

# Utveckling av centrallås för helöppningsbar sidodörr

Linus Lybäck

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Maskin- och produktionsteknik

Vasa 2022

## EXAMENSARBETE

Författare: Linus Lybäck  
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa  
Inriktning: Drift- och energiteknik  
Handledare: Jonas Storås, Närko  
Leif Backlund, Yrkeshögskolan Novia

Titel: Utveckling av centrallås för helöppningsbar sidodörr

---

Datum: 10.4.2022

Sidantal: 43

---

### Abstrakt

Det framkommer i en årssammanställning gjord av Sveriges polis att ifjol 2021 anmäldes 1316 stölder ur lastbilar och släpfordon, de misstänker dock att mörkertalet är stort. Detta är ett bekymmer inom transportbranschen och därför har jag på uppdrag av karosseriföretaget Oy Närko Ab i Närpes utfört detta examensarbete vars syfte är att utveckla ett centrallås som ska förbättra lastgodsets säkerhet i lastbilspåbyggnader och lastbilsvagnar som är utrustade med en helöppningsbar sidodörr. Utöver säkerhetskravet fastställde företaget även ett antal övriga krav som låset bör uppfylla.

Låset utvecklades från ett produktutvecklingsperspektiv där det även hörde till uppgiften att konstruera en 3D-modell i Vertex G4 vilket är ett finskt CAD-program samt konstruktionsritningar som stöder tillverkan av en låsprototyp. Det hörde även till uppgiften att utföra en kostnadsanalys över låsets tillverkande och inköpta komponenter.

Metoder som användes var 3D-modellering och simulering samt olika metoder som omfattade produktutveckling. Även en nära dialog fördes under arbetets gång med Närkos anställda som ska tillverka och montera låset.

Resultatet blev ett lönsamt centrallås som uppfyller kraven som Närko ställde på produkten.

---

Språk: svenska

Nyckelord: centrallås, produktutveckling, Närko

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Linus Lybäck  
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering  
Specialisation: Operation and Energy Technology  
Supervisor(s): Jonas Storås, Närko  
Leif Backlund, Novia University of Applied Sciences

Title: Development of central locking for fully openable side door

---

Date: 10.4.2022

Number of pages: 43

---

### **Abstract**

It appears in an annual summary made by the Swedish police that last year, 1316 thefts from trucks and trailers were reported but they suspect that the number of unreported cases is large. This is a concern in the transport industry and therefore on behalf of the bodywork company Oy Närko Ab located in Närpes I have done this thesis with the purpose to develop a central locking that will improve the security of the transport goods in cargo trucks and cargo trailers that are equipped with a fully openable side door. In addition to the security requirement there were also a number of additional requirements that the company demanded of the product.

The central locking was developed from a product development perspective where it was also a part of the assignment to construct a 3D model in Vertex G4 which is a Finnish CAD program (Computer-Aided-Design) and also to create construction drawings that support the manufacturing process of a lock prototype. It was also a part of the assignment to do a cost analysis of the manufacturing of the central locking and its purchased components.

Methods used in this thesis were 3D modelling and simulation and also methods regarding product development. A close dialogue was also conducted with the employees at Närko who are going to manufacture and assemble the central locking.

The result of this thesis was a profitable central locking that meets the requirements that Närko demanded of the product.

---

Language: Swedish

Key words: central locking, product development, Närko

## Förord

Efter att ha utfört praktik hos Närko sommaren 2020 och 2021 blev jag erbjuden möjligheten att utföra mitt examensarbete på uppdrag av Närko. Eftersom jag har arbetat där under min studietid kändes det naturligt för mig att tacka ja till detta uppdrag.

Uppdraget jag blev tilldelad behandlar produktutveckling och design, ett ämne som jag utvecklats i under min praktiktid hos Närko. Jag vill tacka Närko för förtroendet samt Jonas Storås som var handledare från Närkos sida för de råd som du bistått med under hela processen. Jag vill även tacka Leif Backlund som var handledare från skolans sida för mycket riktgivande handledning.

*Linus Lybäck*

# Innehållsförteckning

1	Inledning .....	1
1.1	Syfte.....	1
1.2	Mål.....	1
1.3	Företaget.....	2
1.4	Disposition .....	3
1.5	Avgränsning.....	3
2	Bakgrundsinformation och problemformulering.....	4
2.1	Vad är en sidodörr?.....	4
2.2	Sidodörrens konstruktion .....	6
2.3	Mittstolpens konstruktion.....	8
2.4	Krav på modularisering .....	9
3	Produktutveckling teori .....	10
3.1	Vad kännetecknar en framgångsrik produktutveckling? .....	10
3.2	Produktutvecklingens utmaningar.....	10
3.3	Produktutvecklingens faser .....	11
4	Produktutvecklings metod .....	14
4.1	Projektplanering.....	14
4.2	Identifiera möjligheter .....	14
4.3	Utvärdera och prioritera möjligheter.....	15
4.4	Projektplanering resultat.....	16
4.5	Produktspecifikationer .....	17
4.6	Produktkoncept.....	20
4.6.1	Vad är ett koncept och hur skapas dessa?.....	20
4.7	Generera koncept.....	21
4.7.1	Låskoncept 1.....	22
4.7.2	Låskoncept 2.....	23
4.7.3	Låskoncept 3.....	25
4.8	Konceptutvärdering .....	26
4.9	Grovdesign och formgivning.....	27
4.10	Test av låsprototyp .....	31
5	Resultat.....	33
5.1	Val av komponenter och material.....	33
5.2	Tillverkningsmetoder .....	34
5.2.1	Cylinderhållare sammanställning .....	35
5.2.2	Låstapparna .....	35

5.2.3	Låstapps sammanställning .....	35
5.3	Slutmontering .....	37
5.4	Uppskattning av kostnad .....	38
6	Diskussion .....	39
6.1	Resonemang kring poänggivningen.....	41
6.1.1	Låskoncept 1.....	41
6.1.2	Låskoncept 2.....	41
6.1.3	Låskoncept 3.....	41
6.2	Kritiskt granskande .....	42
6.3	Vidareutveckling .....	42
7	Referenser .....	43

## Figurförteckning

Figur 1. Närkos logo. (Närko, 2022). .....	2
Figur 2. Flygbild av Närkos fabrik i Närpes 2018. (Närko, 2022). .....	2
Figur 3. En FRC vagn med den 10-delade sidodörren öppen. (Närko, 2022). .....	4
Figur 4. En 10-delad sidodörr, elementen numrerade. (Närko, 2022). .....	5
Figur 5. Vagn med helöppningsbar sidodörr lastas från sidan. (Närko, 2022). .....	5
Figur 6. 3D-modell av handtaget samt sidoprofilen. (Skärmbild från Vertex G4) .....	6
Figur 7. Samma 3D-modell, presenterad i sidovy. (Skärmbild från Vertex G4). .....	7
Figur 8. En helöppningsbar sidodörr som är öppen. ....	7
Figur 9. FRC/FNA-konstruktion. (Skärmbild från Vertex G4). .....	8
Figur 10. Närbild FNA/FRC mittstolpens fasthållning. (Skärmbild från Vertex G4). .....	9
Figur 11. Produkt-process matris. (Ulrich, Eppinger, & Yang, 2020). .....	16
Figur 12. Funktionsdiagram. ....	20
Figur 13. Funktionsdiagram. ....	21
Figur 14. Låskoncept 1 sidovy. (skärmbild från Vertex G4). .....	22
Figur 15. Låskoncept 1 ovanifrån. (Skärmbild från Vertex G4). .....	23
Figur 16. Låskoncept 2. (Skärmbild från Vertex G4). .....	23
Figur 17. Låskoncept 2 sidovy. (Skärmbild från Vertex G4). .....	24
Figur 18. Låskoncept 2 med skyddskåpan monterad. (Skärmbild från Vertex G4). .....	24
Figur 19. Låskoncept 3. (Skärmbild från Vertex G4). .....	25
Figur 20. Låskoncept 3, närbild på låstapp. (Skärmbild från Vertex G4). .....	25
Figur 21. Låset är öppet, komponenter numrerade. (Skärmbild från Vertex G4). .....	28
Figur 22. Monterad cylinderhållare. (Skärmbild från Vertex G4). .....	28
Figur 23. Sidovy av låset. (Skärmbild från Vertex G4). .....	29
Figur 24. Vänstra sidodörrens låstappshållare. (Skärmbild från Vertex G4). .....	29
Figur 25. Högra sidodörrens låstappshållare. (Skärmbild från Vertex G4). .....	30
Figur 26. Närbild på låskonstruktion. (skärmbild från Vertex G4). .....	30
Figur 27. Dragtest på centrallåset. ....	31
Figur 28. Dragjiggen som användes vid dragtest. ....	32
Figur 29. Deformation efter 2000 kg. ....	32
Figur 30. Elcylindern av märket Thomson. ....	33
Figur 31. Fjärrstyrningsdon. ....	34
Figur 32. Cylinderhållare sammanställning. ....	35
Figur 33. Ritning på låstapp. ....	36
Figur 34. Låstappssammanställning. ....	37
Figur 35. Monteringsritning. ....	38

# 1 Inledning

Transportbranschen är en mycket behövlig och värdefull bransch i dagens samhälle, alla varor som vi idag konsumerar eller använder oss av i vårt vardagliga bestyr har under sin livstid transporterats till oss genom en eller flera transporter. I vissa fall är godset som transporteras mycket dyrbart, till exempel teknik, elektronikprodukter och hushållsmaskiner. En grundläggande funktion inom transportbranschen är att godset som transporteras kommer fram till sin destination, om låsen är för lätta att bryta upp kan transporten utsättas för inbrott och stöld vilket resulterar i att transportgodset inte kommer fram till slutdestination.

Dessa stölder sker ofta på parkeringar när chaufförerna ligger i sina hytter och sover, värdet på de stulna varorna är ofta högt, vilket framkommer i ett reportage skrivet av polisens presstalesperson Monica Bergström. Reportaget är publicerat på Sverige polisens hemsida. (Bergström, 2020).

## 1.1 Syfte

Syftet med examensarbetet var att utveckla en prototyp av ett centrallås som uppfyller ett antal olika krav som Närko ställer på produkten.

- Låset bör vara säkert för att motverka inbrott.
- Låset bör vara av en robust konstruktion som hålls driftdugligt i de hårda nordiska förhållandena som transporterna utsätts för.
- Låset bör även konstrueras så att det kan implementeras på ett antal olika släpvagnar som Närko tillverkar.
- Låset bör vara relativt billigt att tillverka och montera så att det är ekonomiskt lönsamt att använda sig av det utvecklade låset.

## 1.2 Mål

Målet var att utveckla en produkt som Närko får nytta av. De ska kunna implementera produkten i sitt sortiment och sälja den till sina kunder. Detta kräver att produkten som utvecklas håller en relativt hög kvalitet och funktionsgrad. Det betyder att kraven som Närko ställer på produkten och på mig som produktutvecklare till stor del bör mötas. Trots dessa mål lämnar jag dock utrymme för förbättringar och justeringar på produkten eftersom det är mycket krävande och utmanande att utveckla en långsiktigt felfri produkt på de första försöken.



### 1.3 Företaget

Närko Ab är ett marknadsledande företag som har producerat och sålt lastbilssläpvagnar, lastbilspåbyggnader och andra transportlösningar sedan 1950-talet. Produktionen och försäljningen sker i huvudsak i Närpes men Närko har även försäljningskontor och reservdelsförsäljning i Sverige och Norge i form av hel- och delägda bolag. Närko planerar, designar och tillverkar sina produkter från början till slut på egen hand. Närko tillverkar genom sina delbolag vissa komponenter åt Närkos produkter. Till exempel Trailer rigg tillverkar elementen åt vagnarnas tak, väggar, bak- och sidodörrar.



Figur 1. Närkos logo. (Närko, 2022).

Närko har ett antal olika produkter i sitt sortiment. Närko tillverkar huvudsakligen tre modeller av lastbilssläpvagnar, lättisolerade, FNA och FRC. Skillnaden på dessa är vagnens isoleringsförmågor och temperaturegenskaper som möjliggör transport av temperaturkänsliga varor. FNA-vagnen tillåter transport i temperaturer mellan 0°C och +12°C medan FRC-vagnen tillåter transport mellan -20°C och +12°C. Närko tillverkar även vagnar för transport av virke, grus samt kassettvagnar. En av Närkos huvudprodukter är dollyvagnen som fungerar som styraxel åt släpvagnarna. (Närko, 2022)



Figur 2. Flygbild av Närkos fabrik i Närpes 2018. (Närko, 2022).

## 1.4 Disposition

I detta kapitel presenteras i korthet examensarbetets alla kapitel och upplägg.

Kapitel 1. Inledning, Inledningen ger en snabb överblick i examensarbetets grunder, syfte, mål, avgränsningar samt en presentation av uppdragsgivaren.

Kapitel 2. Bakgrundsinformation och problemformulering, här presenteras en Närko vagn samt det område på vagnen där låset ska implementeras. Här presenteras även vad en helöppningsbar sidodörr är och hur den fungerar.

Kapitel 3. Produktutveckling teori, beskriver produktutvecklingens väsentligaste teorier där centrala frågeställningar bland annat är ”vad kännetecknar en bra produktutveckling? Vilka utmaningar ställs en produktutvecklare inför? Vilka är produktutvecklingens faser?”

