



# **Automatiserat lyfthjälpmedel i tåg för personer med funktionsnedsättning**

**Almir Mizimovic & Filip Stanisic**

This thesis is submitted to the Faculty of Engineering at Blekinge Institute of Technology in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science in Mechanical Engineering. The thesis is equivalent to 20 weeks of full time studies.

The authors declare that they are the sole authors of this thesis and that they have not used any sources other than those listed in the bibliography and identified as references. They further declare that they have not submitted this thesis at any other institution to obtain a degree.

**Contact Information:**

Author(s):

Almir Mizimovic

E-mail: [almi13@student.bth.se](mailto:almi13@student.bth.se)

Filip Stanisic

E-mail: [fist13@student.bth.se](mailto:fist13@student.bth.se)

University advisor:

Markus Wejletorp

Department of Mechanical Engineering

Faculty of Engineering  
Blekinge Institute of Technology  
SE-371 79 Karlskrona, Sweden

Internet : [www.bth.se](http://www.bth.se)  
Phone : +46 455 38 50 00  
Fax : +46 455 38 50 57

## **ABSTRACT**

The UN reports show a population increase in the world and that by 2050 it will be a larger proportion of aging populations and that 46% of the upcoming elderly population will have some form of disability. As the urban population keeps increasing, the demand for available public transportation keeps rising. Trends show that autonomous public transportation are becoming more prevalent, which is a realistic solution for the increasing demand. Public transportation needs to be accessible for everyone, which creates a need for implementing aid for the disabled.

In this research, a collaboration with U-lift AB was formed to develop a concept for an autonomous lifting device for trains. The company produces lifts and ramps for trains, busses and trams. To prepare for future demand the company wants to be one step ahead of their competitors by exploring the possibilities of creating an autonomous lift.

During the research process, a mixture of research methodology and the Design Thinking process was used to develop the concept. The result became a concept for an automatic lift by implementing a PLC, sensor and actuator. This report should be seen as a preliminary study for people with disabilities and their situation. The report tries to show how a technical solution like an automatic lift can facilitate disabled passengers.

In the future, more tests are required on a physical prototype to ensure functionality and EU directives and other regulatory requirements make the concept today to a legal gray zone. The concept is a product for future problems.

**Keywords:** disabled, automation, lift, train.

## SAMMANFATTNING

FN-rapporterna visar en befolkningsökning i världen och att det år 2050 kommer att bli en större andel åldrande befolkningar och att 46% av den kommande äldre befolkningen kommer att ha någon form av funktionsnedsättning. Efterfrågan på tillgänglig kollektivtrafik kommer att stiga, eftersom stadsbefolkningen fortsätter att öka. Trender visar att autonom kollektivtrafik blir allt vanligare, vilket är en realistisk lösning för den ökande efterfrågan. Offentlig transport måste vara tillgänglig för alla, vilket skapar behovet att göra det tillgängligt även för de rullstolsbundna.

I denna forskning bildades ett samarbete med U-lift AB för att utveckla ett koncept för en autonom lyftanordning för tåg. Företaget producerar hissar och ramper för tåg, bussar och spårvagnar. För att förbereda sig för framtida efterfrågan vill företaget vara ett steg före sina konkurrenter genom att utforska möjligheterna att skapa en autonom lift.

Under forskningen användes en blandning av forskningsmetodik och Desgin Thinking-processen för att utveckla konceptet. Resultatet blev ett koncept för en automatisk lyft genom att implementera en PLC, sensor och aktuator. Rapporten bör ses som en preliminär studie för personer med funktionshinder och deras situation. Rapporten försöker visa hur en teknisk lösning som en automatisk hiss kan underlätta funktionshindrade passagerare.

I framtiden krävs fler test på en fysisk prototyp för att säkerställa funktionalitet och EU-direktiv och andra lagkrav gör konceptet idag till en laglig gråzon. Konceptet är en produkt för framtida problem.

**Nyckelord:** Funktionshinder, automation, lift, tåg

## ***Förord***

Denna rapport är vårt examensarbete på mastersprogrammet i Civilingenjörsutbildningen inom maskinteknik vid Blekinge Tekniska Högskola. Arbetet har utförts under vårterminen 2018 i ett samarbete med U-Lift Backaryd AB.

Vi vill ta tillfälle i akt att tack alla involverade som hjälpt oss under arbetets gång. Ett speciellt tack till vår handledare Markus Wejletorp och alla vi varit i kontakt med på U-Lift.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

ABSTRACT.....	III
SAMMANFATTNING.....	IV
INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	VI
<b>1 INTRODUKTION.....</b>	<b>3</b>
1.1 BAKGRUND .....	3
1.2 PROBLEMBESKRIVNING.....	4
1.3 FORSKNINGSFRÅGA.....	4
1.4 SYFTE.....	5
1.5 U-LIFT AB.....	5
1.6 MÅL .....	5
1.7 AVGRÄNSNINGAR.....	5
<b>2 TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 FUNKTIONSNEDSÄTTNING .....	6
2.1.1 Människan och det psykologiska.....	8
2.2 TEKNIK.....	8
2.2.1 Automation.....	8
2.2.2 PLC.....	10
2.2.3 Sensor.....	11
2.3 NUVARANDE LÖSNINGAR .....	11
<b>3 METOD.....</b>	<b>12</b>
3.1 FORSKNINGSMETODIK .....	12
3.1.1 Forskningsförtydligande.....	13
3.2 TYP AV FORSKNING .....	14
3.3 INNOVATION OCH DESIGNPROCESSEN.....	14
3.3.1 Initiation.....	15
3.3.2 Inspiration.....	15
3.3.3 Ideation.....	15
3.3.4 Implementation.....	15
3.4 DATAINSAMLING.....	16
3.4.1 Observation.....	16
3.4.2 Intervju.....	16
3.4.3 Upprättande av kravspecifikation .....	16
<b>4 RESULTAT .....</b>	<b>18</b>
4.1 KONCEPT.....	18
4.1.1 Koncept 1 .....	18
4.1.2 Koncept 2 .....	19
4.1.3 Koncept 3 .....	19
4.2 VAL AV KONCEPT .....	20
4.3 SLUTGILTIGA KONCEPT .....	20
4.4 MÖJLIGT SCENARIO .....	23
4.5 KOMPONENTER .....	25
4.5.1 Sensor.....	25
4.5.2 Siemens LOGO! Soft comfort v.7.0 - PLC.....	26
4.5.3 Ställdon .....	26
<b>5 ANALYS OCH DISKUSSION.....</b>	<b>27</b>
5.1 FORSKNINGSFRÅGAN .....	27
5.2 MÅL .....	27
5.3 FUNKTIONSNEDSÄTTNING OCH LÄRDOMAR.....	28
5.4 KONCEPTET .....	28

5.5	FELKÄLLOR .....	29
<b>6</b>	<b>SLUTSATS OCH FRAMTIDA ARBETE .....</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>31</b>
<b>BILAGOR.....</b>		<b>34</b>
7.1	BILAGA A.....	34
7.2	BILAGA B.....	36
7.3	BILAGA C.....	37



