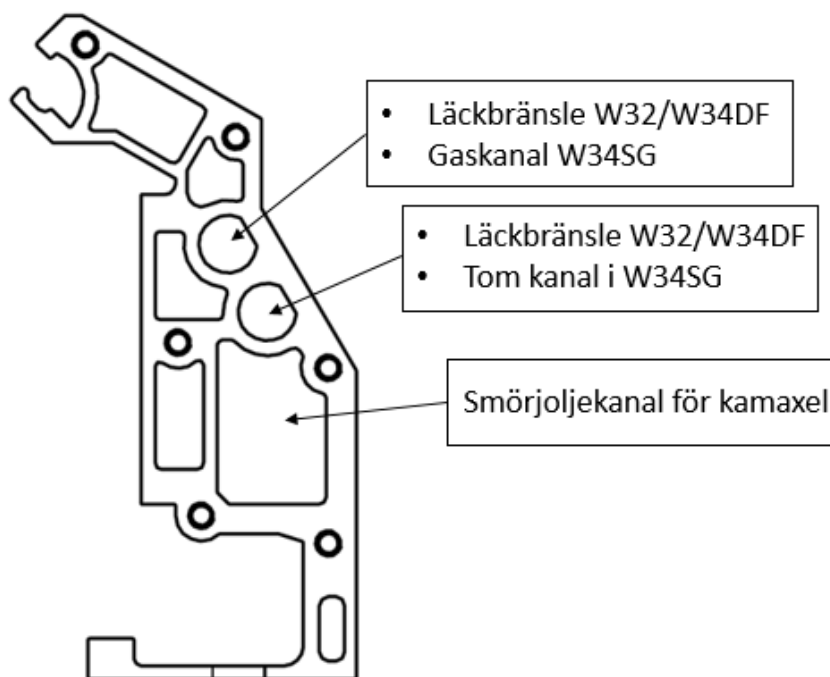


Figur 17. Dagens konstruktion i NX.

2.5.3 Läckbränslesystem och kamaxelsmörjning

Rent läckbränsle samlas upp från injektorventilerna samt bränsleinjektorpumparna genom sidoprofilen för att vid behov återanvändas. Rent läckbränsle kan återanvändas utan att rena det medan annat möjligt orent läckbränsle transporteras via rörledningar till en slagg tank. (Wärtsilä MS 2016)

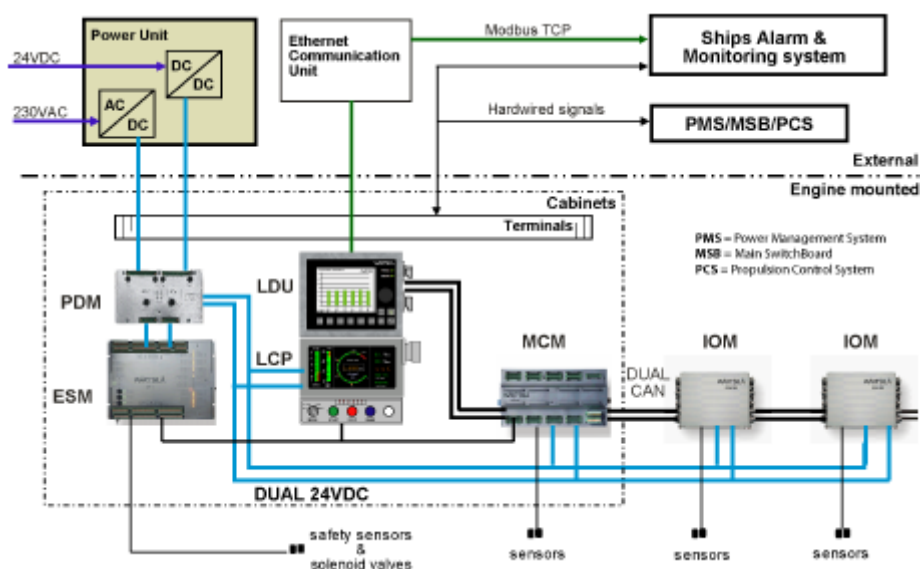
Smörjoljesystemet drivs av en direktdriven oljepump med övertrycksventil. Oljepumpen är designad att pumpa rätt mängd olja även vid låga varv för att uppnå bra smörjning av de rörliga delarna. Sidoprofilen används som transportkanal för smörjning av kamaxeln. För redogörelse av kanalerna i sidoprofilen se figur 18. (Wärtsilä MS 2016)



Figur 18. Kanaler i sidoprofilskonstruktionen.

2.5.4 UNIC-automationssystem

UNIC är automationssystemet som används på Wärtsiläs motorer. UNIC styr viktiga funktioner på motorn som t.ex. start, stopp och varvtal. UNIC-modulerna kommunicerar via snabba lokala nätverk. (Wärtsilä MS 2016)



Figur 19. Schema över UNIC-automationssystem.

3 Metod

I detta kapitel beskrivs de metoder som använts för att komma fram till resultatet.

3.1 Planering och förstudier

Planeringen inleddes med att ett möte hölls med handledarna för att diskutera uppgiften och ringa in den. Under förstudiefasen studerades den nuvarande konstruktionen och en tidsplan gjordes enligt teorin i kapitel 2.1.1. Se figur 20 för tidsplanen som gjordes. De röda områdena i tidsplanen är milstolpar i projektet.