Kapitel 4. Produktutvecklings metoder, i dessa kapitel tar produktutvecklingen sin början. Här implementeras faserna och dess metoder från kapitel 3 till produkten som ska utvecklas i detta examensarbete. Dessa faser tar stegvis fram produkten från planeringen i början till detaljdesignen i slutet.

Kapitel 5. Resultat, i detta kapitel presenteras vilka resultat som erhållits från produktutvecklingen.

Kapitel 6. Diskussion, här reflekteras och diskuteras examensarbetets föregående kapitel och resultatet som erhållits.

Kapitel 7. Hänvisning till använda källor

## 1.5 Avgränsning

Detta examensarbete avgränsas till att från ett produktutvecklingsperspektiv utveckla en produkt. Med hjälp av 3D-modellering konstruera och designa produkten samt skapa konstruktionsritningar som stöder tillverkan av en låsprototyp.

Produktutvecklingsprocessen består av några faser som jag inte genomför i detta examensarbete, dessa är marknadsundersökning/marknadsanalys. Eftersom Närko har gett mig detta uppdrag kan jag utgå från att de har identifierat ett behov på marknaden och gett mig krav som baseras på kundbehov.

## 2 Bakgrundsinformation och problemformulering

Centrallåset är en produkt som kunden kan välja att utrusta sina vagnar med i form av tilläggsutrustning, centrallåset är ingenting som alla Närkos vagnar och lastbilar med helöppningsbar sidodörr är utrustade med. Detta är en produkt som installeras vid kundönskemål. Centrallåset som Närko i dagens läge använder har av olika orsaker inte fullständigt mött de krav som Närko ställer på ett centrallås, därför söker de en ny innovativ lösning som möter alla tidigare nämnda krav.

Redan i detta skede vill jag klargöra uppbyggnaden av sidodörren, sidodörrens handtag och andra viktiga komponenter som berör sidodörren för att ge en bättre inblick i var detta centrallås ska implementeras samt hur konstruktionen ser ut där låset ska utföra sina funktioner. Detta är viktigt att känna till eftersom vagnens konstruktion till hög grad påverkar låsets utseende och konstruktion. Centrallåset ska fungera i vagnens mitt. I figur 3 syns tydligare var på vagnen låset ska fungera.



Figur 3. En FRC vagn med den 10-delade sidodörren öppen. (Närko, 2022).

På figur 3 syns en FRC-vagn med den 10-delade sidodörren öppen, notera att sidodörren har öppnats från vagnens mitt och i det öppna läget befinner sig sidodörrarna längst fram respektive längst bak på vagnen för att göra hela vagnens lastutrymme tillgängligt vid lastning. Låset ska utföra sina funktioner i den röda cirkel som syns på figur 3.

### 2.1 Vad är en sidodörr?

I figur 3 och 4 syns som beskrivet en 10-delad sidodörr, skillnaden på figur 3 och 4 är att sidodörren är öppen på figur 3 och stängd på figur 4. Orsaken till att det kallas en 10-delad sidodörr är av den enkla orsaken att dörren på denna vagn är uppbyggd av 10 sidodörrs element som ses i figur 4. Dörren öppnas på vagnens mitt och öppnas åt både höger och vänster, sidodörrarna dras längs en skena i vagnens tak tills den vänstra sidodörren

befinner sig längst fram och den högra sidodörren längst bak av vagnen. En vagn kan bestå av en 6-, 10- eller 12-delad sidodörr. Vagnens längd är den avgörande faktorn vid val av vilket sidodörrsantal som ska användas.



Figur 4. En 10-delad sidodörr, elementen numrerade. (Närko, 2022).

Närko tillverkar vagnar med olika kombinationer av vagnmodell och sidodörrsantal. Närko tillverkar alltså lättisolerade, FNA och FRC vagnar med 6-, 10- eller 12-delade sidodörrar, allt beroende på kundens önskemål kring vagnens isolering och längd. Detta medför att centrallåset som utvecklas i detta examensarbete ska kunna implementeras på alla dessa kombinationer av vagnar och sidodörrsantal.



Figur 5. Vagn med helöppningsbar sidodörr lastas från sidan. (Närko, 2022).

## 2.2 Sidodörrens konstruktion

Eftersom centrallåset ska hålla sidodörren låst är det viktigt att förstå konstruktionen och funktionen på dörren samt hur dess handtag fungerar. Handtaget som man öppnar sidodörren med finns på sidodörrens utsida. När handtaget vrids för att öppna och stänga sidodörren roteras en låsstång som befinner sig inuti sidodörren. I låsstångens nedre del sitter en låsklaff som roterar med låsstången. Denna klaff håller fast dörren i ett låsmotstycke när dörren är stängd och när låsstången roteras för att öppna sidodörren befrias låsklaffen från låsmotstycket. Låsmotstycket är monterat inuti vagnens sidoprofil. Sidoprofilen är monterad på vagnens sida och går längs vagnens hela sida.

För att lättare förstå denna konstruktion presenteras figurer. Figur 6 och 7, dessa 2 figurer visar samma konstruktion fast från olika vyer. Notera att på dessa figurer finns ingen sidodörr med, handtagets konstruktion som öppnar och stänger dörren samt sidoprofilen där denna konstruktion är monterad. Notera även att låsstången som roterar när handtaget vrids är numrerad med 2 på båda figurerna och att de befinner sig inuti sidodörren.

3D-modellen på figur 6 och 7 är sedan tidigare konstruerad av Närkos konstruktionsavdelning, modellerna är gjorda i 3D-programmet Vertex G4.



Figur 6. 3D-modell av handtaget samt sidoprofilen. (Skärmbild från Vertex G4)

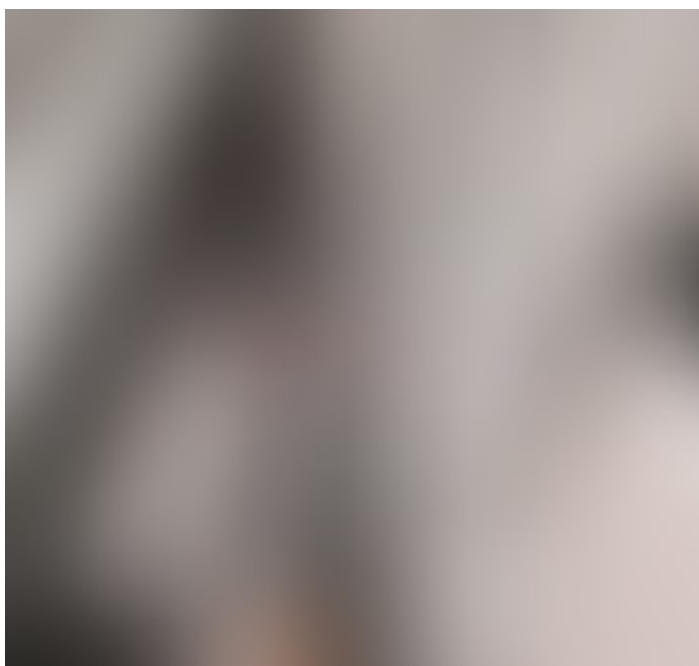
På figur 6 är Sidoprofilen numrerad med 1, låsstången 2, låsklaffen 3 samt låsmotstycket med 4.



Figur 7. Samma 3D-modell, presenterad i sidovy. (Skärmbild från Vertex G4).

På figur 7 är sidoprofilen numrerad med 1, låsstången 2, låsklaffen 3 samt låsmotstycket med 4.

På figur 7 syns att låsmotstycket numrerat med nummer 4 är monterat till sidoprofilens insida som är numrerad med nummer 1. Notera även att låsklaffen numrerad med nummer 3 håller hela sidodörren på plats när den befinner sig bakom låsmotstycket.



Figur 8. En helöppningsbar sidodörr som är öppen.

På figur 8 är låsmotstycket markerat med 1 och låsklaffen markerat med 2 samt illustrerat med pil var låsklaffen befinner sig när dörren är stängd.

Denna princip på dörrens handtag och funktion är densamma oberoende vagnmodell. De tre presenterade vagnmodellerna öppnar och stänger dörrarna enligt beskriven funktion och med samma konstruktion. Handtagets konstruktion är samma fast spegelvänd på höger samt vänster sidodörr. Därför bör centrallåset som konstrueras påverka både höger och vänster sidodörr, om detta inte tas hänsyn till kan dörren på motsvarande sida öppnas fast centrallåset är låst på ena sidan.

### 2.3 Mittstolpens konstruktion

En annan aspekt att ta hänsyn till är den så kallade mittstolpen. Mittstolpen precis som namnet säger befinner sig på vagnens mitt och dess uppgift är att ge stöd till vagnens tak. Mittstolpen används på längre vagnar för att avståndet mellan vagnens framända och bakända blir så pass långt att taket aningen böjs ner av gravitationen. Mittstolpen används därför för att lyfta upp taket genom att spänna upp mittstolpen mellan sidoprofilen och taket. I figur 4 på sida 5 syns mittstolpen mellan sidodörrselementen som är markerade med 5 och 6.

Det finns möjlighet att tillfälligt ta bort och lägga dit mittstolpen eftersom dessa vagnar med helöppningsbar sidodörr ofta lastas från sidan. Mittstolpens konstruktion skiljer sig aningen mellan FRC/FNA vagnar och lättisolerade vagnar. FRC och FNA vagnarna har en bredare mittstolpe som hålls på plats genom en hake som hakas fast inuti sidoprofilen. På figur 9 presenteras sidovyn av en FRC/FNA vagns mittstolpe.

3D-modellerna på figur 9 och 10 är sedan tidigare konstruerad av Närkos konstruktionsavdelning, modellerna är gjorda i 3D-programmet Vertex G4.



Figur 9. FRC/FNA-konstruktion. (Skärmbild från Vertex G4).

På figur 9 är sidoprofilen markerad med 1, notera att mittstolpen markerad med 2 tar stöd från sidoprofilens golv. Mittstolpen hålls på plats genom att mittstolpens hake markerad med 3 hakas fast i den blåa konstruktionen markerad med 4. För att tillfälligt ta bort mittstolpen trycks haken med handkraft uppåt och den frigörs från sin position.



Figur 10. Närbild FNA/FRC mittstolpens fasthållning. (Skärmbild från Vertex G4).

Detta är viktigt att känna till eftersom haken som håller fast mittstolpen inuti sidoprofilen kräver ledigt utrymme för att möjliggöra att haken frigörs och fästs på rätt sätt. Detta bör tas i beaktande om man t.ex. utvecklar ett centrallås som befinner sig inuti sidoprofilen.

## 2.4 Krav på modularisering

Ett av kraven som Närko ställer på produkten är att den ska kunna användas på samtliga vagnmodeller. Modularisering betyder att man så långt som möjligt kan använda produkten med samma komponenter på alla Närkos vagnar. Detta är även viktigt ur ett kostnadsperspektiv. Tanken är att konstruera låset så att de samma komponenterna kan användas oberoende vagnmodell. Detta medför mindre antal komponenter att tillverka och minskar ställtiderna vid t.ex. metallskärning och metallbockning vilket även minskar kostnaderna.

Vad är det då som skiljer dessa vagnmodeller åt ur centrallåsets perspektiv? Mittstolpen som jag behandlade i kapitel 2.3 är en stor faktor gällande låsets modularisering. Avståndet mellan högra och vänstra låsstängerna är nämligen längre om det finns en mittstolpe på vagnen. En vagn utan mittstolpe har ett kortare avstånd mellan låsstängerna. Detta betyder



att låsets längd kommer påverkas av modulariseringen men även det tillgängliga utrymmet där låset ska fungera kommer att påverka.

### 3 Produktutveckling teori

Detta slutarbete behandlar i synnerhet produktutveckling och design. Produkten utvecklas ur ett produktutvecklingsperspektiv. För att jag ska lyckas framställa en lyckad produkt som Närko får nytta av krävs först allmänt kunnande i produktutveckling samt dess teorier.

#### 3.1 Vad kännetecknar en framgångsrik produktutveckling?

En av de viktigaste aspekterna med produktutveckling är kvalitén, med produktens kvalitet anses hållbarheten, pålitligheten men framför allt om produkten möter kundens krav och önskemål. En produkt med god kvalitet kan lättare ta marknadsandelar från konkurrenter och möjliggöra att kunden är beredd att betala mera för produkten.

Produktens tillverkningskostnad är en annan viktig aspekt, eftersom en produktutvecklare vill göra vinst på produkten bör man kalkylera produktens tillverkningskostnad. Med produktens tillverkningskostnad avses kostnader relaterade till själva tillverkningen av produkten, t.ex. råvaror och material, maskiner och verktyg som kan behöva införskaffas till produktionen samt löner.

Produktens utvecklingskostnad hänvisar till kostnader relaterade till själva produktutvecklingen, detta är kostnader som relateras till marknadsundersökningar, produktplanering, konceptgenerering, koncepttestning och R&D. (Research and Development).

Utvecklingstiden berättar hur bra produktutvecklaren är på att anpassa sig enligt marknadstrender och marknadens konkurrens samt hur snabbt utvecklarna har möjlighet att skaffa en omsättning från produktförsäljningarna.