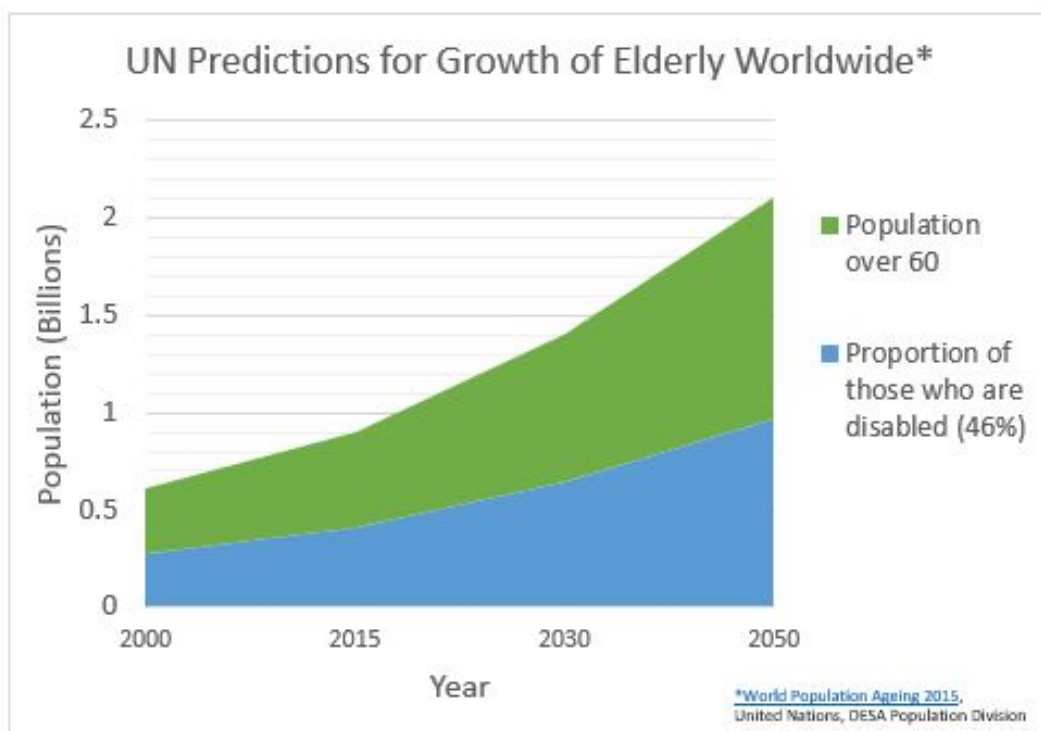
# 1 INTRODUKTION

## 1.1 Bakgrund

FN uppskattar att 70 % av världens befolkning kommer 2050 bo i städer. Urbaniseringen kommer ha en stor påverkan på trafiken. Att få människor åka mer kollektivt är en del av lösningen. [1]

Urbaniseringen gör att en åldrande befolkning växer fortare i städerna än vad den gör på landsbygden. Mellan år 2000–2015 så ökade andelen som var 60 år eller äldre med 68 % i städerna och 25 % på landsbygden. Det innebär att det kommer bli en högre koncentration av äldre i städerna. [2]

Idag är det runt 15 % i världen, eller 1 miljard människor, som lever med en eller flera funktionshinder. Mer än 46 %, av de som är 60 år eller äldre, har någon form av funktionsvariation. Om man tittar på de globala trenderna av en åldrande befolkning och en högre risk för funktionsnedsättning så kommer det leda till en högre andel av befolkningen som har en funktionsvariation. Det är estimerat att mellan 2015 och 2030 så kommer andelen som är 60 år eller äldre öka med 56 %, från 901 miljoner människor till 1,4 miljarder människor. Till 2050 uppskattas det att bli 2,1 miljarder människor, se Figur 1 [3].



Figur 1. FN:s förutsägelse om andelen äldre och funktionsvarierade [2].

Då vi ser en ökad trend i världen mot autonoma transportmedel inom kollektivtrafiken leder det till minskat behov av personal. I flera länder har implementeringen av autonoma tåg redan förverkligats, samtidigt ser man en möjlighet att anpassa det för bussar som kör kortare sträckor [3]. Det viktigaste inom kollektivtrafiken är att erbjuda alla resenärer en säker och behaglig resa. För tåg är det konduktörens uppgift att se till så att alla passagerare har färdbevis och erbjuder hjälp med på- och avstigningen. Människor med funktionsnedsättningar är i behov av hjälp när det gäller på- och avstigning på dess kollektivtrafik, oftast i form av utläggning/styrning av ett lyfthjälpmiddel. I och med

en ökning mot automatiserade fordon kommer även en efterfråga av automatiserade lyfthjälpmedel öka.

## 1.2 Problembeskrivning

*“Accessibility is about giving equal access to everyone. Without being able to access the facilities and services found in the community, persons with disabilities will never be fully included” - UN Enable [14]*

Äldre och människor med funktionsnedsättning får allt svårare med fri rörlighet. I vissa fall kan funktionshindrade använda specialanpassade bilar för att transportera sig, men de är dyra och behovet av att parkera nära destinationsplatsen blir allt svårare, på grund av urbaniseringen och den ökade andelen bilar som behöver parkeringsplatser. [11]

Konsumentverkets undersökning visar att en tredjedel av de resenärer som är funktionsnedsatta är osäkra på om tåget har rätt tillgänglighet. 25 % av de funktionsnedsatta resenärerna är oroliga över om det kommer vara brist på hjälp vid stationen. [13]

Enligt EU:s regler och direktiv; **Kapitel V, personer med funktionshinder eller nedsatt rörlighet:**

### Artikel 19

1. *Järnvägsföretag och stationsförvaltare ska, med aktivt deltagande av organisationer som företräder personer med funktionshinder eller nedsatt rörlighet, ha eller fastställa icke-diskriminerande regler för befordran av personer med funktionshinder eller nedsatt rörlighet. [22]*

### Artikel 21

1. *Järnvägsföretag och stationsförvaltare ska, i överensstämmelse med TSD\* för personer med nedsatt rörlighet, se till att stationer, perronger, rullande materiel och andra inrättningar är tillgängliga för personer med funktionshinder eller nedsatt rörlighet. [23]*

### Artikel 22

1. *Stationsförvaltaren ska vid avresa från, tågbyte vid eller ankomst till en bemannad järnvägsstation lämna personer med funktionshinder eller nedsatt rörlighet kostnadsfri assistans, så att de kan stiga på avgående tåg, byta till anslutande tåg eller stiga av ett ankommande tåg till vilket de köpt biljett, utan att tillämpningen av reglerna för utnyttjande enligt artikel 19.1 därför påverkas. [23]*

\* *”EU:s tekniska specifikationer för driftskompatibilitet (TSD) anger tekniska regler för järnvägens delsystem.” - Transportstyrelsen [24]*

Detta visar att det finns problem för resenärer med funktionshinder och att det är värt att titta på andra tillämpningar för resande med tåg.

## 1.3 Forskningsfråga

Forskningsfrågan har vi definierat som följande;

*“Hur kan man automatisera lyfthjälpmedel i tåg för personer med funktionsnedsättning som använder hjälpmedel för funktionsnedsatta? “*

## 1.4 Syfte

Syftet med detta arbete är att tillsammans med U-Lift AB utveckla ett koncept av autonom lyfthjälpmiddel så att den kan manövreras av den funktionsnedsatta personen i rullstol eller av dess vårdare utan utbildning.

## 1.5 U-lift AB

U-Lift Train AB är ett företag i Backaryd som ingår i koncernen Nordic Vehicle Conversion AB. Företaget tillverkar och säljer rullstolsliftar och ramper för rullstol, för tåg och spårvagnar. Med syfte att möta marknadens och myndigheternas nya krav strävar företaget konstant med att optimera deras produkter. U-lift Train AB är störst på marknaden i Skandinavien, inom sitt område där den mesta av försäljningen går till export [5]. För att företaget ska kunna anpassa sig till den kommande efterfråga av autonoma lyfthjälpmiddel vill de vara först ut med att erbjuda kunderna deras behov.

## 1.6 Mål

Målet är att undersöka hur man kan automatisera lyfthjälpmiddel som används i kollektivtrafiken och med hjälp av verktyg från produktutveckling ta fram ett koncept på hur den automatiserade lyften kan fungera och förstå situationen för funktionsnedsatta och varför det är nödvändigt att förbättra den fria rörligheten. Frågor som är intressanta för våra delmål:

- Hur kan vi säkerställa att den automatiserade lyften kan manövreras av den funktionsnedsatte själv eller av dess vårdare, utan specifik utbildning?
- Hur blir den automatiserade lyften säker för användning för den funktionsnedsatte och dess vårdare, för personer som befinner sig på fordonet och för personer som befinner sig på perrongen/trottoaren?
- Vilken typ av manöverdon är lämpligast för den automatiserade lyften?
- Hur ska den automatiserade lyften kommunicera med fordon eller förare vid incidenter?

## 1.7 Avgränsningar

Detta arbete kommer att utgå efter en nuvarande modell, UPL 901, som U-Lift tillverkar. Då kundernas krav skiljer sig mycket från varandra kommer det färdiga konceptet vara dimensioneras utefter specifika mått, allt eftersom skillnaden i designen på tågutrymmet vid entrén skiljer sig stort.

De krav som ställs av EU om liftar på tåg kan komma att försvåra arbetet då det i dagsläget inte är tillåtet att använda sig utav helt automatiserade liftar. Därför har arbetet haft som fokus att i första hand uppfylla kraven som ställs från U-Lift.