Tidsplan Lärdomsprov	Jonas Sirén								
Aktivitet	September	Oktober	November	December	Januari	Februari	Mars	April	
Bekanta samt ringa in uppgiften									
<i>Möte med handledarna</i>									
Gör upp en rapportstruktur									
<i>Innehållsförteckning</i>									
Samla Data/info									
<i>Jämför Motorblock</i>									
<i>Undersök kanaler i profilen</i>									
<i>Sammanställ bakgrundsgrafiken</i>									
<i>Undersök konstruktion runt om</i>									
Söka information i litteratur									
<i>Produktutveckling</i>									
<i>Gjutteknik</i>									
<i>Lasersvetsning</i>									
Designjobb									
<i>Börja designa 6.10</i>			06-okt						
<i>2 koncept valda 1.12</i>				01-dec					
<i>Mål koncept färdigt 1.1</i>					01-jan				
Sammanställa Jämförelsematriser									
<i>Jämför för-nackdelar</i>									
Skrivande av rapport									
<i>26.11 mål kap 1&2 klart</i>				26-nov					
<i>Första utkast till handledare</i>									
<i>Inlämning Deadline 13.4</i>									13-apr
<i>Finslipning av rapport</i>									
<i>Deadline fackgranskning</i>							09-mars		
Presentation									
<i>Presentationer W16</i>									W16
Inlämning för bedömning									

Figur 20. Tidsplan för lärdomsprov.

Layouten av den nuvarande konstruktionen och de funktioner som den har studerades för att få en bättre bild av vilka aspekter som behövde beaktas innan olika lösningar kunde börja undersökas och skissas upp.

Efter denna planering och förstudiefas kunde man formulera uppgiften som då blev:

Undersök olika tillverkningsmetoder samt material och konstruera en ny konstruktion för sidoprofilen och jämför den nya konstruktionen med den befintliga.

3.2 Konzeptutveckling

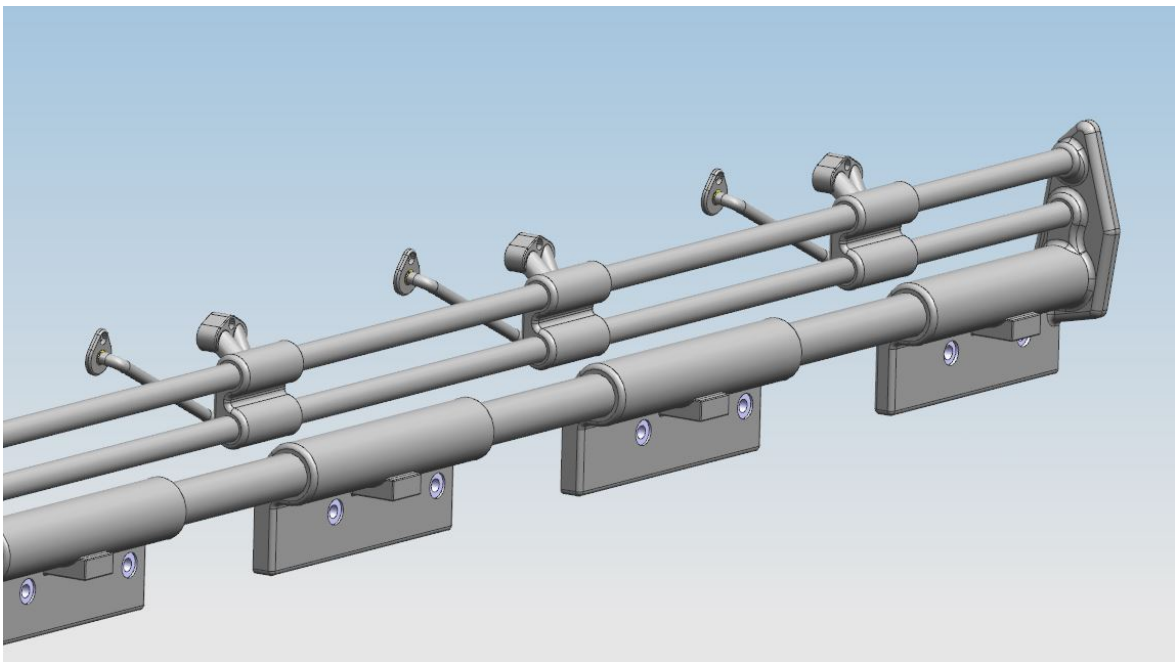
Efter att tidsplanen var klar och uppgiften formulerad var nästa steg i projektet att göra en kravlista enligt teorin i kapitel 2.1.2. Se figur 21 för kravlistan för konstruktionen som gjordes. För att kontrollera kravlistan blev komplett användes checklistan enligt teorin i kapitel 2.1.2. Vartefter projektet framskred fylldes också kravlistan på med fler önskemål.

Ändring	K Ö	Kravlista för sidoprofilskonstruktion	Ansvarig
13.10		1. Geometri	J.S
	K	Geometrin skall beakta systemen runt konstruktionen.	
	K	Konstruktionen bör vara designad att passa UNIC 2 - modulerna	
	Ö	Få delar	
		2. Funktion	J.S
	K	Transportkanal kamaxelolja	
	K	Transportkanal läckbränsle	
	K	Vara tät mot läckage	
	K	Fästningspunkt för UNIC 2 - moduler	
		3. Material	J.S
	K	Tåla utsatt miljö	
	Ö	Stål	
		4. Produktion	J.S
	K	Effektiv tillverkningsmetod	
	5. Drift	J.S	
K	Driftsäkert		
	6. Underhåll	J.S	
Ö	Relativt underhållsfritt		
	7. Montering	J.S	
Ö	Enkel montering		
Ö	Hanterbar vikt		
K=Krav Ö=Önskemål			

Figur 21. Kravlista för konstruktionen.

Eftersom det blev bestämt på det första mötet med handledarna att tillverkningsmetoderna som skulle undersökas var gjutning samt lasersvetsning så genererades två koncept i det här steget av examensarbetet. För att generera olika koncept och lösningar användes katalogmetoden samt kontrollmetoden enligt kapitel 2.1.2. Enligt katalogmetodens principer söktes information från de tidigare lösningarna men idéer hämtades också genom att undersöka hur lösningarna på liknande problem såg ut på andra motorer både internt och externt. Kontrollmetoden användes för att se till att designen uppnår de krav som fanns i kravlistan. De två koncept genererades i det här skedet av examensarbetet är följande:

Koncept A där tillverkningsmetoden är gjutning och komponenterna delas upp cylinderspecifikt.