Dessa 4 aspekter hänvisar till utvecklarens förmåga att utveckla en bra produkt och sälja den samt göra vinst på försäljningen. (Ulrich, Eppinger & Yang, 2020).

#### 3.2 Produktutvecklingens utmaningar

Produktutveckling innebär ett antal olika utmaningar som produktutvecklaren ställs inför under utvecklingsprocessen.

Dagens industriella värld förändras och utvecklas ständigt, makroekonomiska miljön varierar, marknadens och kundens önskemål och preferenser utvecklas, teknik förbättras och konkurrenter utvecklar nya produkter. Som produktutvecklare kan det vara svårt att fatta beslut gällande produkten under utveckling i denna ständigt trendsiftande värld.

Att överväga fördelar och nackdelar är en utmaning inom produktutvecklingen. Ulrich, Eppinger och Yang skriver i boken *Product Design and Development* att det går att bygga ett flygplan så att vikten minimeras men att detta påverkar komponentkostnaderna. (Ulrich m.fl.,2020).

Detta är ett bra exempel på att vissa fördelar kan utesluta andra fördelar och detta är något som produktutvecklaren bör identifiera och förstå. Dessa avvägningar görs utifrån prioriteringar och besluten fattas så att resultatet av produktutvecklingen blir så framgångsrikt som möjligt.

Tidspress är en annan utmaning som produktutvecklaren ställs inför, som produktutgivare vill man få produkten klar för försäljning så snabbt som möjligt, detta gör att produktutvecklarna bör fatta snabba beslut och ofta utan fullständig information.

Att investera i en produktutveckling är dyrt, därför bör resultatet av produktframställningen tillfredsställa kunderna och marknaden samt vara billig att tillverka. Detta är aspekter som produktutvecklaren bör ta hänsyn till under hela utvecklingsprocessen. Små detaljer kan i långa loppet bli mycket kostsamt i tillverkningskostnader, produktutvecklaren ställs inför val som gäller till synes små detaljer. Valet av de minsta komponenterna som skruvar, muttrar, brickor och andra fästelement kan i slutänden spela stor roll kostnadsmissigt. En komplex produkt kan befatta flera tusen av dessa beslut.(Ulrich, m.fl. 2020).

### 3.3 Produktutvecklingens faser

Produktutvecklingen består av ett antal olika faser, från varje fas erhålls en eller flera utgångar i form av ett resultat som behövs som input till följande fas i utvecklingsprocessen. Produktutvecklingsprocessen består i huvudsak av 7 faser, planering, konceptutveckling, konceptval, grov design, detaljdesign, tester samt ändringar och förfiningar och slutligen upprampning av produktion. Varje fas består av en rad olika fasspecifika aktiviteter och uppgifter som produktutvecklings teamet arbetar med under produktutvecklingens gång.

**Planeringsfasen** är den första fasen i produktutvecklingsprocessen. I detta skede kartlägger man marknadsmöjligheter och definierar marknadssegmenten som produkten lämpas bäst till. I planeringsfasen kan man designmässigt undersöka möjligheter till en produktplattform, produktplattformens syfte är att öka mängden produktvarianter och modeller och att hålla antalet olika komponenter så lågt som möjligt. Redan i planeringsfasen bör man ha en grov bild på hur produkten ungefär ska se ut. I planeringsfasen bör man även kartlägga eventuella begränsningar i produktionen samt kartlägga en strategi för försörjningskedjan. Som resultat av planeringsfasen får man ut en processbeskrivning som används till input i följande fas. Processbeskrivningen beskriver vilka förväntningar man har på produkten samt vilka begränsningar man tror produkten

har, även affärs mål och vilken marknad produkten inriktas till ingår i processbeskrivningen. (Ulrich, m.fl. 2020).

Med hjälp av processbeskrivningen skapas produktspecifikationer. Produktspecifikationerna grundar sig till stor del på kundbehov och är egenskaper som produktutvecklaren har som krav eller önskemål med produktutvecklingen och dess resultat. I detta skede får även specifikationerna ett värde som ger bättre direktiv och vägledning till nästa fas.

**Konceptutvecklingsfasen** bygger vidare från processbeskrivningen och produktspecifikationerna. I konceptutvecklingsfasen identifierar man de huvudsakliga användarna av produkten, man kartlägger deras behov som kunder och man undersöker konkurrensen genom att kartlägga konkurrerande aktörers produkter samt hur stor marknadsandel de utgör. Med koncept anses beskrivningar på produktens funktioner och utseende. I denna fas bör man även kartlägga tillverkningskostnaderna och bedöma genomförbarheten produktionsmässigt, blir det enkelt att producera produkten eller krävs en komplicerad och svår tillverkningsprocess. I detta skede börjar man även experimentera med prototyper på produkten och vidareutveckla den utseendemässiga designen med hjälp av 3D modellerings- och simulationsprogram. Nu kan man även börja undersöka eventuella patentrelaterade åtgärder. (Ulrich, m.fl. 2020).

**Konceptutvärderingsfasen** utförs för att filtrera ut ett eller ett fåtal koncept som man utvecklat i konceptutvecklingsfasen. Som grund för vilka koncept man ska gå vidare i utvecklingsprocessen med används de egenskaper och specifikationer som framkommer i processbeskrivningen. De koncept som anses ha mest värde och kvalitet i förhållande till kraven som ställs på produkten. I boken produktutveckling effektiva metoder för konstruktion och design beskriver Johannesson, Persson och Pettersson vilka svårigheter och utmaningar denna fas innebär. Värdet på ett särskilt koncept påverkas av flera olika egenskaper, den relativa betydelsen varierar stort från egenskap till egenskap, produktens intressenter värderar dessa egenskaper olika och som tidigare beskrivet måste ofta besluten fattas utan fullständig information.

Som grund för vilka koncept man väljer kan man analysera koncepten genom teknologiska rit-, modellerings- och simulationsprogram. Man bör undersöka och analysera både de teoretiska och de praktiska egenskaperna de olika koncepten innebär. En systematisk filtrering med hjälp av matriser eller en kombination av flera värderingsmetoder är i många fall det bästa alternativet. (Johannesson, Persson & Pettersson, 2013).

**Grovdesignfasen** består av en rad olika designspecifika uppgifter förutom att vidareutveckla designen ytterligare så identifierar man delsammanställningar, delsystem och gränssnitt som den slutliga produkten består av. Preliminär utformning av komponenter från ett tekniskt perspektiv genomförs samt preliminära sammanställningsritningar skapas. I detta skede bör man även göra analyser över komponenterna vare sig man ska tillverka dessa själv eller om de bör införskaffas genom

underleverantörer, denna analys görs ur ett kostnads- och tidsperspektiv. Om man kommer fram till att vissa komponenter ska införskaffas från underleverantörer bör man undersöka vilken eller vilka underleverantörer som passar bäst för produkten och det tillverkande företaget. (Ulrich, m.fl. 2020).

När man är i grovdesignsfasen kan man använda sig av ett 3D-modelleringsprogram där man undersöker och skapar produktens design och konfigurering. Här undersöker man även om komponenterna kolliderar eller på något sätt inte passar ihop. Med konfigurering anses att man väljer standardkomponenter och dimensionerar dessa, om unika detaljer krävs som är produktspecifika bör man konstruera dessa, man definierar produktens layout och arkitektur.

Johannesson, Persson och Pettersson beskriver i sin bok *Produktutveckling effektiva metoder för konstruktion och design* skillnaden mellan layout och arkitektur. Med layout avses hur man placerar komponenterna inom produktens utrymme och hur dessa placeras i förhållande till varandra. Komponentplaceringen eller grupperingen bestäms utgående från utrymmes- eller orienteringsmässiga orsaker och är i högsta grad geometriska.

Med en produkts arkitektur avses hur delsammansättningar av komponenter fungerar ihop och hur dessa är arrangerade att operera med varandra för att utgöra produktens helhet. (Johannesson, m.fl., 2013).

**Detaljdesignfasen** utgörs av tekniska uppgifter som materialbeslut, definiera komponent geometrier, ange toleranser, ange fullständig styckelista där alla komponenter, delar, åtgångs material och delsammansättningar framkommer. Man utvecklar kvalitetsgranskningsprocesser som säkerställer produktens kvalitet. I detta skede inleder man åtgärder och undersökningar som möjliggör ökning av produktivitet samt inleder införskaffningar av eventuella verktyg och maskiner. Marknadsföringsplanen utvecklas i denna fas. Resultatet av denna fas är teknisk dokumentation i form av ritningar, produktionsspecifika beskrivningar, specifikationer på eventuella inköpta komponenter och en processplan över tillverkning av komponenter och monteringar.

**Testfasen** är den näst sista fasen där man undersöker produkten och utför tester på den. Man utför tester som bevisar produktens kvalitet, pålitlighet, hållfasthet, med mera. Man bör även undersöka hur produkten påverkar miljön. Visar det sig i något skede av testerna att produkten bör genomgå förbättringar och finjusteringar bör man utföra dessa och utföra nya tester som styrker att produkten möter krav och förväntningar som ställs på den. Utöver finjusteringar på produkten bör man undersöka om produktions- och monteringslinjen kräver förbättringar eller justeringar för att öka produktivitet. Anställda i produktionsprocessen bör skolas och tillhandahållas klara direktiv.

**Upprampning av produktion** är den sista fasen där produktionen gradvis ökar i takt med att produktionsarbetare praktiskt lär sig hur produktion av produkten går till samt lösa eventuellt kvarstående problem i produktionslinjen. Produkterna som produceras i ett

tidigt skede av upprampningen undersöks noga för att identifiera eventuella brister. (Ulrich, m.fl. 2020).

## 4 Produktutvecklings metod

I detta kapitel implementeras tidigare beskrivna faser och dess aktiviteter. Inledningsvis börjas det med projektplaneringen därefter identifieras möjligheter varpå jag utvärderar och prioriterar möjligheterna. Därefter definieras specifikationer och egenskaper som produkten ska inneha varpå jag genererar och väljer låskoncept. När jag har ett koncept som jag vill utveckla vidare påbörjas konstruktionen och designen av den slutliga produkten.

Under hela processen har jag använt mig av 3D-modellering i Vertex G4 för att undersöka och simulera hur komponenterna och produkten jag utvecklar passar på de olika vagnmodellerna. Utöver det har jag fört en nära diskussion med Närkos anställda och min handledare från Närkos sida.

Produkten utvecklas från ett produktutvecklingsperspektiv och metoderna som används grundar sig på de faser som beskrevs i kapitel 3.

### 4.1 Projektplanering

Första fasen är som tidigare beskrivet projektplaneringen, de mest väsentliga uppgifterna som hör till projektplaneringen är att identifiera möjligheter och att analysera, utvärdera och prioritera projekt som anses vara värda att fortsätta jobba på. Denna fas är nära förknippad med marknadsanalys och fastställandet av kundbehov vilket jag inte utför utan jag ser närmare in på vilken karaktär detta behov av att kunna säkra transportgods från obehörig kontakt har och vad det betyder för Närko.

### 4.2 Identifiera möjligheter

För att öka chanserna till en lyckad produkt bör man identifiera möjligheter. Med möjligheter avses idéer på nya produkter eller förbättringar till redan befintliga produkter, en möjlighet kan också vara att nya behov uppstår på en marknad.

Att identifiera möjligheter består i sig av ett antal uppgifter. Först skapas en föreskrift som ger en uppfattning över vad målet är. I detta fall kan föreskriften vara "skapa en förbättrad variant av produkten fjärrstyrt centrallås åt helöppningsbar sidodörr, produkten ska lanseras på en redan befintlig marknad inom ett halvår". Därefter börjar man generera och utforska möjligheter, man ska sträva till att skapa åtminstone ett tiotal möjligheter.

Enligt Ulrich, Eppinger och Yang finns det olika typer och risknivåer på de identifierade möjligheterna. De beskriver i boken *Product Design and Development* att det finns två

typer av möjligheter, den första typen av möjlighet är när produktutvecklingsteamet redan är bekanta med lösningen som produkten eftersträvar, den andra typen av möjlighet anses vara när teamet redan är bekanta med behovet som produkten ska stilla. Ulrich med flera anser därtill att det finns tre risknivåer på dessa möjligheter. Första nivån anses vara minst riskfylld där produktutvecklingsteamet eftersträvar förbättringar, nya varianter eller kostnadsreduceringar av redan befintliga produkter. Den andra risknivån är mera riskfylld och innefattar nya produkter och koncept som produktutvecklingsteamet inte är lika bekanta med, denna risknivå kräver även mera tid. Tredje risknivån är mest riskfylld och tidskrävande, denna risknivå innefattar möjligheter på nya marknader och helt nya produkter som marknaden eller världen aldrig bekantats med förut. (Ulrich, m.fl. 2020).

Jag kan konstatera att jag som produktutvecklare redan är bekant med behovet som produkten ska tillfredsställa men även till en viss grad bekant med lösningen som produkten eftersträvar. Grunderna till dessa konstateranden är:

- Närko har redan en lösning som används med begränsad framgång.
- Produkten ska stilla ett redan känt behov på en redan känd marknad.