## 2 TEORI

### 2.1 Funktionsnedsättning

*“ Definition av person med funktionshinder eller person med nedsatt rörlighet:*

*En person vars rörlighet är nedsatt vid användning av transporter på grund av någon form av fysiskt funktionshinder (sensoriskt eller motoriskt, bestående eller tillfälligt), psykiskt funktionshinder eller psykisk funktionsnedsättning eller på grund av annat funktionshinder eller ålder och vars situation kräver lämplig uppmärksamhet och anpassning till hans eller hennes särskilda behov av de tjänster som är tillgängliga för alla passagerare. “ - Konsumentverket [12]*

Statistiska centralbyrån (SCB) skriver i *Undersökningen om levnadsförhållanden* att cirka 2,5 miljoner svenskar, där personerna är 16 år och äldre, lever med någon form av funktionsnedsättning. I undersökningen, där personerna i fråga intervjuades, räknades följande som funktionsnedsättning; nedsatt hörsel, syn eller rörelseförmåga, svåra besvär av astma, allergi, oro, ångslan eller ångest eller andra hälsoproblem som begränsar aktivitet.

Den andra vanligaste funktionsnedsättningen var rörelsenedsättning på 7 %, där hälften hade kraftig rörelsenedsättning, se Tabell 1. Utifrån tabellen nedanför kan man se typer av funktionsnedsättning och åldersspannet undersökningen har gjorts över, 16 år och äldre. Det man kan se från tabellen är att rörelsenedsättning ökar med åldern. Totalt visade undersökningen att 568 000 personer hade en rörelsenedsättning vid intervjutillfället och cirka 66 % var 65 år och äldre. Vidare visar det att cirka 1 miljoner människor hade funktionsnedsättningar som försvårar transport och resor [21].

Tabell 1 Mörka siffror är i tusental och de gråa siffrorna är i procent, antal funktionsnedsatta 16 år och äldre. [21]

FUNKTIONSNEDSÄTTNING	ÅLDER			
	16 +	16-29	16-64	65 +
Syn	297 (3,8)	.	143 (2,4)	154 (8,6)
Hörsel	1 350 (17,4)	100 (5,9)	729 (12,2)	621 (34,5)
Rörelse	568 (7,3)	.	185 (3,1)	383 (21,3)
- varav hög grad rörelse	340 (4,4)	.	71 (1,2)	269 (15,0)
Astma/allergi	321 (4,1)	84 (5,0)	262 (4,4)	59 (3,3)
Ängslan, oro, ångest	418 (5,4)	91 (5,4)	344 (5,8)	74 (4,1)
Hälsoproblem som begränsar aktivitet	728 (9,4)	52 (3,1)	428 (7,2)	300 (16,7)
Summa	2 483 (32,0)	287 (3,7)	1 504 (25,3)	979 (54,4)
- varav antal personer med minst två funktionsnedsättningar	808 (10,4)	60 (3,6)	427 (7,2)	381 (21,2)
Övriga	5 269	1394	4 450	819
Total befolkning	7 752	1 681	5 954	1 798

Källa: Undersökningarna om levnadsförhållanden (ULF/SILC), (SCB, 2016)

Under tre år, från 2013–2016, ökade andelen tåg med 60 %, då 110 tåg tillkom under perioden. I tabell 2 kan man se tillgänglighetsanpassningar i procent för tåg 2013–2016. [21] Man kan utläsa att Sverige är framgångsrika när det gäller tillgänglighet på tåg, då 100 % av tågen 2016 hade ramper.

Tabell 2 Tillgänglighetsanpassningar i procent. [21]

TÅG	ÅR			
	2013	2014	2015	2016
Låggolv	.	.	.	.
Ramp/Lift	100	100	100	100
Rullstolsplats	98,9	100	100	100
Audiovisuellt utrop	85,1	95,1	95,2	95,2
Barnvagnsplats	100	100	100	100
Tillgänglighetsanpassade fordon	84	95,1	95,2	95,2
Antal tåg	181	304	293	291

Källa: Svensk kollektivtrafik (2016)

Enligt Resvaneundersökningen (RUV) visar det att personer med funktionsnedsättning reser mindre och i kortare sträckor än övriga. Den typen av funktionsnedsatta som reser minst är personer med rörelsenedsättning. [21]

## 2.1.1 Människan och det psykologiska

Ur boken Människonära design [1] förmedlar författaren att självständighet är något som borde strävas av människor som är rullstolsbundna för att själva ha makt över de tekniska lösningarna som kan underlätta vardagen. Även om det skulle gå mycket snabbare om någon hjälper till borde den rullstolsbundne själv försöka använda lösningen som finns tillgänglig om det går. Det kan vara till individens fördel att inte känna sig beroende av någon annan om möjligheten finns att klara det på egen hand. Författaren lyfter fram att tekniken måste anpassas till människan, så att lösningen blir användbar och värdefull för alla.

Människor med funktionshinder ska försöka vara aktiva i förhållande till tekniken istället för att invänta initiativ från någon annan, i vårt fall tågkonduktören eller assistenten. I detta fall kan det skapa vissa risker inom social isolation, men det kan även vara till en fördel att låta den funktionshindrade söka den kontakt den vill ha genom att själva klara sin vardag bättre. Jönsson menar att om den rullstolsbundne klarar de delen av arbete som de tidigare behövt hjälp med, kommer de att gå längre i sina önskningar om upplevelser och stöd. [1]

Att leva självständigt betyder att leva ett liv baserat på egna mål. Det finns flera anledningar till varför en funktionsnedsatt eller äldre ska ha rätten till att vara en självständig individ [20].

- Personen känner en känsla av prestation
- Ger personen en känsla av att det finns syfte i livet
- Känna att personen inte är beroende av hjälp från andra och kan göra något själv
- Det kan motverka frustration och känslor av värdelöshet som kan leda till våld

Om en funktionshindrade eller äldre ska känna sig involverad i samhället behövs två saker; stödja självständigheten och se till att vidmakthålla möjligheten till självständighet [20]

En automatiserad lift för funktionshindrade kan vara en del i arbetet med att låt människor med funktionsvariation och äldre att känna sig lite mer självständiga i vardagen.

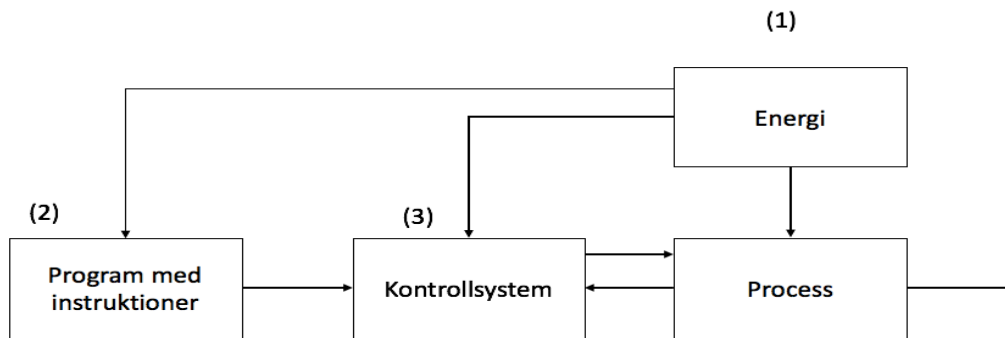
## 2.2 Teknik

För att kunna få en förståelse över hur ett automatiskt system för konceptet fungerar, som redovisas i rapporten, så har sektionen delats upp i tre delar; automation, PLC och sensorer. Meningen är att få en förståelse över hur dessa samverkar med varandra och i resultatdelen ser man konceptet över hur dessa faktorer har implementerats.