Figur 22. 3D-modell av koncept A.

Konceptet består av både gjutna komponenter samt vanliga rör där s.k. slide in connections skulle länka ihop delarna. Nedan listas för- och nackdelar med koncept A.

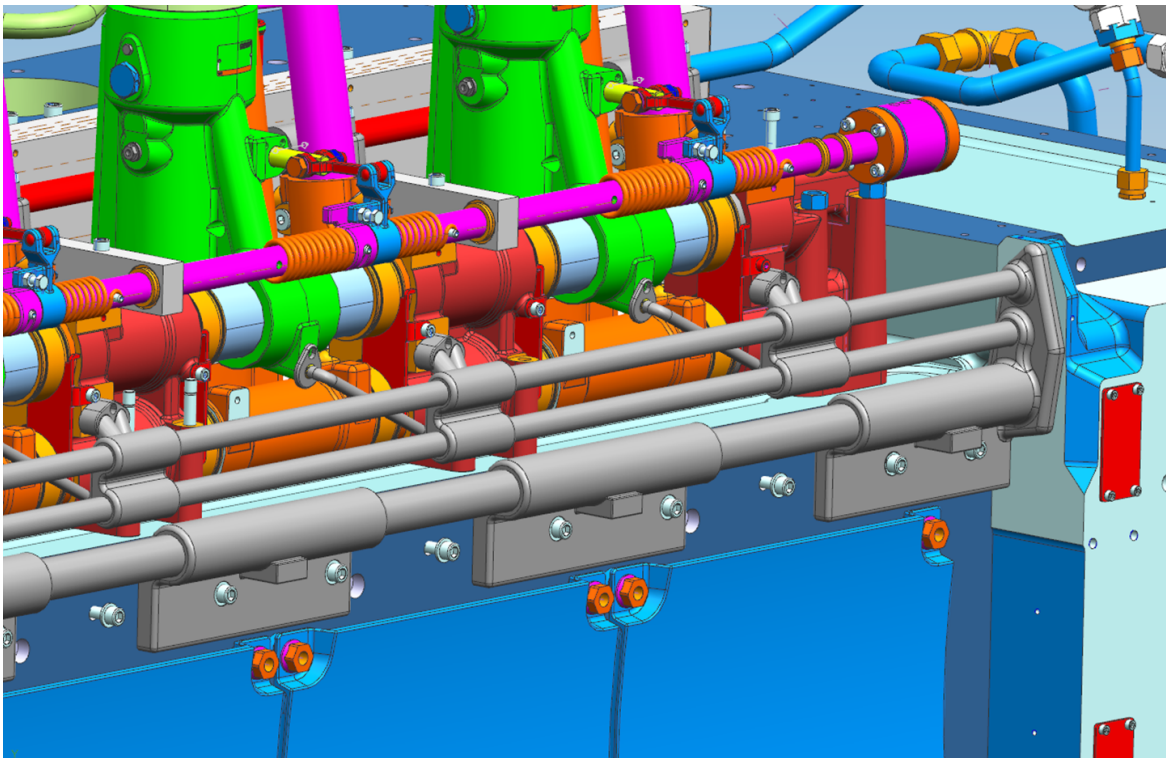
Fördelar:

- Gjutning är en relativt billig tillverkningsmetod.
- Gjutna komponenter som bearbetas är täta mot motorblocket så risken för läckage skulle minskas.

- Slide in connections tillåter större toleranser.

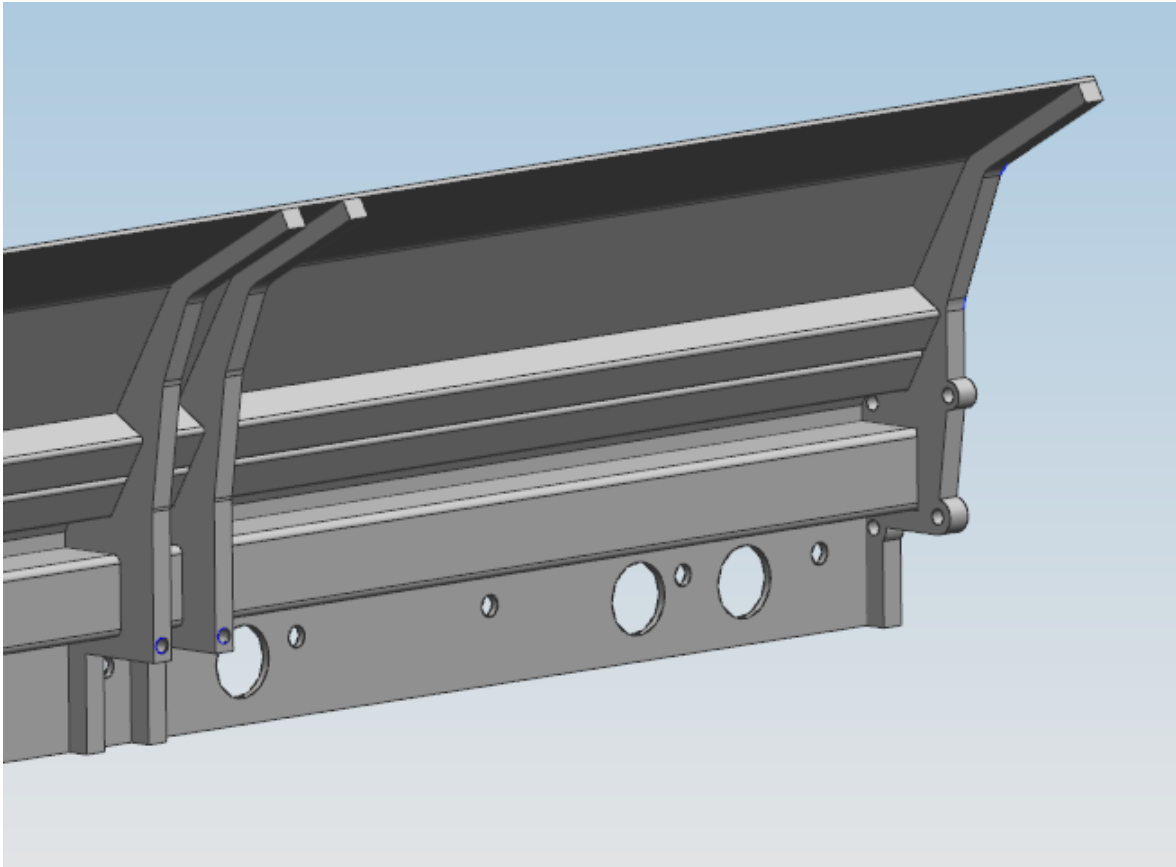
Nackdelar:

- Många olika komponenter vilket medför fler områden för läckrisk.
- Inte tätt mot läckage ovanpå motorblocket eller s.k. "dirty leak".
- Svår montering eftersom man skulle behöva tillverka en jigg.



Figur 23. Sammanställningsmodell av koncept A.

Koncept B där tillverkningsmetoden är lasersvetsning och profilens längd bestäms av motorns cylinderantal.



Figur 24. 3D-modell av Koncept B.

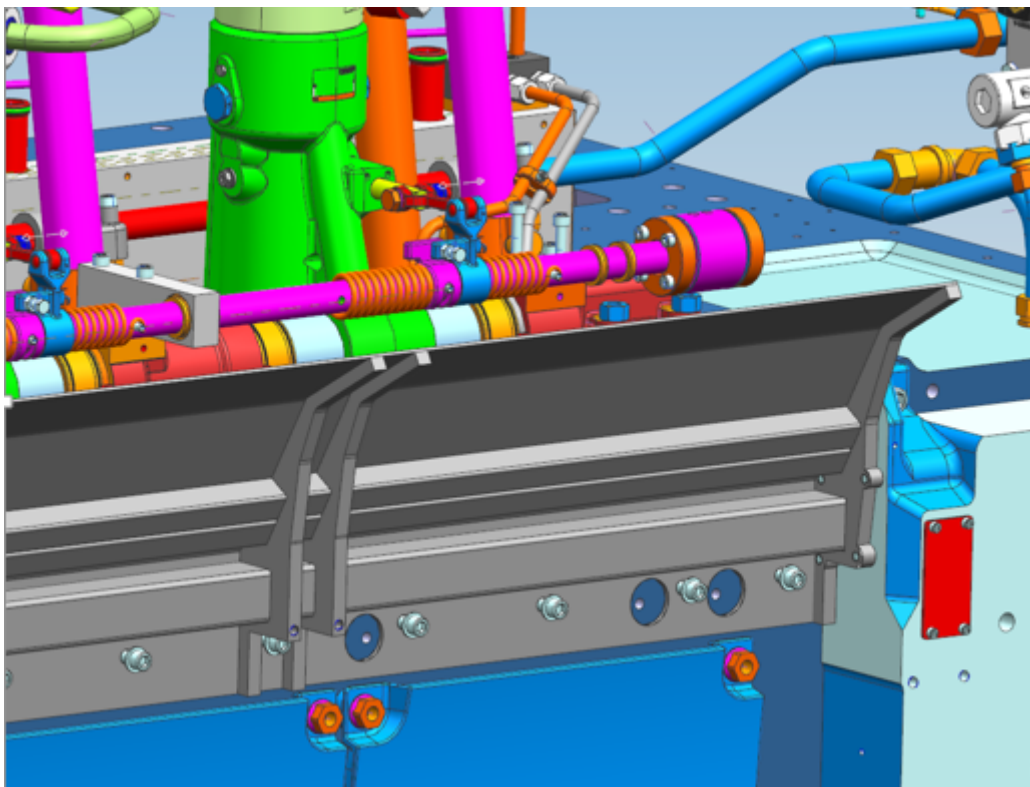
Konceptet består av bockade, plåtar samt RHS-rör med utskurna stödplåtar mellan cylindrarna som också skulle fungera som fastsättning för UNIC 2-modulerna.

Fördelar:

- Få komponenter
- Tät mot läckage ovanpå motorblock eller s.k. "dirty leak".
- Enkel montering eftersom profilen monteras som en hel modul.

Nackdelar:

- Dyr tillverkning eftersom jigggar för lasersvetsningen behöver tillverkas.
- Behövs olika delar för olika cylinderantal.



Figur 25. Sammanställningsmodell av koncept B.

För att bestämma vilket koncept som skulle undersökas vidare användes en konceptsällningsmatris enligt teorin i kapitel 2.1.2. I detta fall användes den extruderade aluminiumprofilen som referens. Det hölls också ett möte i samband med valet av koncept för att få företagets åsikt samt förbättringsförslag. I konceptsällningsmatrisen användes betygsättningen som presenteras i figur 26.

Betygsättning för konceptsällningsmatris	
+	Bättre än referenskonceptet
0	Likvärdig med referenskonceptet
-	Sämre än referenskonceptet

Figur 26. Betygsättning som används i konceptsällningsmatris.