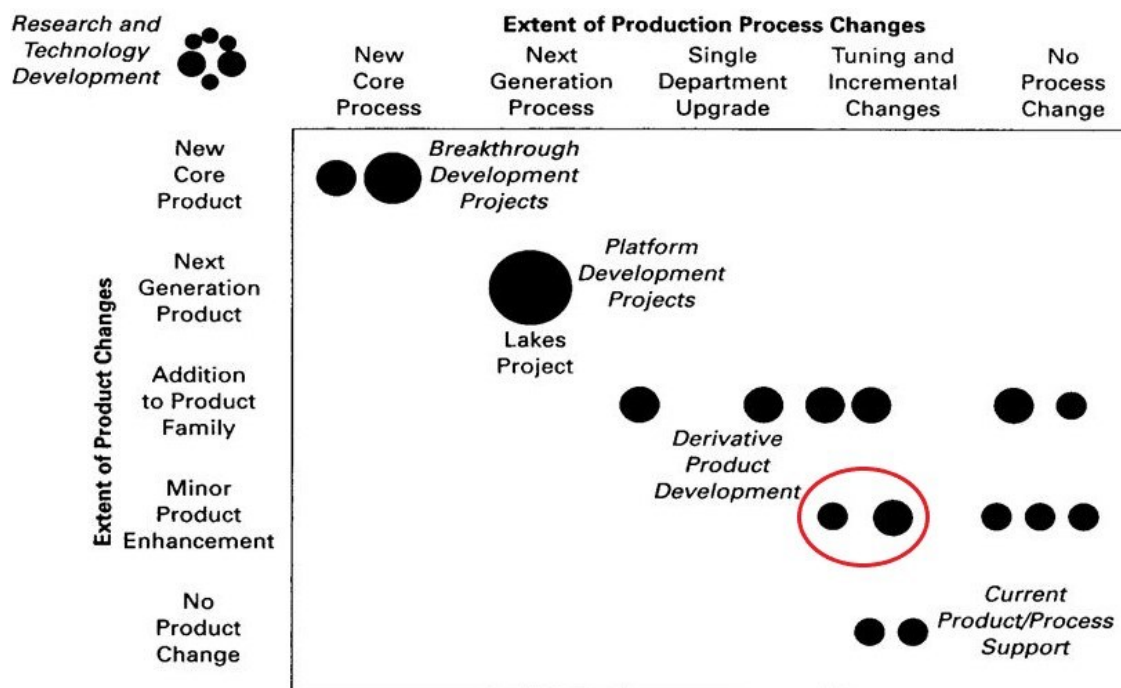
Eftersom resultatet av denna produktutveckling strävar till en förbättrad och kostnadseffektivare variant av en redan existerande produkt anses möjligheten ligga i risknivå 1. Med risk anses sannolikheten att produktutvecklingen inte lönar sig ekonomiskt eller att produkten inte uppfyller kundbehov och krav ställda från kunden.

### 4.3 Utvärdera och prioritera möjligheter

Eftersom jag redan har en möjlighet som jag grundar produktutvecklingen på är utvärderingen av möjligheter inte en delprocess som jag utför men jag ville ändå se närmare in på processen i korthet.

I många fall av produktutveckling genereras och identifieras som tidigare beskrivet många möjligheter. Detta medför att produktutvecklaren bör utvärdera och prioritera en eller ett fåtal möjligheter. Alla identifierade möjligheter utvärderas och många filtreras bort för att kunna prioritera de bästa möjligheterna, de bästa möjligheterna anses passa företaget bäst eller anses ha störst sannolikhet till framgång och ekonomisk lönsamhet.

För att skaffa sig en övergripande bild av möjligheterna som har prioriterats kan man använda sig av en produkt-process matris. Matrisen kartlägger vilken karaktär en specifik möjlighet har med anseende på produktförändringar och produktionsförändringar samt ger en inblick i de relativa kostnaderna beroende på vilken karaktär möjligheten har.



Figur 11. Produkt-process matris. (Ulrich, Eppinger, & Yang, 2020).

Figur 11 visar produkt-processmatrisen samt markerat med röd cirkel vilken karaktär möjligheten för denna produktutveckling har. Storleken på svarta cirklarna beskriver kostnaden. Till vänster i bilden på den lodräta axeln beskrivs i vilken grad produkten förändras och på den vågräta axeln ovanför beskrivs hur produktionsprocesserna justeras och ändras. Enligt tidigare beskrivet är min möjlighet en förbättrad variant av en redan befintlig produkt och det innebär att ändringar, justeringar och omkonstruktion görs på den befintliga produkten och detta kan medföra stegvisa justeringar i produktionsprocessen vilket också medför en viss kostnad.

#### 4.4 Projektplanering resultat

Från den första fasen i produktutvecklingen erhålls ett resultat, resultat används sedan som input i nästa fas i processen. Resultatet som erhålls från projektplaneringen är en kortfattad projektbeskrivning som innehåller klara direktiv gällande projektets karaktär. Projektbeskrivningen innehåller information om själva produkten samt dess huvudsakliga funktion, produktens fördelar som ger kunden orsak att köpa produkten, affärs mål, beskrivning av marknaden där produkten planeras att lanseras, antaganden och eventuella begränsningar om produkten samt intressenterna. Nedan finns projektbeskrivningen för centrallåset som utvecklas i detta slutarbete.

### **Projektbeskrivning: Fjärrstyrt centrallås för helöppningsbar sidodörr**

<b>Produktbeskrivning</b>	Förbättrad variant av centrallås åt sidodörr
<b>Fördelar</b>	Fjärrstyrt, säkert, lång livslängd
<b>Målmarknad</b>	Transportsektorn
<b>Antaganden</b>	Möjlighet till modularisering
<b>Intressenter</b>	Befintliga och nya kunder, försörjningskedjan

Denna metod används och presenteras av Ulrich med flera i boken Product Design and Development. (Ulrich, m.fl. 2020).

## 4.5 Produktspecifikationer

Nästa steg är att upprätta och definiera preliminära produktspecifikationer, dessa specifikationer grundar sig till stor del på kundens önskemål men kan även grundas på hur produkten ska tillverkas, fungera och i vilken miljö produkten kommer att utföra sina funktioner. Antaganden och kunskaper från dessa områden skapar tillsammans en kravspecifikation som kan vara antingen ett krav eller ett önskemål från utvecklarens sida. För att lyckas med att fastställa en bra produktspecifikation utför jag en metod som används och presenteras i boken produktutveckling effektiva metoder för konstruktion och design skriven av Johannesson med flera. Jag skapar en tabell där specifikationerna framkommer samt om de är krav eller önskemål. Först listas kundbehoven och kriterium relaterade till dessa behov ställs. Vartefter tabellen skapas för att göra produktspecifikationen lättöverskådlig. Johannesson med flera påstår att en välformulerad produktspecifikation kan bidra till en kortare utvecklingstid, minskade kostnader och ökad produktkvalitet. (Johannesson, m.fl., 2013).

### **Kundbehov**

1. Säkert – Låset ska motstå en kraft som motsvarar ett inbrottsförsök
2. Enkelt att använda – Manövreras med endast 1 knapptryck
3. Service – Servicefritt
4. Lång livslängd – Lika lång livslängd som vagnen



5. Integrerbart på flera vagnmodeller – Modularisering med max två varierande komponenter
6. Prismässigt överkomlig – Produktionskostnad under ■■■€
7. Driftmässigt pålitlig – motstå köld

Tabell 1. Produktspecifikation för centrallås åt helöppningsbar sidodörr.

No	Kriterium	Krav/önskemål
1	Säkert – Låset ska motstå en kraft som motsvarar ett inbrottsförsök	K
2	Enkelt att använda – Manövreras med endast 1 knapptryck, liten tidsåtgång	Ö
3	Service – Servicefritt	Ö
4	Lång livslängd – Lika lång livslängd som vagnen	K
5	Integrerbart på flera vagnmodeller – Modularisering med max två varierande komponenter	K
6	Prismässigt överkomlig – Produktionskostnad under ■■■€	K
7	Driftmässigt pålitlig - motstå köld	Ö

Från tabell 1 ser man vilka kriterium som ställs på produkten och om dessa är ett krav som bör uppfyllas eller ett önskemål som bör uppfyllas i mån om möjlighet. Dessa kriterium skapar tillsammans produktens specifikation. Specifikationen används som input i nästa fas av utvecklingsprocessen.

För att få en djupare förståelse för kravspecifikationerna kombinerar jag denna metod med ytterligare en metod som Ulrich med flera presenterar i boken Product Design and Development. Metoden som används där grundar sig på två olika värden, ett idealvärde och ett bottenvärde. Idealvärdet beskriver det bästa möjliga resultatet som jag kan hoppas på att produkten uppfyller och bottenvärde är det lägsta tillåtna värde som kan accepteras föra att produkten ska bli godkänd av mig som produktutvecklare. Denna metod bygger även den på att specifikationerna och kraven sammanställs till en tabell så att de blir lättöverskådliga. (Ulrich, m.fl. 2020).

Tabell 2. Kravspecifikationer för centrallås åt helöppningsbar sidodörr med botten- respektive idealvärde definierat.

No	Mätvärde	Bottenvärde	Idealvärde
1	Säkert – Låset ska motstå dragande kraft	>1 kN	>2 kN
2	Enkelt att använda – Tidsåtgång för låsning och öppning	<10s	<5 s
2	Enkelt att använda – antalet knapptryck för öppning/låsning	2	1
3	Servicevänligt – Tidsåtgång	<20 min	<15 min
3	Servicevänligt – antal verktyg	≤2	≤1
4	Lång livslängd – år	>8	>10
5	Integrerbart på flera vagnmodeller, antalet varierande delar	≤2	≤1
6	Prismässigt överkomlig – Produktionskostnad	<■€	<■€
7	Driftmässigt pålitligt – Motstå köld	<-20 °C	<-28°C

Denna lista är resultatet av processen att upprätta produktspecifikationer baserat på två olika metoder som jag kombinerat. Notera att i tabell 2 finns fler mätvärden än vad det finns kriterier i tabell 1. Detta beror på att vissa kriterier kan mätas på flera sätt, t.ex. servicevänligheten kan mätas i tidsåtgång som krävs för servicen samt antalet verktyg som behövs vid servicen. Trots att låset designas för att vara servicefritt tas det i beaktande eventuella oväntade haverier i t.ex. låsets energitillförsel eller elcylinder. Denna lista kommer att användas som input i nästa process i utvecklingsarbetet.

Eftersom produktutvecklingen fortfarande är i ett så pass tidigt skede är det svårt att veta om alla av dessa krav kommer att lyckas till 100% eller om de kommer att lyckas överhuvudtaget, och det kan ju också bli så att resultatet överträffar kraven. Därför är det lämpligt att ha ett intervall definierat, om resultatet befinner sig inom intervallet för bottenvärde och idealvärde anses kravet mötas, däremot om resultatet är sämre än bottenvärdet bör man tänka om i utvecklingsprocessen och utforska möjligheterna till ett annat koncept som möter kraven bättre.

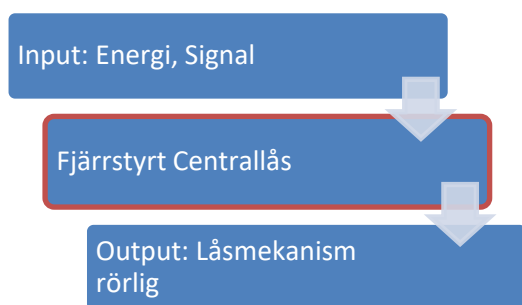
## 4.6 Produktkoncept

I detta kapitel ska jag generera fram några produktkoncept, i ett senare skede av processen filtrerar jag fram ett eller ett fåtal koncept som jag anser kommer fungera bäst och som jag vill fortsätta utveckla.

### 4.6.1 Vad är ett koncept och hur skapas dessa?

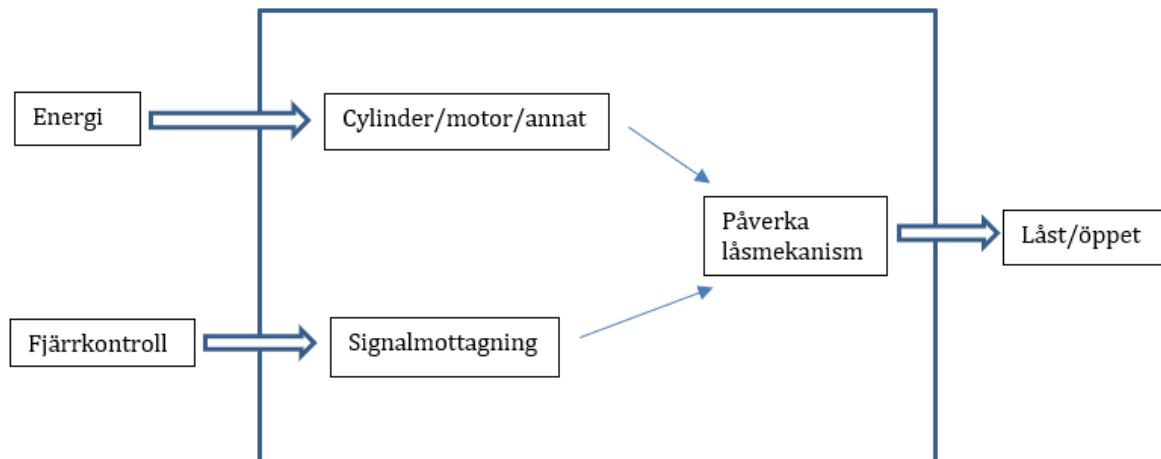
Ett koncept är en grov beskrivning av produktens utseende, form och funktion, denna grova beskrivning består av en modell, samt en kort förklaring. Modellen kan vara en 3D modell eller en detaljerad sketch. Konceptet kan ses som en simpel beskrivning på hur produkten ska tillfredsställa kundbehoven.