### 2.2.1 Automation

Automation definieras som teknik som utför en eller flera processer utan mänsklig hjälp. Människor kan vara närvarande som observatörer eller delaktiga, men själva processen arbetar för sig själv. Automation implementeras med ett kontrollsystem som utfärdar program som ska exekveras. För att få en automatiserad process behövs energi för kontrollsystemet och för själva processen. De tre komponenterna och hur de samverkar visas i Figur 2. [9]

1. Energi, oftast i form av elektricitet
2. Program som innehåller instruktioner för systemet
3. Ett kontrollsystem som exekverar programmet

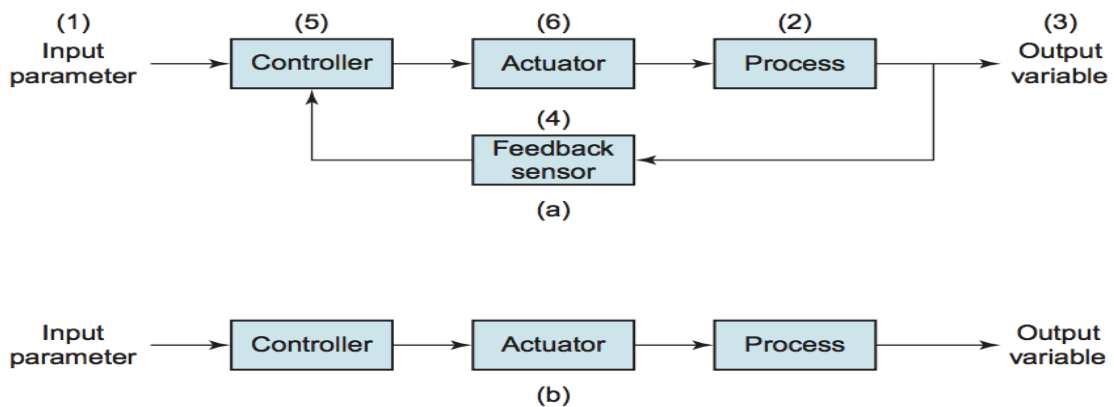


Figur 2 Komponenter för ett automatiskt system. [9]

### 2.2.1.1 Kontrollsystem

Kontrollsystemet finns i två olika typer; *A closed loop system* som kallas också *feedback control system* och *open loop system*. [9]

I en *feedback control system* jämförs utdata med indata i processen. Om det finns en skillnad mellan dem, då ska utdata överensstämma med indata. Det finns sex olika element i ett *feedback control system*, se Figur 3 (a); 1) Indata, 2) Process, 3) Utdata, 4) Feedback sensor, 5) Controller (t.ex. PLC), 6) Manövreringsorgan [8].



Figur 3 (a) Ett system över feedback control system (b) Ett system över open loop system. [9]

Parametern på indata ska representera önskat värde på utdata. Processen är den operation som reglerar av *controller*. En sensor används för att mäta utdata och ge feedback till systemet. Systemet kontrollerar utdata och gör nödvändiga förändringar som utfärdas av manövreringsorganet [9].

Den andra typen är *open loop system*, som inte får feedback på programmet det använder. Inga mätningar görs på utdata. Det finns en risk att manövreringsorganet kan sluta att fungera korrekt [9]. Denna typ är inte intressant i vårt fall, då det är till för linjära processer, vilket en automatisk lift för funktionsvarierade inte är, se Figur 3 (b).

## 2.2.2 PLC

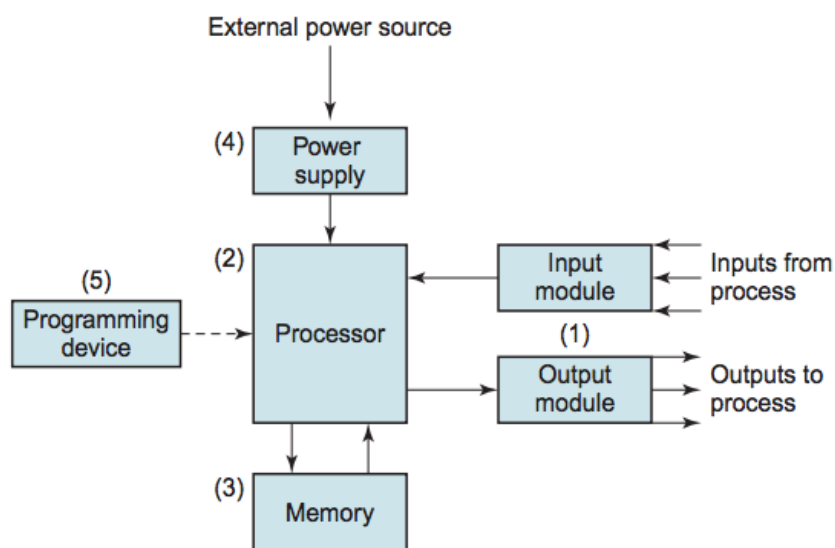
PLC (programmable logic controller) är ett programmerbart styrsystem som fungerar som en industriell dator. PLC skiljer sig från vanliga hemdatorer genom att PLC inte kan hantera samma mängd uppgifter som en PC (personal computer). Men de uppgifter PLC kan hantera görs i snabb hastighet. På grund av en hög hastighet i processor, som många av de automatiserade applikationerna kräver, så är det av yttersta vikt att en PLC inte “fastnar” på ett sätt som en traditionell PC kan göra. Förmågan att klara av I/O (indata, utdata, indata-utdata) med endast en processor gör att PLC är “hjärnan” i varje automatiserat system. [9]

I PLC behövs viktiga komponenter som CPU (central processing unit), I/O -moduler, rack och strömförsörjning. CPU är “hjärnan” i PLC:n och gör alla matematiska beräkningar i en extrem hastighet i ett “språk” som programmeras där ord översätts till ett språk regulatorn kan använda och utföra, till exempel “Om skick 1 är sant och 3 falskt, aktivera utdata 12”. [9]

I/O-modulerna är den sensoriska återkopplingen mellan PLC och till utgången av den enheten som producerar en mekanisk rörelse och andra kommandon. Racket ansluter processorn och I/O-modulerna för att skicka information mellan dessa. Strömförsörjningen ser till att det finns energi för att utföra arbetet. [9]

PLC har ett programmerbart minne för att kunna implementera instruktioner. De används för styrning av maskiner och processer. De viktigaste komponenterna ser man i Figur 4 [9].

1. Moduler för indata och utdata som är kopplingen mellan PLC till den industriella enhet som ska styras.
2. Processer som exekverar funktioner med logik och sekvenser genom att arbeta med signaler från indata och utför den utdata som utfärdas från programmeringsenhet.
3. PLC:s minne som är ansluten till processorn och innehåller instruktioner för logik och sekvenser.
4. Energi, oftast i form av elektricitet.
5. Programmeringsenheten där man kan nå programmet PLC:n använder.



Figur 4 Ett system över hur en PLC fungerar. [9]

### 2.2.3 Sensor

Sensor är en enhet som konverterar fysisk stimulans (t.ex. temperatur, kraft, tryck etc.) till en mätbar variabel (t.ex. elektrisk volt). Konversionen gör att variablerna kan tolkas i en kvantitativ skala. Det finns olika typer av sensorer som kan användas för att samla in. Förutom att de kan grupperas efter stimuli så är de uppdelade i *analog sensorer* och i *diskreta sensorer*. Analog sensorer mäter en konstant analog variabel och konverterar variabeln till en konstant signal, som till exempel en amperemeter. [9]

Diskreta sensorer har en signal som kan läsa ett begränsat antal värden. Dessa är i sig uppdelade i *binära sensorer* och i *digitala sensorer*. [9]

Binära sensorer kan bara ha två olika värden; på och av (0 och 1). Ett exempel är en gränslägesbrytare. Digitala sensorer har en fördel i att de kan interferera med en digital dator. [9]

## 2.3 Nuvarande lösningar

U-lift själva säger att modellerna skiljer sig lite i dimensioner, beroende på vilken kund och vad för tågmodell som ska använda produkten. För att kunna ge en inblick över hur liftarna fungera så används modellen Wheelchairlift TVA 300, som ett exempel på hur det kan se ut, se Bilaga B.

Figur 9 visar det läget liften är i då tåget är i rörelse eller när liften inte används. Den modellen har en axel som är monterad i taket och i golvet.

I Figur 10 visar läget då liften ska fällas ner. Det man kan observera är att flärpen på rampen som är närmast tåget är i uppfällt läge och flärpen som är närmast perrongen är nedfälld.

I Figur 11 ser man då liften är i nivå med tåget och den funktionshindrade har blivit en resenär. Då är flärpen närmast perrongen i uppfällt läge och bakre delen har fällts ihop, mekaniskt, innan liften går tillbaka till ursprungsläget.