Urvalskriterier	Koncept		
	Referens, Extruderad aluminium- profil	A, Gjute+rör	B, Lasersvetsad profil
Beaktar system runt konstruktionen	0	-	0
Passar UNIC 2 - modulerna	0	0	0
Få delar	0	-	0
Transportkanal kamaxelolja	0	+	0
Transportkanal Läckbränsle/Gas	0	+	0
Är tät mot läckage	0	-	0
Tål utsatt miljö	0	+	+
Lätt att tillverka/ Effektiv tillverkningsmetod	0	0	-
Driftsäkert	0	-	0
Enkel montering	0	-	0
Hanterbar vikt	0	0	0
Företagets åsikt	0	-	0
Antal +	0	3	1
Antal 0	12	3	10
Antal -	0	6	1
Slutbetyg	0	-3	0
Rangordning	1	2	1
Fortsätta?	Ja	Nej	Ja

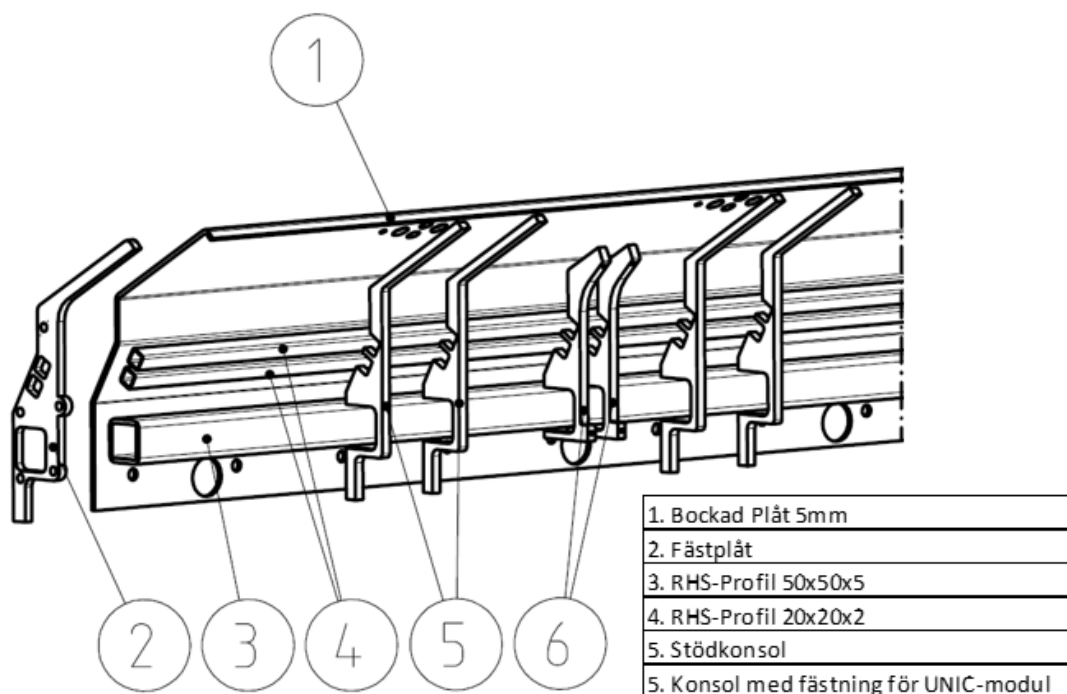
Figur 27. Konceptställningsmatris.

Resultatet av konceptställningsmatrisen blev att koncept B var det koncept skulle undersökas vidare.

3.3 Utveckling på systemnivå och detaljutveckling

Efter att man i konceptutvecklingsfasen hade valt vilket koncept som skulle undersökas vidare blev fortsättningen i projektet att enligt teorin i kapitel 2.1.3. den slutgiltiga konstruktionen tas fram. Enligt kapitel 2.1.2 i teorin började konceptet modelleras upp som enskilda detaljer i 3D-miljö i CAD-programmet Siemens NX 9 eftersom det är det program som används i företaget.

Detta innebar att alla detaljer ritades som enskilda delar som sedan sattes ihop till en sammanställning. Det undersöktes om delarna som behövdes fanns tillgängliga. För att se vilka dimensioner som fanns tillgängliga av plåtar samt RHS-profiler användes Tekniikka taulukkokirja. Nedan i figur 27 presenteras en sammanställning av den konstruktion som tog form i denna fas som en sprängd vy.



Figur 28. Konstruktion presenterad i en sprängd vy.

3.3.1 Val av material

Enligt kapitel 2.4.5 lämpar sig lasersvetsning för bl.a. olegerade stål, låglegerade stål och rostfria stål. Eftersom denna konstruktion ej behöver vara i varken rostfritt- eller höglegerat stål så kunde man med fördel ekonomiskt använda något låglegerat stål som t.ex. S235.