För att enklare kunna skapa produktkoncept bör jag först förstå och tänka på vilka problem produkten ställs inför. Huvudproblemet är att jag via fjärrstyrning vill påverka låsets mekanism med någon form av energi för att låsets låstapp ska röra sig mellan det låsta och öppna läget. För att få en överskådlig helhet gör jag ett funktionsdiagram som beskriver funktionen på låset samt vad som behövs som input för att få en önskvärd output. Diagrammet visar på en grov nivå vilka inputs som krävs till låset för att låsmekanismen ska röra sig. Input i form av energi och signal, med signal anses möjligheten att fjärrstyra låset och med energin anses antingen pneumatik, el, eller hydraulik. Vilken form av energi som används i slutprodukten presenteras närmare i ett senare skede. Metoden som används i konceptgenereringsfasen presenteras av Ulrich med flera i boken Product Design and Development. (Ulrich, m.fl. 2020).



Figur 12. Funktionsdiagram.

Inför processen där jag ska generera koncept väljer jag att dela upp problemet i delproblem, i detta fall blir det första delproblemet energitillförseln samt hur energin ska påverka låsmekanismen. Det andra delproblemet är hur låset ska styras med signal. Dessa två funktioner består av ytterligare ett par delfunktioner som jag presenterar i ytterligare ett funktionsdiagram, detta funktionsdiagram är dock mer specifikt och visar i mer detalj vilka funktioner dessa två delproblem består av.



Figur 13. Funktionsdiagram.

Funktionsdiagrammet ovan ger oss en överskådlig bild av vilka funktioner delproblemen består av. Energin bör transporteras från lastbilsvagnens antingen pneumatik-, hydraulik- eller elsystem. Denna energi bör konverteras till mekanisk energi med hjälp av en motor, cylinder eller liknande. Detta ställdon påverkar sedan låsmekanismen. Det andra delproblemet är fjärrstyrningen, där en signal kommer från fjärrkontrollen till en signalmottagning varefter energin påverkar låsmekanismen. Dessa två delproblem utgör funktionen för hela låset och resultatet blir ett öppet eller låst lås.

När jag nu har identifierat delproblemen samt dess funktioner kan jag börja med att finna lösningar på dessa delproblem med de produktspecifikationer som presenterades i föregående kapitel i åtanke. Tanken är att jag ska finna ett antal lösningar på dessa delproblem och i ett senare skede kombinera dessa och välja vilka lösningar som passar bäst ihop med varandra och vilka lösningar jag vill fortsätta utveckla.

#### 4.7 Generera koncept

I detta skede av produktutvecklingen har jag allt jag behöver för att påbörja generering av produktkoncept. Generellt sett vill jag som produktutvecklare generera så många produktkoncept som möjligt. Jag har definierat två delproblem i föregående kapitel, dessa delproblem påverkas dock inte av hur själva låskonstruktionen utformar sig. Jag anser i detta skede att oberoende hur låskonstruktionen utformas kan låset drivas med antingen el-, hydraulik- eller pneumatikcylinder även fjärrstyrningen fungerar på samma vis oberoende låskoncept. Därför begränsar inte dessa delproblem genereringen av låskoncept, faktorer som begränsar låskoncept är tillgängligt utrymme, låsets placering och utseende efter montering.

Metoden som användes för att generera koncept beskrivs av Johannesson med flera i boken Produktutveckling effektiva metoder för konstruktion och design. De kallar metoden för diskussionsmetoden som innebär att en ledare presenterar problemet för en grupp. Det

är gruppens uppgift att arbeta fram lösningar på problematiken. Ledaren tar under problemlösningsprocessen avstånd från gruppen men i ett senare skede hjälper han gruppen att fatta ett så bra beslut som möjligt gällande vilka problemlösningar man borde gå vidare med. (Johannesson, m.fl., 2013).

Som hjälpmedel användes 3D-modellering med Vertex G4. Här undersöks hur låsets komponenter passar ihop och hur de samverkar tillsammans.

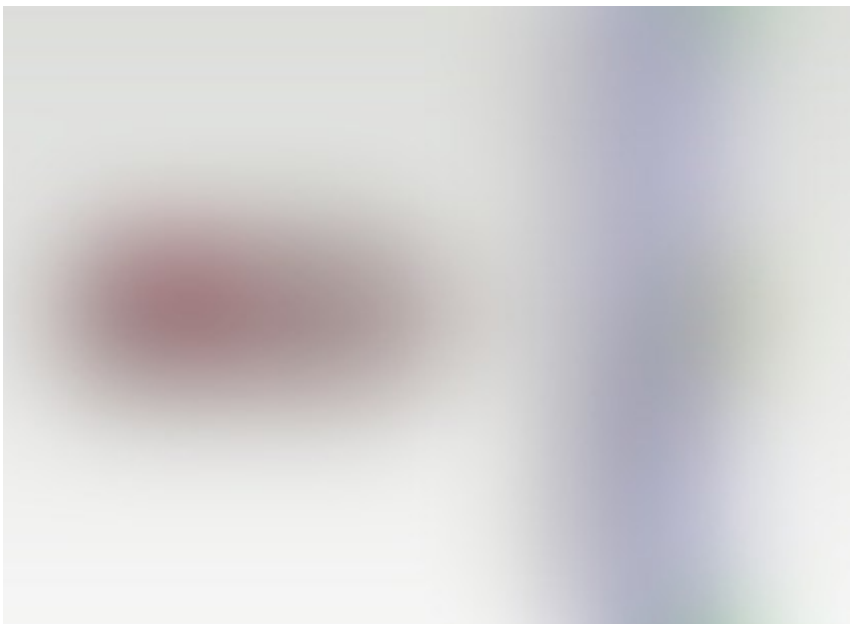
#### 4.7.1 Låskoncept 1

Låsets konstruktion monteras bakom sidoprofilen under golvet på vagnen. Cylindern rör sig i en 90 graders vinkel mot sidodörren, när cylindern är utkörd ligger låskonstruktionen bakom handtagets låsklaff, när handtaget nu försöker vridas för att öppna dörren tar låsklaffen mot låskonstruktionen och den kan därför inte vridas för att öppna sidodörren.



Figur 14. Låskoncept 1 sidovy. (skärmbild från Vertex G4).

På figur 14 ser man med röd markering var låskonstruktionen ligger mot handtagets låsklaff för att motverka dörrens öppnande.



Figur 15. Låskoncept 1 ovanifrån. (Skärmbild från Vertex G4).

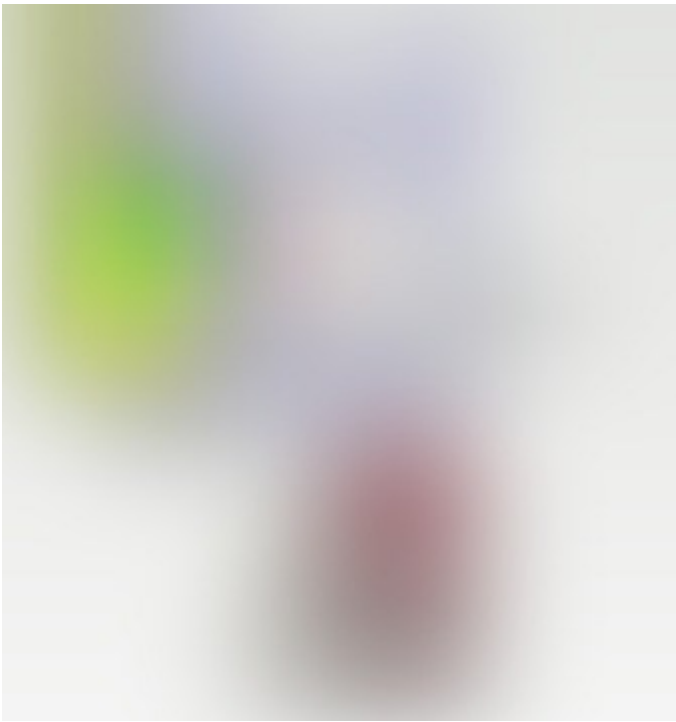
När cylindern går in igen frigörs låsklaffen och kan röras fritt för att öppna dörren enligt vanligt utförande.

#### 4.7.2 Låskoncept 2

Låsets konstruktion monteras under sidoprofilen. Cylindern verkar parallellt med sidodörren. Cylindern rör två låstappar på samma vis som föregående koncept förs in bakom handtagets låsklaff för att förhindra att den vrids för att öppna dörren.

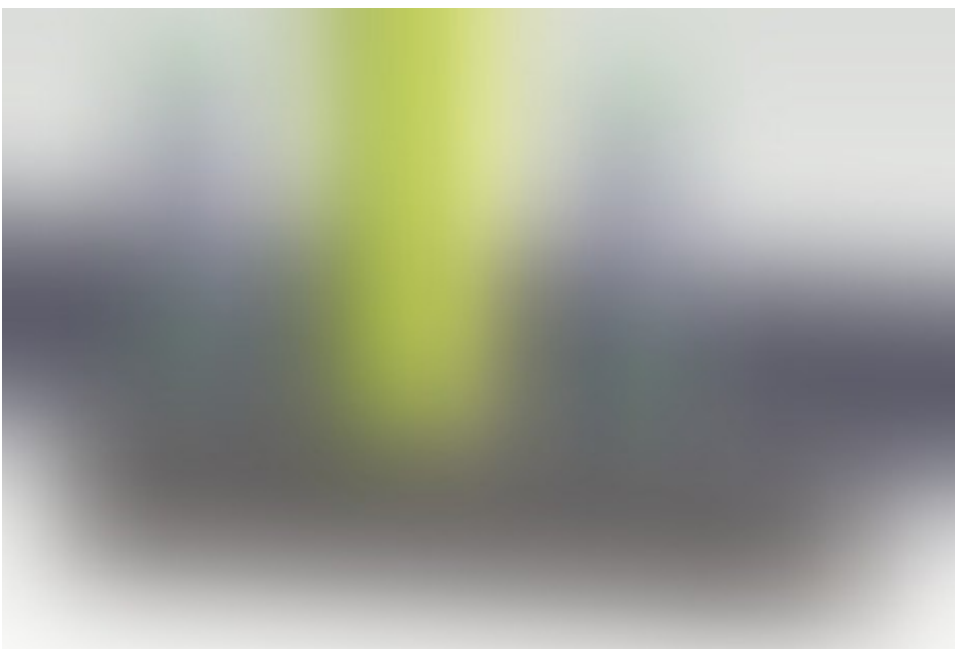


Figur 16. Låskoncept 2. (Skärmbild från Vertex G4).



Figur 17. Låskoncept 2 sidovy. (Skärmbild från Vertex G4).

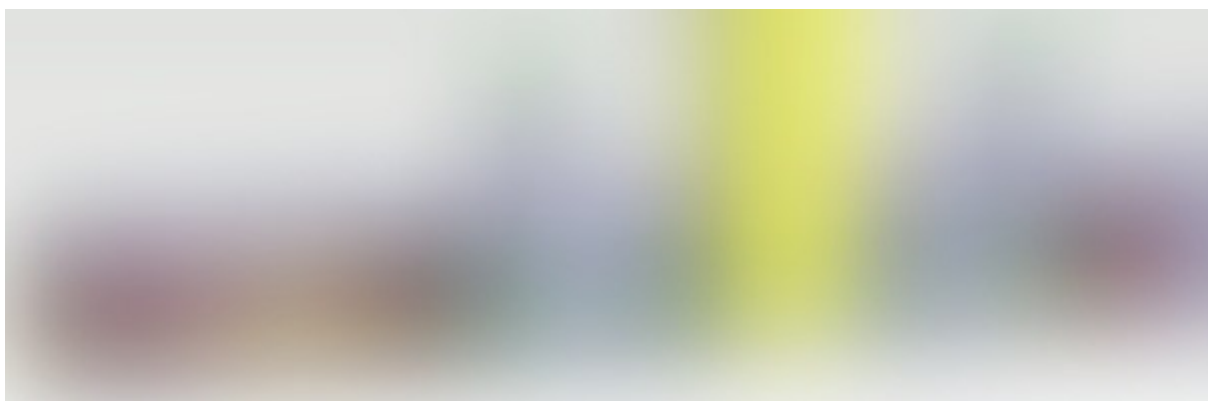
På Figur 17 syns markerat med rött där låstappen förhindrar handtagets låsklaff från att vridas för att öppna dörren. Figur 16 och 17 visar endast de komponenter viktiga för funktionen, till detta koncept hör ytterligare en skyddskåpa som monteras till sidoprofilen. Tanken är att skyddskåpan enkelt ska kunna monteras av vid eventuella serviceåtgärder eller reparation.