Andra lösningar som är snart på marknaden är iBot som gör av Toyoya och DAFTA [10] där de tittar på nya generation av rullstolar, se Bilaga D, Figur 13. Det som var intressant var tanken på att resenärer ska kunna åka upp på plattformen på tågen utan att behöva någon form av lyfthjälpmiddel som är installerat på tåget. Problemet med denna form av koncept är att det är svårt att anpassa kupé-ingångarna då avstånd mellan perrong och plattform att skilja rejält.

Ett annat koncept som undersökts närmare är Fiorella Total Drive Lift [11]. Det är en semi-autonom lift som implementerats i en större kombi bil. Passageraren öppnar bagageluckan och aktiverar liften med hjälp av en trådlös fjärrkontroll. Liften har förprogrammerats till att veta hur hög skillnaden är mellan bilens plattform och marken.

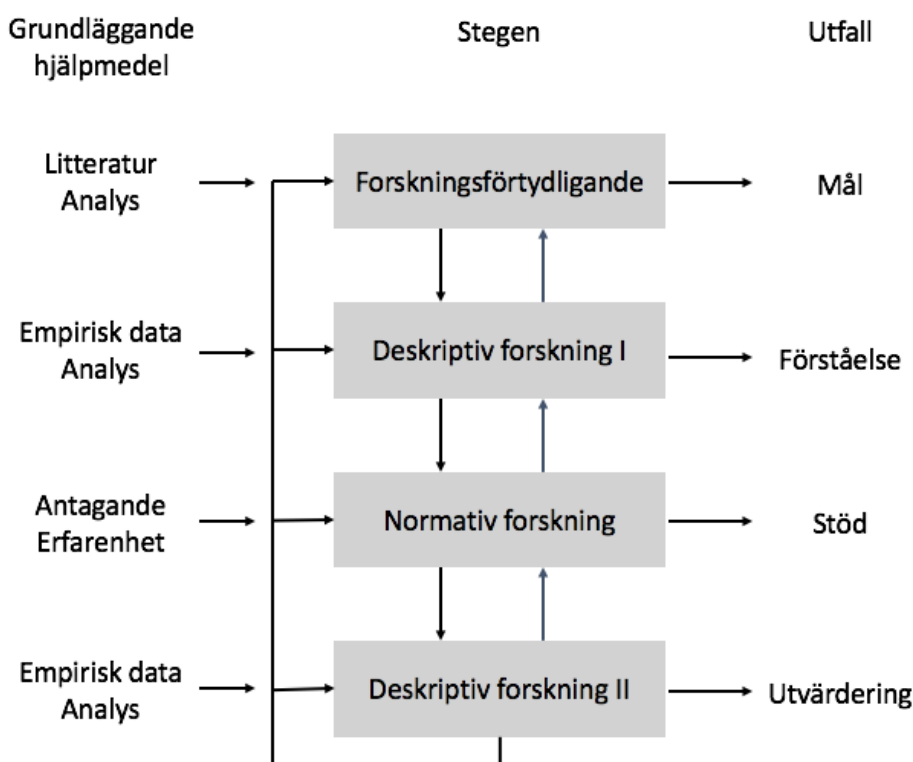
## 3 METOD

### 3.1 Forskningsmetodik

Detta examensarbete följde forskningsmetodiken som presenteras av Blessing & Chakrabartri (2009) [6], med vissa modifieringar som anpassades efter projektet. Det iterativa tillvägagångssättet i denna metodik möjliggör ett optimalt arbete parallellt med design thinking processen i framtagandet av nya produkt-service system (PSS). Denna typ av forskningsmetodik är utformad för designprocesser med ett huvudsakligt syfte att tillgodose behov till en produkt eller tjänst. Behovet som beskrivs av U-Lift formuleras om till mål som sedan modifieras till de interna och externa aktoreernas behov. För att definiera klara och väl specificerade mål måste forskaren samla kunskap från olika område, som berättigar de olika aspekterna för framtagande av framgångsrika produkter. Enligt Blessings & Chakrabartri har metodiken två huvudmål;

1. *Formulering och validering av modeller och teorier om fenomenet design med alla dessa aspekter (människor, produkt, kunskap/metoder/verktyg, organisation, mikroekonomi och makroekonomi) ... och*
2. *Utveckling och validering av stöd grundat på dessa modeller och teorier, för att förbättra designpraxis, inklusive utbildning och dess resultat.*

I Figur 5 ges en överblick av den iterativa arbetsprocessen för själva metodiken. Värt att tilläga är faktumet att detta enbart beskriver forskningsmetodiken och inte själva produktutvecklingsprocessen.



Figur 5 Metoden för desginforskning

Det man kan se i Figur 6 visar hur de olika stegen är sammankopplade med varandra, vilka grundläggande medel som används vid varje steg och resultatet som uppstår. De svarta pilarna indikerar det normala tillvägagångssättet för processen samtidigt som de gråa tyder på de iterativa steg som kan komma att användas för att uppnå optimalt resultat.

Det finns dock sju möjliga typer av tillvägagångssätt av forskningsmetodiken som baseras på valet av studie för varje steg, det vill säga om steget i fråga kräver en granskningsbaserad, en omfattande eller en initial studie. Beroende på forskningsfrågan, hypotesen, tidsramen och resurserna för själva arbetet avgör vilken typ av studie man skall utgå efter. En granskningsbaserad studie är avsedd att endast utgå ifrån litteraturens granskning, samtidigt som en omfattande studie omfattar både litteratur och empirisks granskning. Med den initiala studien brukar man oftast avsluta ett projekt med då man presenterar resultaten på ett sätt så att det kan användas av andra.

Forskningsförtydligande	Deskriptiv forskning I	Normativ forskning	Deskriptiv forskning II
1. Gransknings baserad forsknings	→ Omfattande studie		
2. Gransknings baserad forsknings	→ Omfattande studie	→ Initial studie	
3. Gransknings baserad forsknings	→ Gransknings baserad studie	→ Omfattande studie	→ Initial studie
4. Gransknings baserad forsknings	→ Gransknings baserad studie	→ Gransknings baserad Initial/Omfattande studie	→ Omfattande studie
5. Gransknings baserad forsknings	→ Omfattande studie	→ Omfattande studie	→ Initial studie
6. Gransknings baserad forsknings	→ Gransknings baserad studie	→ Omfattande studie	→ Omfattande studie
7. Gransknings baserad forsknings	→ Omfattande studie	→ Omfattande studie	→ Omfattande studie

Figur 6 Kopplingen mellan de fyra olika forskningsstegen

### 3.1.1 Forskningsförtydligande

I detta steg har forskare som huvudsakliga syfte att identifiera stöd eller indikationer från ett relevant område, som kan stärka hypotesen och forskningsmålet. Om ett starkt stöd för hypotesen upptäcks, kommer formuleringen av forskningsmålet resultera i en realistisk och trovärdig slutsats. Detta är högst önskvärt då det tillåter forskaren att sätta lämpliga kriterier samtidigt som det ger en klarare bild av den nuvarande situationen såväl som den önskvärda situationen.

För denna typ av arbete är det inte önskvärt att enbart basera hypotesen och forskningsmålet av enbart litteraturundersökning. Enligt Johansson och Larsson [25] och Brown T [5] är det viktigt med att ständigt utveckla målen samtidigt som kunskapen inom området växer. Det behöver dock inte endast baseras på litteratur utan även intervjuer och observationer för att få en bättre insyn i dagens problem.

#### 3.1.1.1 Deskriptiv forskning I

I det andra steget av forskningsmetodiken är målet att få en ännu bättre uppfattning av den nuvarande situationen genom att identifiera vilka faktorer som kan inverka på hypotesen och målet som satts. Det är då förväntat att forskaren skall ha en mycket klarare bild över vilka uppgifter som bör göras för att uppfylla målet med forskningen. Empiriska data som samlas in genom intervjuer och observationer

med relevanta intressenter som klargör den nuvarande situationen samt identifierar de faktorer som kan komma att påverka utfallet utgör grunden för det nästa steget i denna metodik.

### **3.1.1.2 Normativ forskning**

I det tredje steget av forskningsmetodiken ska forskaren ha klargjort tydliga mål samt indikerat vilka faktorer som har en inverkan på den nuvarande situationen. Därefter väljs de rätta faktorer som ska ändras för att uppnå önskad och förbättrad situation. Den faktor som har störst inverkan och vars förändring påverkar den nuvarande situationen mest väljs för att studeras närmare.