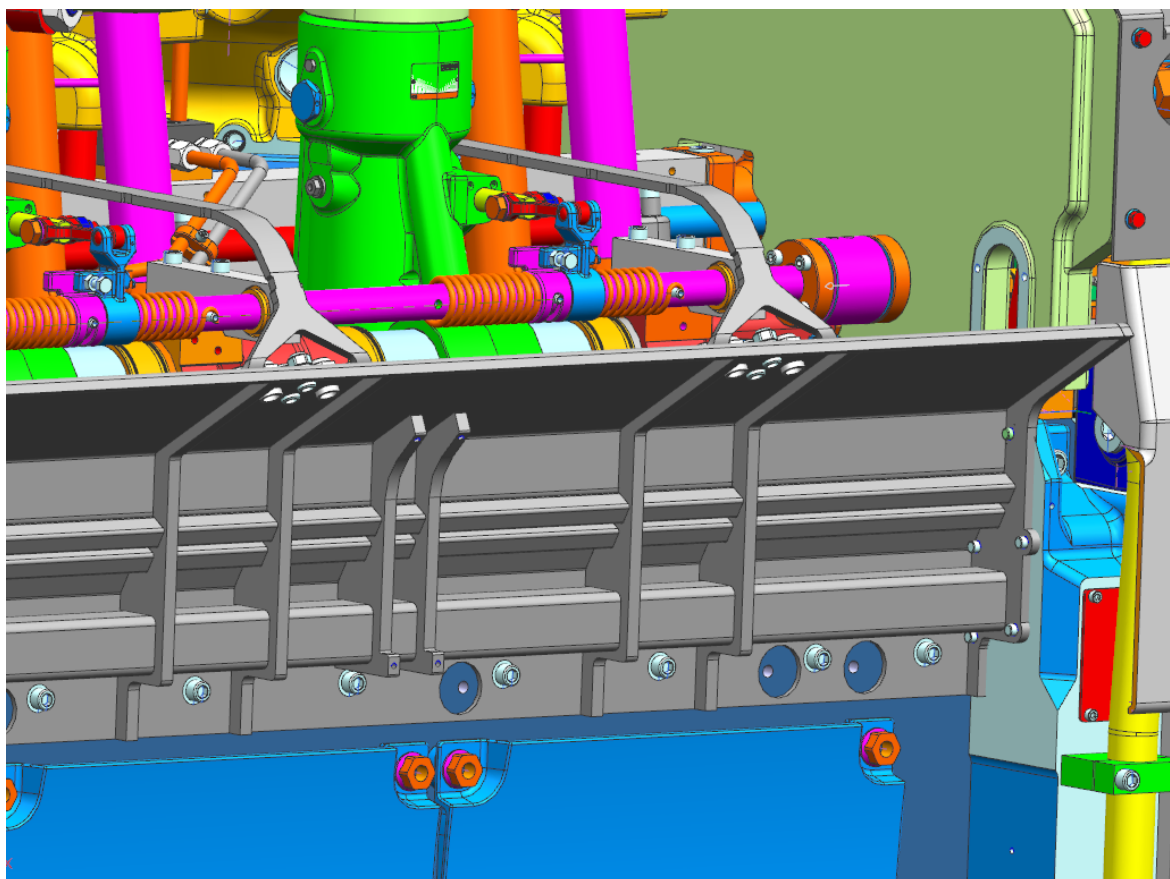
4 Resultat

I det här kapitlet analyseras resultatet av examensarbetet. Det slutgiltiga designkonceptet presenteras och jämförs mot referenskonceptet.

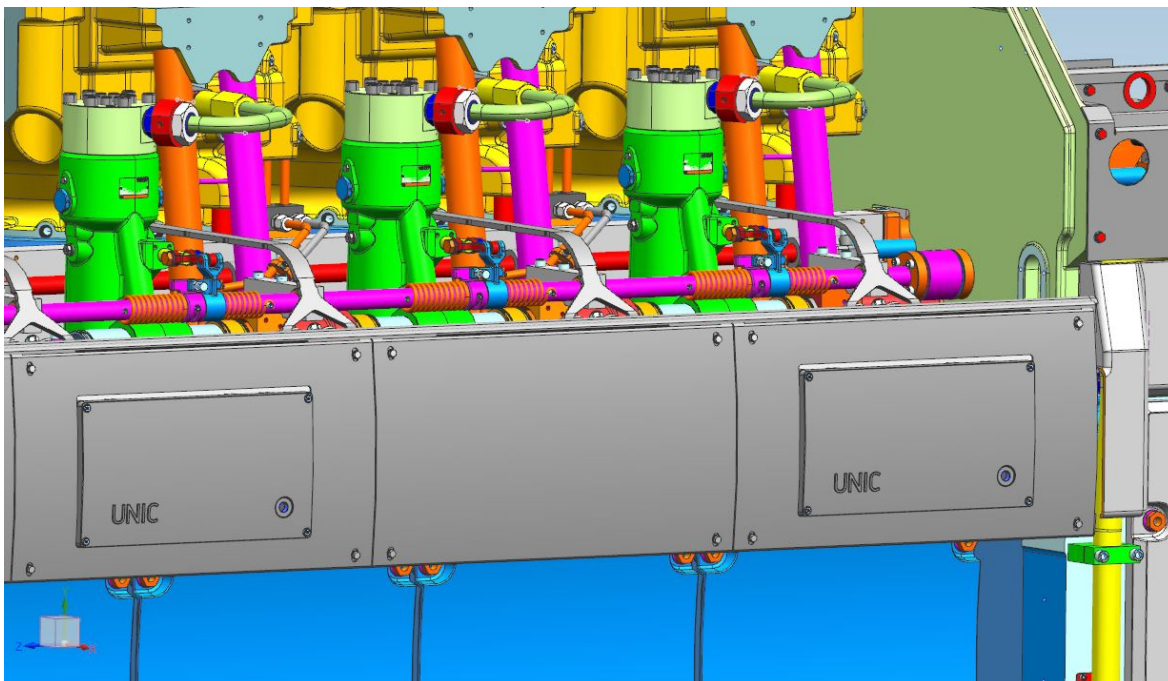
4.1 Lasersvetsad sidoprofilskonstruktion

Det slutgiltiga designkonceptet är en profilkonstruktion som är inspirerad av den nuvarande designen men som enligt målet i denna uppgift av ett annat material samt tillverkad med en annan tillverkningsmetod. Den lasersvetsade konstruktionen består av fem delar som alla finns som skilda 3D-modeller i Siemens NX. Denna design är anpassad för de nya UNIC-modulerna med vajerupphängning.

Konstruktionen består av en bockad plåt, utskurna konsoler och standard RHS-profiler.



Figur 29. Designkoncept av den slutgiltiga konstruktionen i en sammanställning i NX.



Figur 30. Designkonceptet med UNIC 2-modulerna monterade som 3d-modell i NX.

4.2 Analys och jämförelse

För att vidare analysera konstruktionen undersöktes också detta designkoncept m.h.a. en poängsättningsmatris enligt teorin i kapitel 2.1.2. Här användes också den nuvarande konstruktionen som referens för att ta fram för och nackdelar med de olika konstruktionerna och få en så bra jämförelse som möjligt.