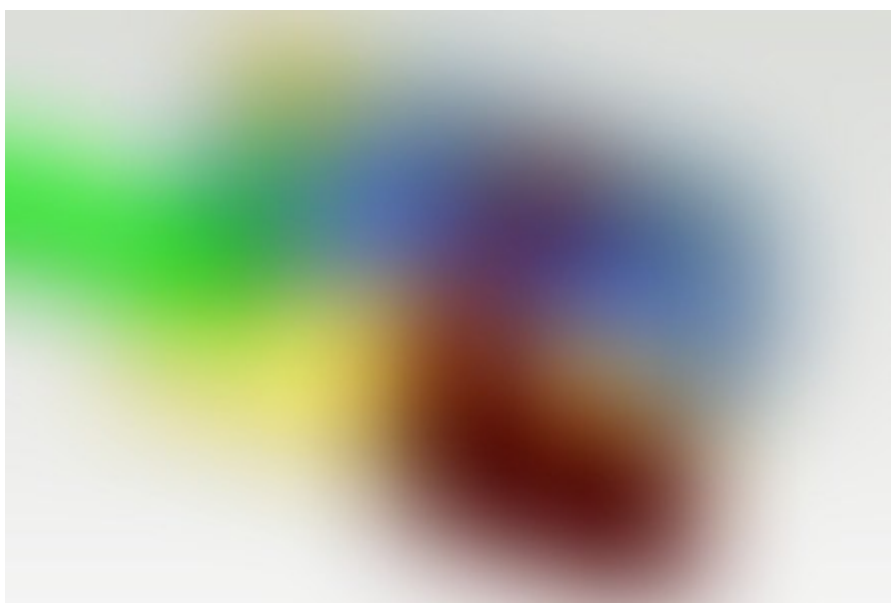
Figur 18. Låskoncept 2 med skyddskåpan monterad. (Skärmbild från Vertex G4).

### 4.7.3 Låskoncept 3

Låskonstruktionen monteras inuti sidoprofilen, cylindern verkar parallellt med sidodörren och skjuter två låstappar genom en ögla som nitas fast på sidodörren. Låstapparna hålls på plats med hjälp av låstappshållare. Låstapparna glider in i dessa och gör att när man drar i dörren för att öppna den påverkas låstapparna och låstappshållarna av den dragande kraften. På figur 19 syns koncept 3. De röda vinkeljärnen nitas fast på dörren, när sidodörren stängs och cylindern går ut styrs låstappen igenom vinkeljärnet som är nitat på sidodörren och vidare igenom låstappshållaren, nu är låset låst. En länk mellan högra och vänstra låstappen möjliggör att detta utförs med en cylinder.



Figur 19. Låskoncept 3. (Skärmbild från Vertex G4).



Figur 20. Låskoncept 3, närbild på låstapp. (Skärmbild från Vertex G4).

På figur 20 syns hur låstappen som är blå håller sidodörren på plats genom att ta stöd från låstappshållaren som är illustrerad med gråblå färg. Vinkeljärnet som nitas fast i sidodörren är illustrerat med vinröd färg. Länken mellan högra och vänstra låskonstruktionen är illustrerad med grön färg.



Bilderna som presenterats i detta kapitel är 3D-modeller på koncepten som är utformade för att beskriva funktionen och utseendet på en grundläggande nivå. De visar alltså koncepten på ett ungefär och det bör noteras att utseendet kan skilja sig från slutprodukten.

## 4.8 Konzeptutvärdering

I kapitel 4.7 presenterade jag tre olika låskoncept. I detta kapitel ska jag analysera och prioritera fram ett koncept som jag vill gå vidare i utvecklingen med. För att detta ska lyckas överväger jag för- och nackdelarna med alla koncepten. Samt hur pass bra de är i förhållande till de krav och önskemål som fastställdes i produktspecifikationen i kapitel 4.5. Jag använder mig av en systematisk metod där jag ger poäng åt koncepten beroende på hur bra de fyller ett visst kriterium. Kriterier som jag tar hänsyn till är hur säkert låset är, hållbarhet och livslängd, svårighetsgrad och tidsåtgång vid montering, låsets kostnad, hur mycket utrymme låset kräver och hur servicevänligt låset är med hänsyn till tidsåtgång och svårighetsgrad. Dessa kriterier korrelerar till stor grad med kundbehov för att säkerställa att kundbehoven och produktspecifikationerna möts.

Metoden som används för att välja koncept presenteras i boken Product Design and Development skriven av Ulrich med flera (Ulrich, m.fl. 2020).

Jag använder mig av det gamla låset som referens när jag ger poäng åt de nya koncepten. Poängsystemet baseras på att jag jämför respektive koncept med referensen, om konceptet är bättre än referensen ges poängen "+" som står för +1 poäng, om konceptet är ungefär lika med referensen ges poängen 0 som innebär 0 poäng och på samma vis om konceptet är sämre än referensen ges poängen "-" som betyder -1 poäng. Slutligen räknas poängen från de 6 kriterierna ihop och en rangordning etableras beroende på hur många poäng respektive koncept fick.

Tabell 3. Poängtabell för koncepten.

Kriterie	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3	Gamla lås
Säkert	0	0	+	0
Hållbart	-	0	0	0
Montering	0	-	+	0
Kostnad	-	-	+	0
Utrymme	-	-	0	0
Modularisering	+	+	+	0
Service	-	-	0	0
Poäng	-3	-3	4	0
Rang	3	2	<b>1</b>	

Efter utförd poänggivning noteras att koncept 3 är det bästa alternativet med 4 poäng. Koncept 1 och koncept 2 var de sämsta alternativen med -3 poäng och anses inte fylla tillräckligt många kriterier för vidare utveckling.

Jag har nu framgångsrikt filtrerat ut det koncept som korrelerar bäst med produktspecifikationerna och därför troligtvis kommer att fungera bäst. Därför är det logiskt att gå vidare i utvecklingen med koncept 3. Trots att poänggivningen i denna metod utsåg en klar vinnare vill jag ändå undersöka och tillämpa en liknande metod för konceptval. Denna metod presenteras av Johannesson med flera i boken Produktutveckling effektiva metoder för konstruktion och design. Deras metod grundar sig på ungefär samma poänggivningssystem men i denna metod jämförs inte konceptet med en referens och det är den största skillnaden med dessa två metoder. Utöver det fungerar poänggivningen på samma vis som i tidigare använda metod. (Johannesson, m.fl., 2013).

Tabell 4. Konceptval system enligt Johannesson med flera.

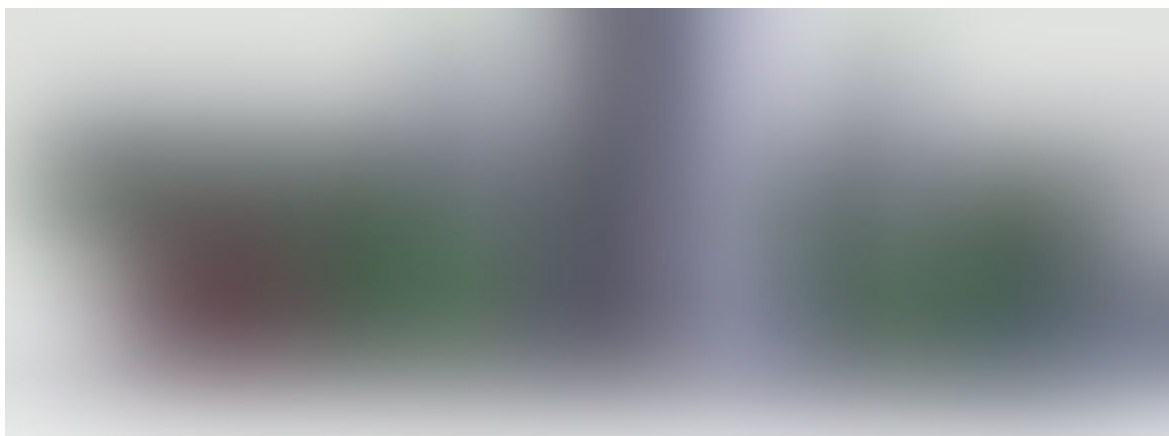
1	2	3	Koncept
+	+	+	Löser huvudproblemet
-	-	+	Uppfyller alla produktspecifikationer
+	+	+	Utförbart
-	-	+	Inom kostnadsintervall
-	+	+	Montering
3	2	<b>1</b>	<b>Rang</b>

Notera att i tabell 4 som skapats enligt Johannessons med flera. metoden sätts alla produktspecifikationer under samma kriterium. Resultatet blev samma med båda metoderna och detta betyder att produktutvecklingen fortsätter med koncept 3.

#### 4.9 Grovdesign och formgivning

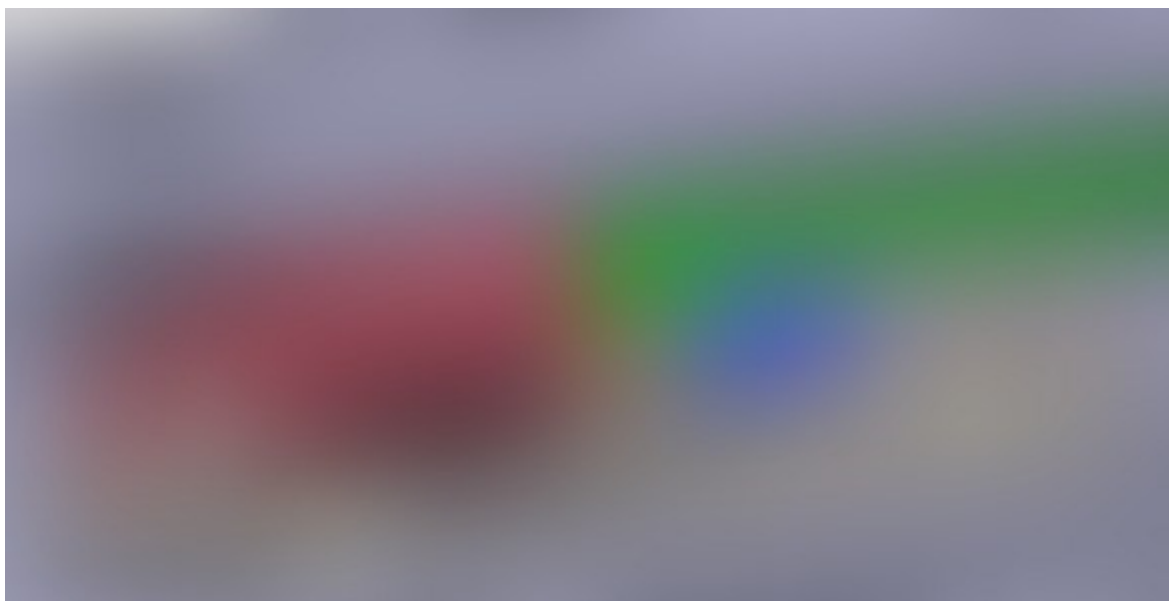
I detta kapitel får produkten sitt slutliga utseende, alla komponenter som produkten består av utformas och dimensioneras så att låset passar på plats där det ska fungera utan att störa vagnens övriga funktioner. I denna fas används Vertex G4 för 3D-modellering av centrallåset. Jag dimensionerar låset genom att lägga in låsets komponenter till 3D-modellen av en FRC-vagn med mittstolpe eftersom detta är vagnen som utgör mest problematik och utrymmesbrist för låset och det beror på mittstolpens infästning i sidoprofilen som presenterades i kapitel 2.3. Även avståndet mellan högra och vänstra låsstången är längst på denna vagn. Med hjälp av modularisering anpassas låset så att det passar till de övriga vagnarna med kortare avstånd mellan den högra och vänstra låsstången. På följande figur presenteras det slutliga låset. Markerat med siffror mellan 1-6 de komponenter som låset består av eller de väsentligaste komponenterna som berör låsets funktion och utseende.

Markerat med 1 är mittstolpen samt dess hake, 2 är låsmotstycket, 3 låsstaget, 4 låstapparna, 5 låstappshållare och 6 är cylinderhållaren.



Figur 21. Låset är öppet, komponenter numrerade. (Skärmbild från Vertex G4).

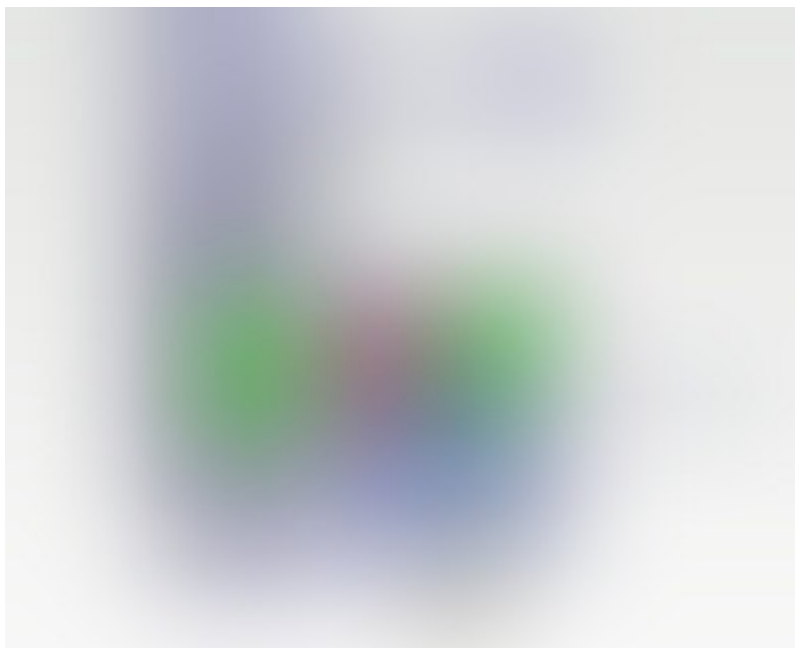
Först och främst konstrueras en cylinderhållare, cylinderhållaren monteras till golvet på sidoprofilen och dess huvuduppgift är att hålla cylindern på plats och att styra låstappen så att den framgångsrikt går i lås. Cylinderhållaren har en två i ett funktion som möjliggör enkel och snabb montering.