### **3.1.1.3 Deskriptiv forskning II**

I det fjärde och sista steget undersöker man hur den nya lösningen påverkar den nuvarande situationen. Utöver detta utvärderar man även om det givna problemet blivit löst samt avgör till vilken grad den nya lösningen uppfyller de ställda kriterierna som sattes i början av arbetet. (Målet är att sätta hypotesen på prov genom att utöka förståelsen för de antagande och kriterier som fastställts i början av arbetet.

## **3.2 Typ av forskning**

Det finns två typer av forskning i rapporten, *argumentativ granskning* och *narrativ granskning*. [22]

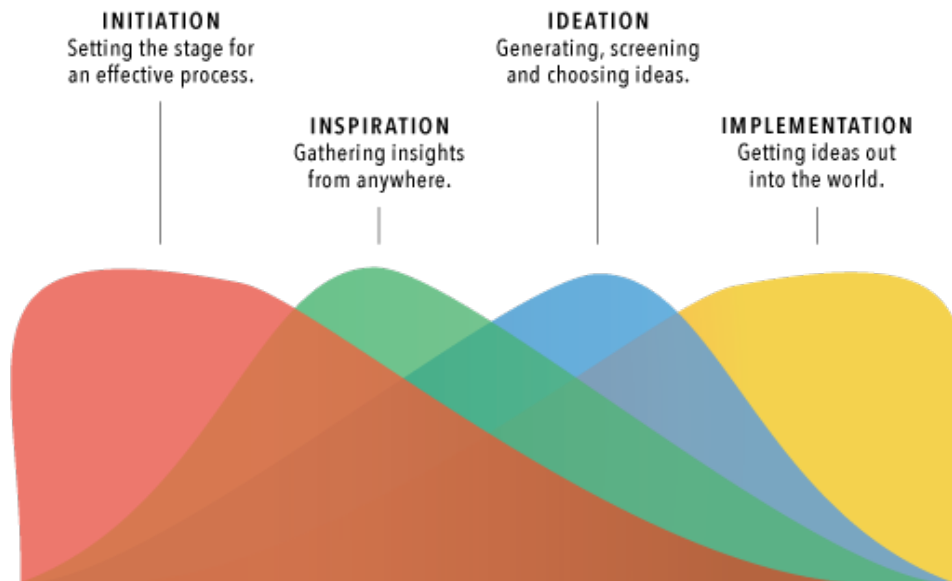
Rapporten innehåller argumentativ granskning, då den har selektivt granskande litteratur som stödjer eller motbevisar argument [22]. Här innehåller rapporten referenser från organisationer eller företag som är relevanta för forskningen.

Det finns en narrativ granskning, då man utgår från den forskningen som finns och visar på hur den ger information till rapporten och hur rapporten bidrar till forskningen inom området. Här finns det referenser från myndigheter och individer med relevant bakgrund eller erfarenhet för att stödja argument i rapporten.

## **3.3 Innovation och designprocessen**

*“Design thinking is a human-centered approach to innovation that draws from the designer’s toolkit to integrate the needs of people, the possibilities of technology, and the requirements for business success.” - Tim Brown [5]*

I projektet användes Design Thinking process där följande steg ingår; *initiation-inspiration - ideation - implementation*. Se Figur 7.



Figur 7 Design thinking process [25]

### 3.3.1 Initiation

I initiation fasen sätts målen med projektet. Forskningsfrågan granskas kritiskt om den är korrekt formulerad och har den fokus på själva målet med projektet, är frågan öppen för flera lösningar och tar man hänsyn till vem den är riktad till. En annan del i processen är att alla som är med i projektet har samma mål och ambitioner och utvecklar ett kontrakt från vad man förväntas. [7]

### 3.3.2 Inspiration

I inspiration fasen samlar man in data som är relevant för uppgiften. Data samlas in genom litteratur, intervjuer och observationer i relevant miljö, för behovsidentifiering. Kunskap samlas om marknaden och de trender som finns idag och man tittar på vad andra industriella processer använder sig av som är relevanta. [7]

### 3.3.3 Ideation

Ideation fasen tar man fram idéer genom diskussion och kollaboration med företaget. Förslag presenteras för företaget som bör identifiera brister/fel och presentera detta som konstruktiv kritik. Idéerna ska vara baserade på de behov man har identifierat och ska ta hänsyn till viktiga funktioner och egenskaper. Därefter görs en genomgående analys där idéer sållas bort och rankas. I slutändan får man fram ett par stycken koncept som ska utvärderas och testas ytterligare. [7]

### 3.3.4 Implementation

Implementation fasen är det sista steget där man ska kunna ha väl fakta grundade argument för varför företaget ska investera i det konceptet man har tagit fram. Det tas även fram en kostnadsanalys för konceptet. Företaget ska avgöra om det nya konceptet kommer tillföra värde och om företaget inte skulle tycka det måste man utveckla sitt koncept och tänka om tills företaget blir nöjd [7].

## 3.4 Datainsamling

### 3.4.1 Observation

Då arbetet inte utgår ifrån något som enbart ligger bakåt i historien utfördes direkta observationer som en typ av informationskälla för vår studie. Genom att med egna ögon studera det som är av intresse kan man få en mer konkret förståelse av hur det tillämpas och potentiella problem som användarna stöter på identifieras. Enligt Yin, R.K (2009) [28] kan fältarbetaren under bestämda tidsfrekvenser mäta vissa beteende på fältet som kan kräva att man kompletterar observationen med en intervju för få en djupare förståelse om situationen.

### 3.4.2 Intervju

En annan typ av informationskälla som genomfördes under detta arbete är en intervju. I detta arbete användes intervjun som en kompletterande informationskälla för redan insamlat forskningsmaterial. Valet av metod föll på en semistrukturerad intervju som enligt Dalen (2008) [27] ger bättre insyn i frågeområden genom att man undviker för många detaljerade frågor. Syftet är att föra intervjun på ett mer naturligt sätt för att på så vis låta respondenten till en viss utsträckning styra i vilken ordning vissa saker kommer upp. På detta sätt får man ut mycket mer information som annars kanske inte hade förmedlats. Det är dock viktigt att ställa öppna frågor för att låta personen utveckla sina svar. En annan viktig aspekt som lyfts fram av Dalen (2008) är att övergångarna mellan de olika frågeområdena sker på ett naturligt sätt.

### 3.4.3 Upprättande av kravspecifikation

Framgångsrika projekt kännetecknas av att möta intressenternas krav under hela livscykeln. Intressenter är någon enhet, antingen individ eller organisation, men ett legitimt intresse för systemet som kan komma att påverkas av eller kan påverka systemet. Vanligtvis omfattas intressenter som kunder, operatörer, tillsynsmyndigheter etc. Kraven som ställs delas sedan in i tre kategorier beroende på vilken typ av behov som tillfredsställs, enligt Wiley (2015). De tre kategorier är funktionella krav, prestationskrav och designkrav.

Funktionella krav är till mestadels kvalitativa krav som beskriver vad systemet behöver uppfylla. Dessa är vanligtvis beskrivande och verifieras av tillhörande prestationskrav som kan kontrolleras individuellt. Designkraven identifierar de begränsningar som krävs för att systemet ska fungera eller existera.

De funktionella kraven är upprättade av U-Lift, medan de andra är EU-direktiv. Då det framtagna konceptet bygger på en utav U-lift nuvarande lösning har prestations- och designkraven inte tagits till hänsyn då produkten redan uppfyller alla kraven.