Skala för poängsättning	
1	Mycket sämre än referenskonceptet
2	Något sämre än referenskonceptet
3	Likvärdig med referenskonceptet
4	Något bättre än referenskonceptet
5	Mycket bättre än referenskonceptet

Figur 31. Skala som användes i poängsättningsmatrisen.

		Koncept			
		Referens, Extruderad aluminiumprofil		B, Lasersvetsad profil	
Urvalskriterier	Viktfaktor	Poäng	Viktad Poäng	Poäng	Viktad Poäng
		Beaktar system runt konstruktionen	15 %	3	0,45
Få delar	10 %	3	0,3	2	0,2
Transportkanal kamaxelolja	10 %	3	0,3	3	0,3
Transportkanal Läckbränsle/Gas	10 %	3	0,3	3	0,3
Är tät mot läckage	10 %	3	0,3	4	0,4
Tål utsatt miljö	15 %	3	0,45	4	0,6
Driftsäkert	10 %	3	0,3	3	0,3
Enkel montering	10 %	3	0,3	3	0,3
Hanterbar vikt	5 %	3	0,15	4	0,2
Företagets åsikt	5 %	3	0,15	3	0,15
	Total poäng	3		3,2	
	Resultat	2		1	

Figur 32. Poängsättningsmatris.

Vid analys av konceptpoängsättningsmatrisen kan man se att koncept b har bättre total poäng än referensen. De kriterier där poängen urskiljs är ”tål utsatt miljö” samt ”är tät mot läckage”, detta därför att stål skulle tåla den utsatta miljön bättre än aluminium med tanke på brandrisk och läckagerisken minskas eftersom att stålets värmeutvidgning är mindre än aluminiumets vilket passar bättre för denna konstruktion där de kringliggande konstruktionerna till stor del är gjutna komponenter.

Däremot skulle det nya konceptet bestå av flera delar vilket kan räknas som en nackdel mot referenskonceptet som endast består av en del.

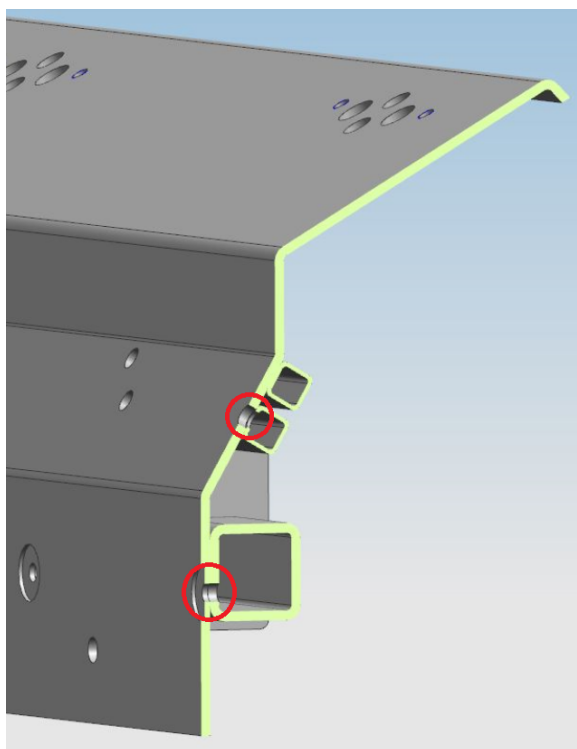
5 Diskussion

I detta kapitel redogörs för problem samt utmaningar som fanns under detta examensarbetets gång.

5.1 Fortsättning av projekt

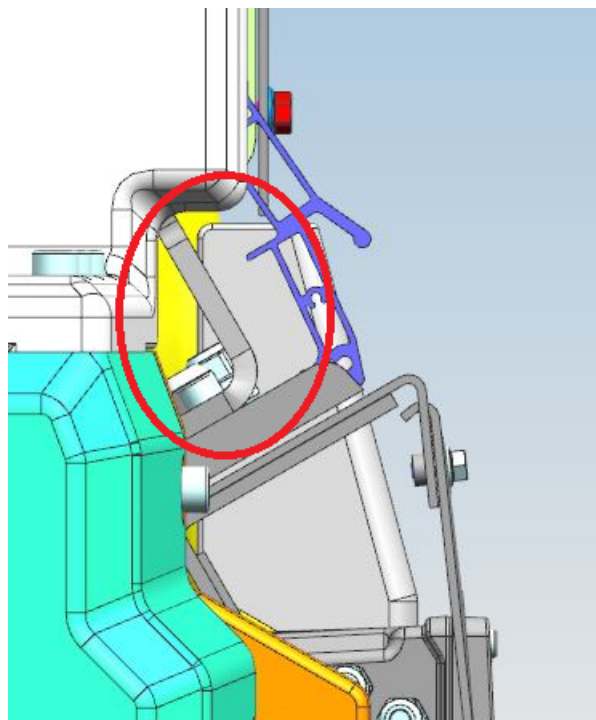
Nästa steg i detta projekt skulle vara att ta fram en prototyp för att kunna se om det är möjligt att tillverka det slutgiltiga konceptet och om ändringar i designen behövs. Man kunde då också analysera konstruktionen med hjälp av en konceptpoängsättningsmatris för att bättre kunna svara på krav som driftsäkerhet och enkel montering eftersom man då skulle ha praktisk erfarenhet.

I konstruktionen finns ännu aspekter som behöver undersökas. T.ex. där RHS-profilerna och den bockade plåten blir ihopsvetsade bör man också svetsa i kanalerna för läckbränsle och kamaxelsmörjningen. I figur 32 finns de områden som bör svetsas markerade. Eventuellt kunde man också svetsa in hylsor för att ännu försäkra sig om tätheten.