Figur 22. Monterad cylinderhållare. (Skärmbild från Vertex G4).

För att hålla kostnaderna så låga som möjligt är det viktigt att låset består av endast en cylinder, detta medför att ett stag mellan högra och vänstra sidodörren bör användas för att båda låstapparna ska bli rörliga. Detta medför dock ett visst bekymmer, detta stag bör gå förbi mittstolpens position och på FRC- och FNA-vagnarna är detta svårt eftersom mittstolpen som används på dessa vagnar hålls på plats genom haken som beskrivet i kapitel 2.3. Detta resulterar i utrymmesbrist. Lösningen på detta blir att staget går bakom låsmotstycket utom räckhåll för mittstolpens hake. Notera låsstängens placering i figur 23.

Låstapparna och cylinderinfästningen svetsas fast i låsstången, cylinderinfästningen syns i orange på figur 22 och 24. Låsstången med låstappar fästs enkelt till cylindern med hjälp av cylinderinfästningen.



Figur 23. Sidovy av låset. (Skärmbild från Vertex G4).

På figur 23 syns där låsstången går bakom låsmotstycket, markerat med röd cirkel, där hålls låstagnet ur vägen för mittstolpen och tar samtidigt stöd från låsmotstycket.

Eftersom både högra och vänstra sidodörr bör låsas konstrueras en låstappshållare vars uppgift är att låsa den högra sidodörren. Låstappshållaren monteras till sidoprofilens golv. Denna konstruktion är numrerad med nummer 5 i figur 21 på sidan 28. På figur 24 och 25 syns den vänstra och högra låstappshållaren som gör att låset går i lås.



Figur 24. Vänstra sidodörrens låstappshållare. (Skärmbild från Vertex G4).

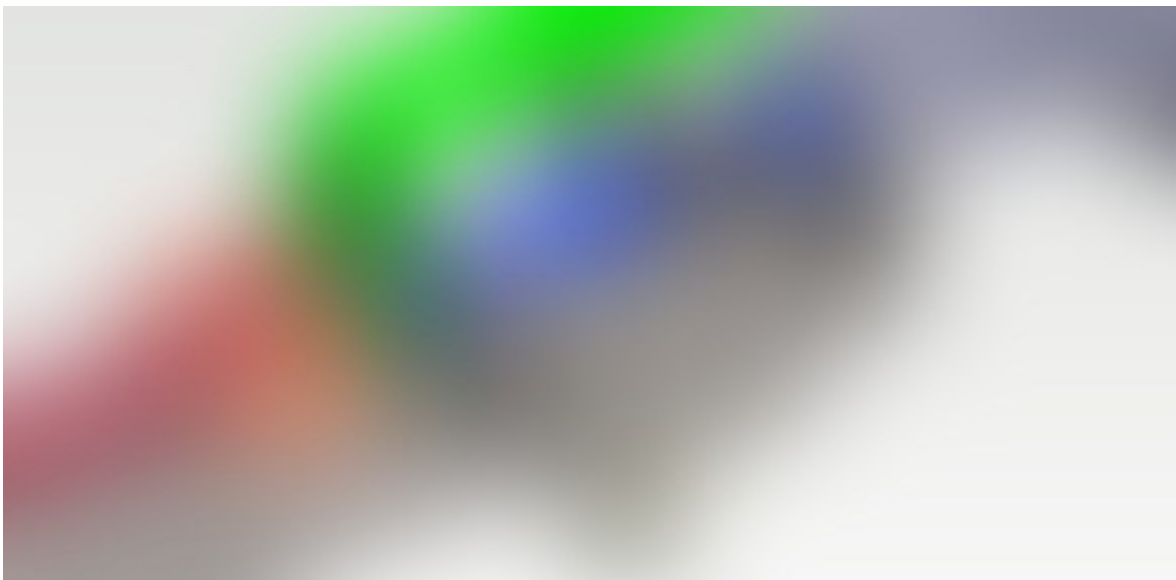
På figur 24 syns den vänstra låstappshållaren. Låsögla som nitas fast på sidodörrens insida syns inte på denna figur men tanken är att denna låsögla träffar inom mellanrummet som syns markerat med rött och när cylindern går ut för att låsa låset förs låstappen genom den fastnitade låsögla och andra änden av låstappshållaren, detta ger

stöd åt låstappen och när den påverkas av en dragande kraft tas kraften upp av låstappshållaren.



Figur 25. Högra sidodörrens låstappshållare. (Skärmbild från Vertex G4).

Låstappshållaren som har designats för den högra sidodörren fungerar på samma vis som tidigare nämnda vänstra sidodörr.



Figur 26. Närbild på låskonstruktion. (Skärmbild från Vertex G4).

På figur 26 syns det låsta centrallåset. Denna figur visar den vänstra låstappshållaren. Här syns tydligare hur cylindern har gått i ändläge för att föra låstappen genom fastnitade låsöglan och andra änden av låstappshållaren.

#### 4.10 Test av låsprototyp

Förutom modellering och simulering på tekniskt vis ville jag även utsätta en fysisk låsprototyp för några tester. Prototypen monterades i en sidoprofil. Först utfördes några låscykler som kan bevisa om låskonceptet fungerar som det ska eller om jag behöver göra justeringar och ändringar. Efter att ha utfört några låscykler noterades att utrymmet för cylindern var aningen för litet och detta ledde till att cylindern inte nådde sitt ändläge när låset befann sig i det låsta läget. Åtgärden blev att förlänga cylinderhållaren aningen.

Det andra testet som låsprototypen utsattes för var ett dragtest. Dragtestet ska simulera att låstappen och låstappshållaren utsätts för en kraft som uppstår när sidodörren försöker brytas upp och därmed påverkar den fastnitade låsöglan låset med en dragande kraft.



Figur 27. Dragtest på centrallåset.

Detta test utfördes i en jigg som Närkos personal har tillverkat. För att undersöka hur mycket kraft låset påverkades av användes en våg och för att åstadkomma den dragande kraften användes en hydraulisk cylinder, en krok från ett spännband fästes i låstappen för

att simulera den fastnitade låsöglan detta syns på figur 27 samt dragjiggen, hydraulikcylindern och vågen på figur 28.



Figur 28. Dragjiggen som användes vid dragtest.

Först utfördes test på den vänstra låstappen med en kraft på 1100 kg. Efter utfört test noterades ingen deformation. I andra testet påverkades samma låstapp av 2000 kg då noterades en deformation i låstappshållaren som hade böjts i kraftens riktning, inget brott inträffade, på själva låstappen noterades ingen deformation.



Figur 29. Deformation efter 2000 kg.

Inga åtgärder vidtas efter utfört test, 1100 kg anses i detta skede vara ett godkänt resultat på dragtestet.

## 5 Resultat

I detta kapitel presenteras resultatet av produktutvecklingen, vilka komponenter som valts samt kostnaderna för det utvecklade låset.

### 5.1 Val av komponenter och material

Som tidigare beskrivet krävs ett energimedium i form av el, pneumatik eller hydraulik samt ett ställdon i form av en cylinder. Signalen från fjärrstyrningen bör komma från en signalsändare och signalen från fjärrstyrningen bör tas emot av en signalmottagare. Systemet som Närko använder i det gamla låset har fungerat utan problem och har inte orsakat några reklamationer från kunder. Därför anser jag att energimedium som bör användas i det nya låset är el från lastbilens el system, detta möjliggör en mycket snabb montering av en elcylinder som består av två kablar, plus och minus. (Intervju med Närkos personal, 18.2.2022).

Cylindern som används är en 24V elcylinder av märket Thomson som har en maxbelastning på 225N samt en slaglängd på 71,6 mm. Denna cylinder är liten, kompakt och innebär en liten vikt. Den har IP66 vilket betyder att cylindern är både damm och spoltätt. Enligt cylinderns specifikationer klarar cylindern  $-26^{\circ}\text{C}$  vilket möter kraven i produktspecifikationerna på centrallåset (Thomson, 2022). Fjärrstyrningen och signalmottagaren har även de fungerat bra i det gamla låset och kommer därför att användas i det nya låset också.



Figur 30. Elcylindern av märket Thomson.





Figur 31. Fjärrstyrningsdon.

Fästelement som skruvar, muttrar och brickor som används är en sexkantskruv M6x35 och en M6-låsmutter till cylinderinfästningen. Till monteringen av centrallåset i sidoprofilen används 3st sexkantskruvar M12x45, 5st M12-karosseribrickor och 3st M12-låsmuttrar. Till monteringen av den till sidodörren fastnitade låsöglan används 4st 6.5x20 monoboltnitar.

Material som används till komponenterna är rostfritt stål. Detta val grundar sig i det rostfria stålets motståndskraft till korrosion vilket förlänger produktens livslängd och hållbarhet. Låssets utseende påverkas även positivt eftersom det rostfria materialet har en fin yta.

Materialtjockleken på komponenterna varierar aningen, t.ex. den långa låsstången har materialtjocklek 6 mm för att göra staget stadigare. Medan cylinderinfästningen har materialtjocklek 3 mm.

## 5.2 Tillverkningsmetoder

Många av komponenterna tillverkas av en underleverantör till Närko. Komponenterna kommer till Närko färdigt skurna och bockade, dock så tillverkas låstapparna av Närko. När komponenterna anländer från underleverantören sammanställs komponenterna för att bilda centrallåset. Detta görs genom svetsning. I detta kapitel presenteras tillvägagångssättet vid sammanställningen, montering samt tillverkandet av själva låstapparna.

Låsmekanismen består av sex tillverkade komponenter som Närkos underleverantör tillverkar. Dessa sex komponenter ingår i två olika sammanställningar. Sammanställningen för cylinderhållaren och sammanställningen för låstapparna. Tillverkningen för de enskilda komponenterna presenteras inte eftersom de tillverkas av underleverantör.

Ritningarna som presenteras stöder tillverkningen av en låsprototyp men kan komma att förbättras före produktion av låset inleds.

### 5.2.1 Cylinderhållare sammanställning

Cylinderhållaren består av två komponenter. Cylinder- och låstappshållaren placeras på cylinderhållarens golv med rätt avstånd mellan bockningarna vartefter cylinder- och låstappshållaren svetsas fast till cylinderhållaren. Avståndet på 150 mm är ämnat för att hålla cylindern medan avståndet på 75 mm är ämnat för vänstra låstappen.



Figur 32. Cylinderhållare sammanställning.

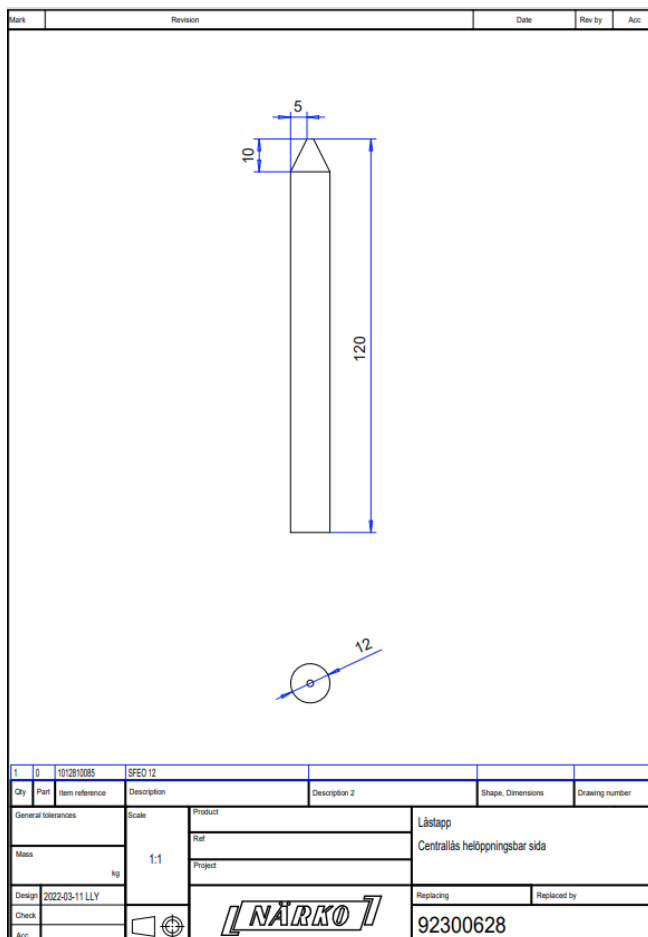
### 5.2.2 Låstapparna

Låstapparna är 120 mm långa och har en diameter på 12 mm. Dessa tillverkas lätt genom att den rätta längden sågas till från en rostfri rundstång. Vartefter ena änden på den 120 mm långa låstappen slipas ner på en bandslip så att änden blir konisk. Detta för att låstappen lättare ska gå i lås. Ritning på låstapparna syns i figur 33.