#### ***Funktionella krav***

- Säkerställande av att endast handikappad eller dess vårdare kan manövrera lyften
- Säker användning för den handikappade eller dess vårdare
- Säker användning av personer som befinner sig i närheten av lyften
- Lämplig kommunikation om användandet till fordon/förare eller underhålls databas

#### ***Prestationskrav***

- Ingen del av lyften får överskrida en hastighet på 150 mm/sek undersökning eller lyftning av en person i 95:e percentilen
- Maximala horisontella och vertikala acceleration när en person befinner sig på lyften ska vara 0,3 g

- Full lastad vikt 300 kg för rullstol och rullstolsanvändare (inkl. bagage) i fall med en elektrisk rullstol där ingen assistans krävs för på- och avstigning
- Full lastad vikt 200 kg för rullstol och användaren (inkl. bagage) i fall med en manuell rullstol

**Designkrav**

- Innerdörrar som är tillgängliga för rullstolsanvändare ska ha en fri bredd på minst 800 mm
- Lyftplattformens yta ska vara halksäker
- Lyftben ska vara försedd med kanter som förhindrar att en rullstol rullar av kanten
- Lyftben ska ha en fri bredd på minst 760 mm och en längd på 1200 mm.
- Övergångsplattan mellan lyftplattformen och vagnsgolvet ska ha en minsta bredd på 720 mm
- Lyftben ska klara en vikt på minst 300 kg, placerad mitt på lyftplattformen och fördelad över en yta på 660x660 mm
- Lyftben ska vara försedd med kanter som förhindrar att en rullstol rullar av kanten
- Varje sida av lyftben som befinner sig utanför fordonet ska i upphöjt läge ha en kant på minst 25 mm hög
- Lyftben ska kunna användas med rullstolsanvändaren placerad i riktning in såväl som ut
- Bredd 700 mm med minimum 50 mm på varje sida för händerna vid förflyttning
- Längd 1200 mm med minimum 50 mm för fötter
- Minsta hjulet på rullstol ska klara att köra över ett mellanrum med måtten 75 mm och 50 mm vertikalt
- Vändradie på 1500 mm
- Höjd på hinder som kan övervinnas maximalt 50 mm
- Minimum markfrigång 60 mm med en uppåtgående vinkel på 10° framtill (under fotstödet)
- Dynamisk stabilitet i alla riktningar vid en vinkel på 6°
- Statisk stabilitet i alla riktningar (inkl. med broms anlagd) vid en vinkel på 9°

## 4 RESULTAT

### 4.1 Koncept

Det skapades tre olika koncept på liften. I denna del kommer de olika koncepten att presenteras med enklare skisser. Några komponenter som är återkommande i varje koncept är sensorer, ställdon och PLC.

#### 4.1.1 Koncept 1

I detta koncept hämtades inspiration från Fiorella Total Drive lift. Rampen är uppdelad i två lika stora delar som kan vikas ihop i mitten med hjälp av ett ställdon, placerad på undersidan av rampen. Rampens flikar ska också vikas ihop med hjälp av två ställdon som även de är placerade på undersidan. Liftens solida kropp kan fästas i både vägg och golv. Kroppen kan rotera runt sin egna axel för att möjliggöra samma räckvidd som U-Lifts nuvarande produkt. Sensorerna placerades på varje sida av balken som är fast på rampen.

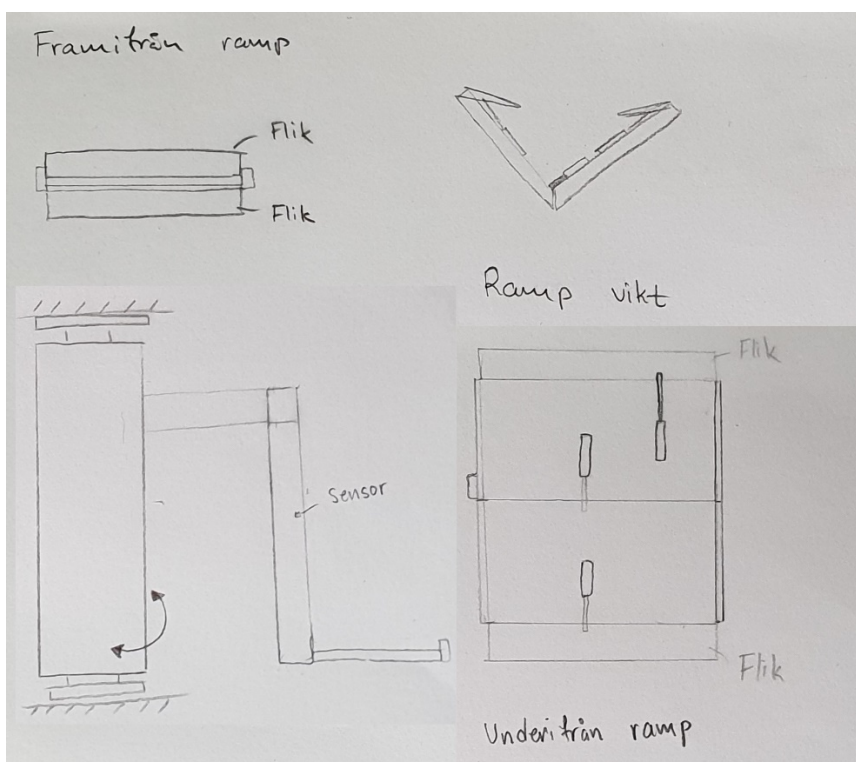


Figure 8 Skiss av koncept 1

### 4.1.2 Koncept 2

I detta koncept är ställdonen placerade vid sidan av rampen för att möjliggöra invecklingen av flikarna mot övre delen av rampen. Liften kan fästas i vägg, golv och tak. Ställdonet som är placerad på armen är festsatt i en krok på rampen som tillåter att rampen kan vikas in i cirka 90°. En av sensorerna är placerad på undersidan av rampen och den andra är placerad på armen med fästet.

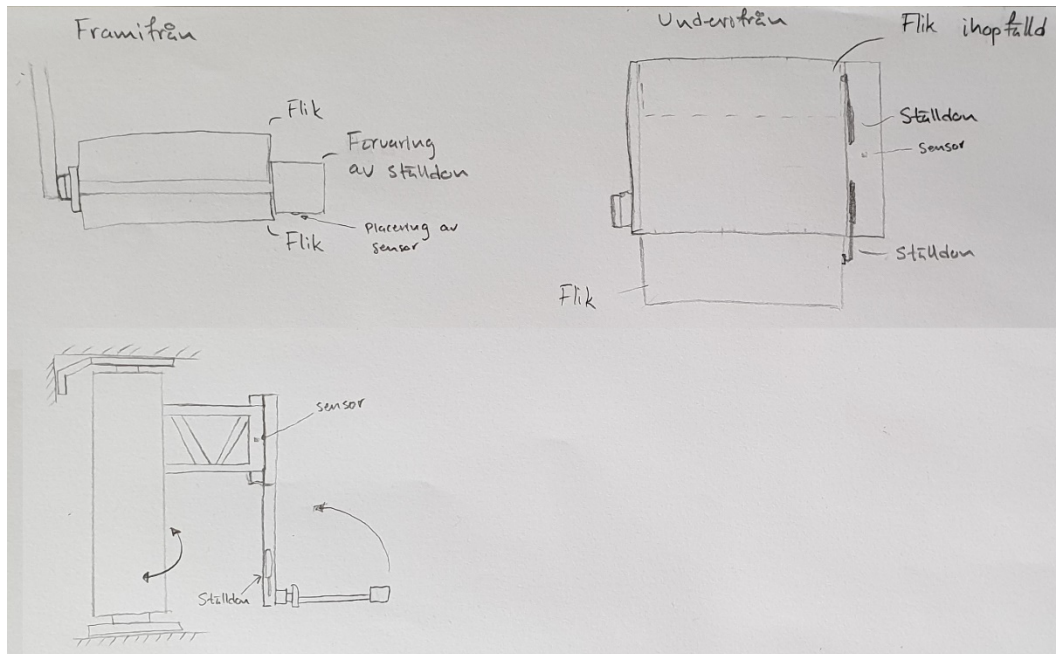


Figure 9 Skiss av koncept 2

### 4.1.3 Koncept 3

Ställdonen i detta koncept är placerade i mitten av rampen, även de befinner sig på undersidan av rampen. Bottenplattan är till för att skydda ställdonen från att obehöriga ska kunna ta på de. Till skillnad från de föregående konceptet vecklas denna rampen in från långsidan.