Figur 33. Genomskärningsvy med markerade områden som bör svetsas.

Det finns ännu också ett område som inte är tätt vid hotboxen. Detta kunde man kanske kunna lösa med en plåt som fästs vid sidoprofilskonstruktionen som täcker hålet eller alternativt att man ändrar gjutet på multicovern. Se figur 34 för problem.



Figur 34. Problemområde i 3D-miljö.

Viktig fortsättning i projektet skulle också vara att göra en kostnadskalkyl för att kunna jämföra om det nya designkonceptet är en ekonomiskt bra lösning.

Efter detta kunde man göra slutgiltiga ritningar på konstruktionen för att sedan börja producera den nya produkten.

5.2 Sammanfattning

Till sist sammanfattar jag mitt arbetes olika skeden och reflekterar över vad jag lärt mig, vad jag skulle kunnat göra annorlunda och vilka problem som uppstått under projektets gång.

Jag tycker att detta har varit ett intressant och lärorikt projekt att arbeta med eftersom jag fick prova på att driva ett projekt helt självständigt genom alla faser. När jag inledde projektet hade jag ingen praktisk erfarenhet av produktutvecklingsprocessen sedan tidigare. Detta projekt gav mig en tydlig bild av vad som krävs för att genomföra ett produktvecklingsprojekt och gav mig samtidigt övning i problemlösning.

I och med detta projekt förbättrades mina kunskaper i 3D-modellering i Siemens NX, gjutning samt lasersvetsning.

Jag tycker att jag har lyckats bra med projektet även om jag nu i efterhand skulle göra vissa skeden i projektet annorlunda. Den största utmaningen med detta projekt var att konstruktionen som jag undersökte och planerade var endast en del av en större konstruktion vars layout också under samma tid förnyades. Detta innebar att under detta projekts gång så har de kringliggande konstruktionerna tagit ny form ett fåtal gånger vilket gjorde att det ibland uppstod nya problem som jag blev tvungen att hitta lösningar på. Här var ett utmärkt tillfälle att träna min problemlösningsförmåga.

Nu i efterhand inser jag att jag skulle ha kunnat göra några saker annorlunda för att uppnå ett ännu bättre resultat. När jag började med konceptgenereringen skulle jag, istället för att se konstruktionen som en helhet för en hel motor med flera cylindrar, kunnat rikta in mig på att generera många lösningar för endast en cylinder. Efter det hade jag kunnat börja undersöka om det var möjligt att utöka till fler cylindrar. Kanske hade jag till och med kunnat använda mig av flera olika koncept i den slutgiltiga konstruktionen, t.ex. kanske jag hade kunnat använda mig av två olika tillverkningsmetoder i ett koncept. Om jag skulle ha arbetat på detta sätt tror jag att jag skulle ha genererat fler lösningar och på så sätt kanske fått idéer på ännu fler koncept.

Något annat jag kunde ha tänkt på var att jag skulle ha kunnat satsa mer på att göra flera enkla modeller i början att sälla ifrån istället för att göra nästintill färdiga modeller där t.ex. vilken tillverkningsmetod som skulle användas för delen beaktades. Eftersom jag arbetade på detta sätt gick mycket tid till att t.ex. fundera på släppningsvinklar om ett gjute modellerades. Jag skulle istället kunnat börja fundera på sådana detaljer endast på den slutgiltiga designen och skissa upp modeller endast som en större helhet i början.

6 Källförteckning

Grabcad (u.å.) *Metric hex bolt* [Online]

<https://grabcad.com/library/metric-hex-bolt>[hämtat 13.11.2017]

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

Kompass(u.å.) *Strängpressning* [Online]

<https://se.kompass.com/p/strangpressning/4494431b-9345-4d94-a4be-73b7ae4baa57/>
[hämtat:10.01.2018]

Pahl,G., Beitz, W., Feldhusen, J. & Grote K.H.,2007. *Engineering Design: a systematic approach*. (3.uppl.) London: Springer.

Profilgruppen (u.å.) *Strängpressing* [Online]

<https://www.profilgruppen.se/omoss/sa-jobbar-vi/strangpressning>
[hämtat 8.12.2017]

Projektmallar (u.å.) *GANTT-schema* [Online]

<https://www.projektmallar.se/gantt-schema> [hämtat 13.11.2017]

Sapa (u.å.) *Animation of aluminium extrusion process* [Online]

https://www.youtube.com/watch?v=vHkwq_2yY9E [hämtat:14.12.2017]

Sapa profiler., 2008. *Profilakademin. En avancerad utbildning om aluminiumprofiler*.

Sved H (u.å.). *Gjutmaterial och gjutmetoder*. (otryckt material) Yrkehögskolan Novia Vasa.

Svenska Gjuteriföreningen (u.å.) *Gjuteriteknisk Handbok* [Online]

<http://www.gjuterihandboken.se/> [hämtat: 15.12.2017]

Svetskommissionen (u.å.) *Lasersvetsning*[Online]

<http://www.svets.se/kunskapsbanken/tekniskinfo/svetsning/metoder/lasersvetsning.4.38a2e557141001d64753ac6.html> [hämtat:10.01.2018]

Ulrich, K.T. & Eppinger, S.D., 2014. *Produktveckling: konstruktion och design*.

(1. uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Weman K., 2016. *Karlebo svetshandbok*. (6.uppl.) Stockholm: Liber.

Wärtsilä (u.å.). Om oss. [Online] <http://www.wartsila.com/sv/om-oss> [hämtat: 26.1.2018]

Wärtsilä Marine Solutions, 2016. *Wärtsilä 32 Product Guide*. [Online]
<http://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/engines-generating-sets/diesel-engines/wartsila-32> (uppl. 2/2016) Vasa: Wärtsilä Finland Oy.