### 5.2.3 Låstapps sammanställning

Låstappssammanställningen består av fyra komponenter, låstagnet som går mellan högra och vänstra låstapp, cylinderinfästningen, de två låstapparna och en M6-mutter som svetsas fast vid cylinderinfästningen för att möjliggöra enklare slutmontering i sidoprofilen.

Låstapparna svetsas fast i låsstaget varpå man även svetsar fast cylinderinfästningen och M6-muttern. Orsaken till att muttern svetsas fast i detta skede är för att utrymmet inuti sidoprofilen är mycket begränsat och därför kan slutmonteringen bli utmanande. Däremot om muttern är svetsad är det enkelt att fästa cylindern till låsets cylinderinfästning genom att skruva dit M6-skruven. Låstappssammanställningen syns i figur 34.



Figur 33. Ritning på låstapp.



Figur 34. Låstappssammanställning.

### 5.3 Slutmontering

Centrallåset ska som tidigare presenterat monteras inuti sidoprofilen. Tillvägagångssättet vid monteringen beror till en viss grad på vilken vagnmodell låset monteras till. Inledningsvis borrar de tre hålen i sidoprofilens golv som möjliggör monteringen. Placeringen på dess hål framkommer i ritningen. Därefter placeras den högra låstappshållaren samt cylinderhållaren vid hålen och spänns fast med M12-skruvarna varefter låstapparna placeras i låstappshållarna och cylindern i cylinderhållaren, till sist monteras cylinderinfästningen till cylindern med M6-skruven och den fastsvetsade låsmuttern på cylinderinfästningens baksida. Som tidigare beskrivet är utrymmet mellan sidoprofilens innervägg och cylinderinfästningen begränsat, det framkommer i ritningen att utrymmet uppgår till endast 10 mm och därför är den försvetsade muttern mycket behändig vid slutmonteringen. Till sist nitas låsöglan fast på sidodörrens insida. Om vagnen har en mittstolpe bör låset monteras före monteringen av låsmotstycket sker.



Figur 35. Monteringsritning.

#### 5.4 Uppskattning av kostnad

Det är viktigt att resultatet av produktutvecklingen blir lönsam, därför bör inte kostnaderna för att tillverka låset bli för höga. Låset som Närko använder i dagens läge kostar ■■■€, denna kostnad innefattar både produktionskostnader samt inköp av komponenter. Resultatet av detta slutarbete ska vara ett lås som helst är billigare än ■■■€.

Kostnaderna för inköpta komponenterna uppgår till ■■■€. Denna kostnad innefattar två fjärrsignalsändare, en fjärrsignalmottagare, en el-cylinder, dekalerna och ett kretskort. Denna kostnad kommer att kvarstå i denna produktframställning eftersom jag kommer att använda mig av samma sorts cylinder och fjärrstyrning.

Kostnaderna för de tillverkade komponenterna från underleverantören baseras på en offert som är beräknad på 10st centrallås. Priset från underleverantörens offert blev ■■■.€ per centrallås. Detta innebär att priset för centrallåset utan montering och sammanställning kostar ■■■€ + ■■■€ vilket blir ■■■€.

Nu återstår att räkna kostnaderna för svetsjobbet vid sammanställningen av komponenterna och slutmonteringen till sidoprofilen. Närkos personal som ska sammanställa komponenterna till låset har uppskattat ställ- och sammanställningstiderna som används i denna analys. (Intervju med Närkos personal, 5.4.2022). Timpriset som

används i kalkylen är ■€/h och analysen görs för 10 lås. Om analysen gjordes på 1 lås skulle priset bli missvisande eftersom ställtiden ändå är den samma, om man tillverkar flera lås divideras ställtiden med antalet tillverkade lås vilket minskar kostnaden. Den enda aktiviteten förutom monteringen som utförs hos Närko är svetsningen.

Ställtiden är den tid som går åt till att göra redskap, maskiner, verktyg och personal redo för att starta själva arbetet med sammanställningen. Stycktiden är den tid som går åt vid arbetet per enhet.

Tabell 5. Uppskattning av ställ- och stycktider.

Sammanställning	Ställtid (h)	Stycktid (h)
Låstapps	0,3	0,25
Cylinderhållare	0,3	0,15
Summa	0,6	0,4

Monterings och sammanställningskostnaderna per lås beräknas enligt ekvation 1.

$$\left(\frac{\sum a}{x} + \sum b\right) * y = c \quad (1)$$

Där: a=ställtid, b=stycktid, c=kostnad/lås, x= antalet lås, y=timpris

$$\left(\frac{0,6}{10} + 0,4\right) * \blacksquare = \blacksquare \text{ €}$$

Vilket ger att sammanställningarna av ett lås kostar ■€ om man sammanställer 10 på en gång.

Uppskattad monterings tid är 0,35 h per lås vilket betyder att monteringskostnaden blir 0,35h x ■€/h vilket blir ■€ per lås.

Den uppskattade totalkostnaden per lås blir då ■€ för köpta komponenter och detaljer + ■€ för svetsjobbet + ■€ för slutmonteringen vilket resulterar i att ett centrallås kostar totalt ■€ vilket är ■€ billigare än låset som används i dagsläget.

## 6 Diskussion

Jag anser i detta skede att produkten som utvecklades i detta examensarbete möter de krav som Närko ställde på produkten och därmed anser jag mina mål med examensarbetet vara uppnådda. Trots detta är jag medveten om att ytterligare justeringar kan behöva göras på produkten på längre sikt.

I konceptgenereringsfasen använde jag mig av diskussionsmetoden. (Se kapitel 4.7). I mitt fall anser jag att Jonas Storås som är handledare från Närko fungerar som ledare och till gruppen hör jag och övriga anställda på Närko som har gett sin åsikt om hur låset borde se ut. Trots att Storås har bistått med många tips och råd under hela problemlösningsprocessen anser jag att denna metod passar bäst in på hur denna fas utfördes.

I kapitel 5.1 vid val av energimediet som ska driva låset valdes el från bilens elsystem, att detta är ett bra val intygar en av Närkos montörer som ska montera låset. (Intervju med Närkos personal, 5.4.2022).

Resultatet av denna produktutveckling grundas på hur bra låsprototypen som tillverkades möter de produktspecifikationer och krav som ställdes på centrallåset.

Säkerheten som var det viktigaste kravet möts med grund av det utförda dragtestet. Kravet på hållbarhet som krävs i de hårda nordiska förhållandena är svårt att testa eftersom detta är ett krav som bör mötas på en längre sikt. Valet av rostfritt material motverkar korrosion vilket ökar hållbarheten och livslängden. Det höga IP talet på cylindern bidrar också till en högre hållbarhet. Hållbarhetsfrågan är också något som påverkas av hur ofta låset används och hur många låscykler det utsätts för.

Kravet på modularisering möts också. Det som skiljer centrallåset åt mellan FNA/FRC vagnarna och de lättisolerade vagnarna är att låsstångens bockning är 50 mm på FNA/FRC och 35 mm på de lättisolerade, detta beror på att FNA/FRC vagnarna kräver att låsstången går bakom låsmotstycket för att inte kollidera med mittstolpens infästning.

Som presenterat i kapitel 5.4 möts kravet på att låset ska vara billigt, kostnaden för ett lås uppgick till ■■■€ vilket är billigare än låset som används i dagens läge.

Utöver detta är det också enkelt och snabbt att öppna och låsa låset med fjärrstyrningen som presenterades på figur 31.

Detta examensarbete har gett mig djupare förståelse för främst produktutvecklingsprocessen och dess aktiviteter, men även konstruktions- och designkunskaperna har utvecklats under arbetets gång.

Förbättringsförslag på detta examensarbete skulle kunna vara att jag hade genererat ännu mera låskoncept för att få ett ännu bredare urval av möjligheter.

Det svåraste med utvecklingen av centrallåset har varit utrymmesbristen där låset ska implementeras, det var även lite utmanande att få ihop modulariseringen så att samma lås passar på alla vagnmodeller

## 6.1 Resonemang kring poänggivningen

För att bättre förstå vad som ligger till grund för poänggivningen från tabell 3 i kapitel 4.8 förklarar jag kort konceptens för- och nackdelar och hur bra de uppfyller produktspecifikationerna.

### 6.1.1 Låskoncept 1

Koncept 1 har en låsmekanism som grundar sig i att dörrens handtag inte går att vrida för att öppna dörren, det gamla låset grundar sig på samma låsmekanism och anses vara måttligt säkert. Hållbarheten anses vara sämre för att koncept 1 monteras under golvet med självborrande skruvar, detta anses vara en sämre lösning än referensen. Monterings tidsåtgång och svårighetsgrad anses vara lik referensen, båda låsen kräver att man kapar eller borrar hål i sidoprofilen och detta är aningen tidskrävande. Kostnaden för detta lås blir med stor sannolikhet större än referensen eftersom mera komponenter och material ingår. Denna lösning kräver mera utrymme än referensen och det är inte givet att detta utrymme som krävs finns tillgängligt på alla vagnar. Möjligheten till modularisering anses vara bättre än referensen eftersom tanken var att låsstaget som går mellan högra och vänstra låsstången skulle plasmaskäras med robot och därför på ett snabbt sätt kunna skära ur hål i staget som möjliggör att montören i sin tur kan ställa in avståndet beroende på vagnmodell. Tidsåtgången och svårighetsgraden på serviceåtgärder anses vara sämre än referensen eftersom låset befinner sig på en svåråtkomlig plats på vagnen.

### 6.1.2 Låskoncept 2

Detta koncept bygger på samma låsmekanism som koncept 1 och anses därför utgöra samma säkerhetsgrad. Hållbarheten anses vara lik referensen. Monterings tiden blir i detta koncept längre eftersom montören bör kapa ur spår i sidoprofilens golv där låstappen ska färdas. Kostnaden tros överstiga referensen eftersom mer komponenter och material ingår. Låset kräver betydligt mera utrymme än referensen. Möjligheten till modularisering är möjlig och anses vara en bättre modulariseringslösning än referensen. Tidsåtgången vid serviceåtgärder överskrider referensen eftersom man bör avlägsna skyddskåpan som för hållbarhetsåtgärder skulle monterats med ett större antal skruvar.

### 6.1.3 Låskoncept 3

Säkerheten med detta koncept anses vara mycket bättre än de övriga koncepten inklusive referensen eftersom låstappen håller hela dörren på plats och inte bara motverkar att dörrens handtag vrids. Hållbarheten anses vara lik referensen. Monteringstiden och svårighetsgraden är mindre än referensen, även detta koncept kräver att man borrar hål i sidoprofilen, men det krävs endast tre hål som möjliggör att låset monteras fast med bultar samt ett mindre hål för dragning av el kablaget till cylindern. Kostnaden antas bli mindre eftersom mindre material och komponenter används. Eftersom låset monteras inuti



sidoprofilen används lite utrymme. Modulariseringen är betydligt bättre än referensen, detta koncept möjliggör i stor utsträckning samma komponenter till alla vagnmodeller. Serviceåtgärder kan snabbt och enkelt utföras när sidodörren är öppen.

## 6.2 Kritiskt granskande

Källorna som detta examensarbete grundar sig på är mycket trovärdiga. Produktutvecklingsprocessen har grundats på de metoder som presenteras och förklaras i kurslitteratur som är skriven av personer med betydande kunskap inom ämnet. Eftersom jag har använt mig av två olika facklitteraturer om produktutveckling som är skrivna av olika författare anser jag att jag har använt mig av metoder som är bekräftade av flera källor.

## 6.3 Vidareutveckling

Förslag till vidareutveckling skulle kunna vara att fundera på hur man skulle kunna göra låset även billigare genom t.ex. mindre material eller snabbare tillverkningsprocesser. Även undersökning i huruvida det skulle vara möjligt att konstruera något form av skydd för låset. I nuläget är ju låset synligt när man öppnar sidodörren. Till sist skulle det var intressant att utforska den fastnitade låsöglans hållbarhet genom ett dragtest på samma vis som jag undersökte låsmekanismens hållbarhet i kapitel 4.10.

## 7 Referenser

- Bergström, M. (den 13 Maj 2020). *Polisen.se*. Hämtat från Fortsatta stöder från lastbilar: <https://polisen.se/aktuellt/nyheter/2020/maj/stolder-fran-lastbilar-i-region-ost/>
- Johannesson, H., Pettersson, D., & Persson, J. G. (2013). *Produktutveckling effektiva metoder för konstruktion och design*. Liber AB.
- Närko. (den 20 Mars 2022). *Oy Närko Ab*. Hämtat från <https://www.narko.com/>
- Svenska polisen. (2021). *Transportstöder i Sverige - årssammanställning*. Hämtat från [akeri.se: https://www.akeri.se/sites/default/files/2022-01/transportstolder\\_i\\_sverige\\_-\\_2021.pdf](https://www.akeri.se/sites/default/files/2022-01/transportstolder_i_sverige_-_2021.pdf)
- Thomson. (2022). *Thomsonlinear*. Hämtat från <https://www.thomsonlinear.com/en/products/linear-actuators>
- Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. (2020). *Product design and development*. New York: McGraw-Hill Education.