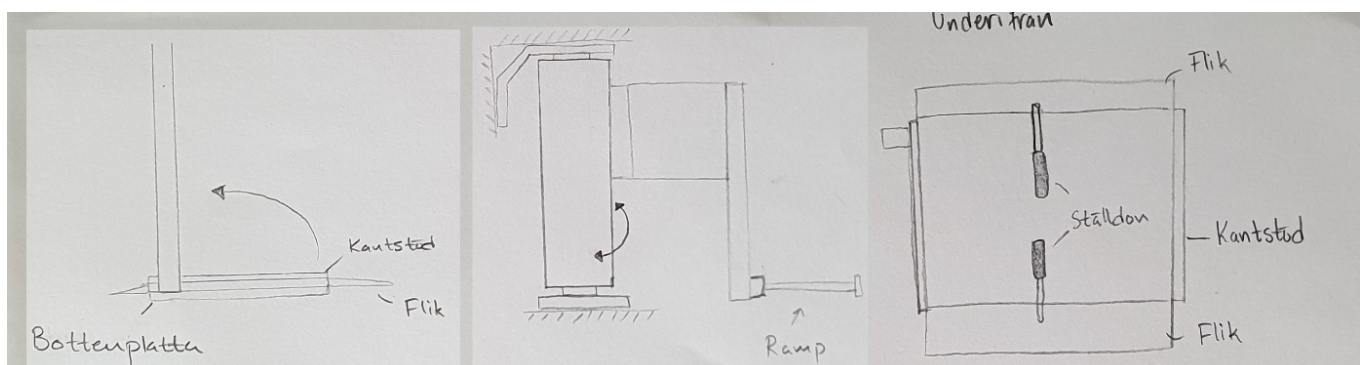


Figure 10 Skiss av koncept 3

## 4.2 Val av koncept

Genom att skapa en enklare poängräkning kan valet av vilket koncept som ska fortsättas med göras. Utefter värderingar och röstningar av varje koncept gentemot vissa kriterier som anses vara viktiga för arbetet, kan ett vinnande bidrag koras.

Varje kriterium rankas 1–5 för hur viktig den är för liften (1 = inte viktigt, 5 = mycket viktig). Kriterierna betygsattes sedan för varje koncept. Beroende på hur man upplever varje koncept i förhållande med kriterium sätts ett betyg, skala 1–5 (1=dåligt förhållande, 5=bra förhållande).

Tabell 3 Koncept poängräkning

Kriterier	Betydelse (1-5)	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3
Användarvänlighet	5	2	3	3
Kommunikation	2	4	4	4
Flexibilitet	4	4	3	2
Säkerhet	5	2	3	2
Antal komponenter	3	2	4	2
Service	3	2	3	2
Tillgänglighet vid olycka	4	1	2	2
Uppskattad kostnad	3	2	3	3
<b>Slutbetyg</b>		66	88	70
<b>Rangordning</b>		3	1	2
<b>Fortsätta?</b>		Nej	Ja	Nej

## 4.3 Slutgiltiga koncept

Det nya konceptet som tagits fram bygger en av U-Lifts mer framgångsrika produkt. Anledningen till varför det nya konceptet bygger vidare på en färdig produkt är för att det blir mer lönsamt för företaget. Deras produktionstid är för tillfället mycket kortare än konkurrenterna vilket ger de en stor fördel som de helst vill behålla i framtiden.

Konceptet som utvecklats visas i figur 8. I det läge visar bilden hur liften befinner sig då den inte används. Liften ska placeras vid den vägg i tåget som är mest stabilast, vilket specificeras utifrån kundens krav då det kan hända att liften kan placeras på motsatt sida. Med fäste i vägg, golv och eventuellt tak utgörs en försäkring om stabilitet under användning.

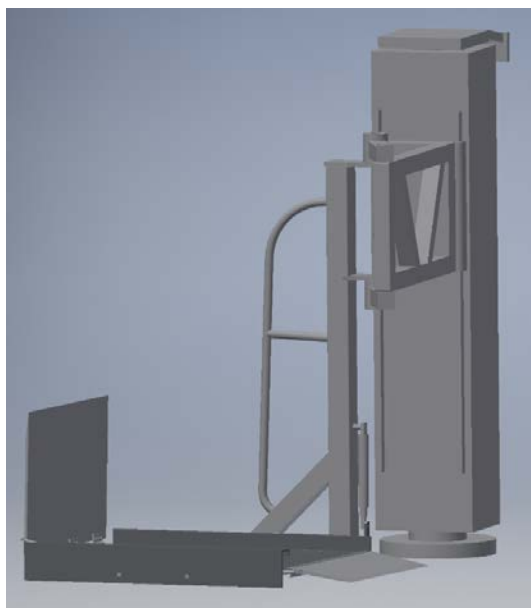
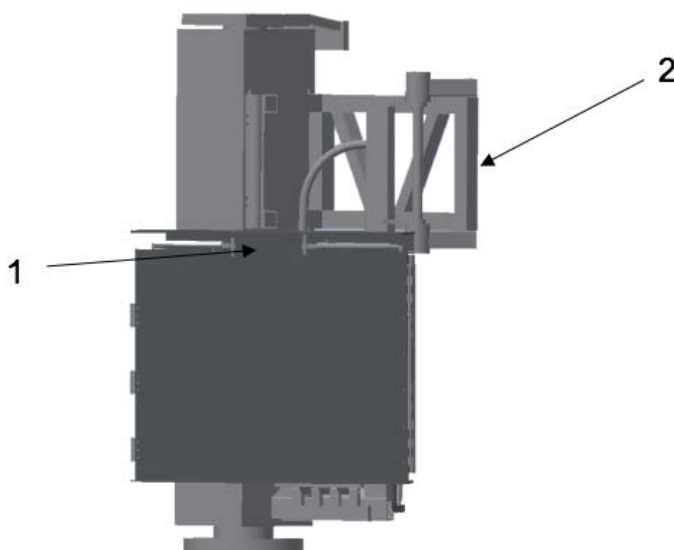


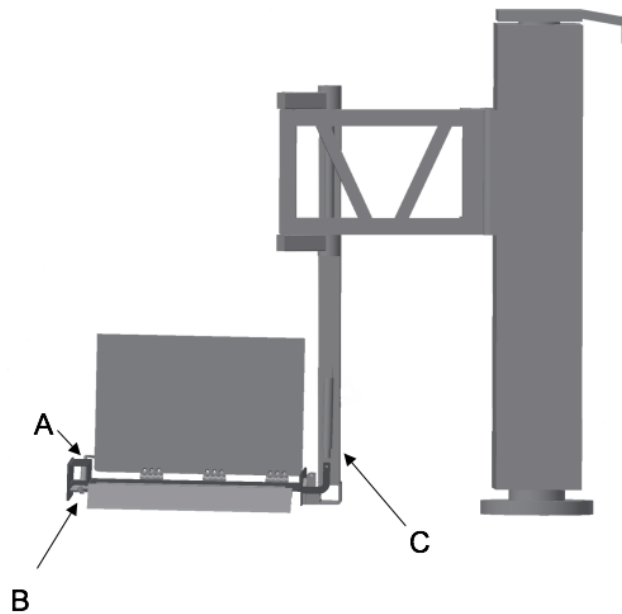
Figure 11 CAD-modell på slutgiltiga konceptet

Kraven från EU [28] säger att all manövrering av dagens liftar måste ske med kontinuerlig press av en manövrerings don. Detta försvårade framtagningen av ett lämpligt sätt att manövrera liften då framtiden är väldigt oförutsägbar. Beslutet om att manövrera liften med ett långt knapptryck bestämdes vara den mest realistiska sett till tanken att den rullstolsbundne själv skall kunna manövrera liften på egen hand. Knapptrycket ska vara i ungefär fem sekunder innan liften aktiveras. PLC systemet är förprogrammerat till att känna av om liften aktiverats inifrån eller utifrån. Placering av knapparnas position är belägna utanför och innanför tåget, vid sidan av dörrarna. Problematiken som kan uppstå gällande denna typ av manövrering är att garantera säkerheten för personerna i den nära omgivningen. I Figur 12 visas de ställen vart sensorerna är placerade. Om sensorn skulle känna av att en människa eller objekt befinner sig i närheten, kommer liften att pausa det aktiva arbetet tills det att inget hinder finns.



Figur 12 Lift vid inaktivt läge

I Figur 13 visas liften i utfällt läge på insidan av tåget. Den solida kroppen har roterat till en lämplig position så att rampen placeras framför tågdörren. Vinkeln för kroppen rotation ska förprogrammeras i PLC:n då alla kunder inte har samma tåg design, vilket måste specificeras av kunderna vid beställning. Punkterna A, B och C indikerar ställdonen som är till för att veckla ut rampen och de två flikarna. Flikarna fälls ut från deras ursprungsposition då de sparar mycket plats när liften inte är aktiv. Ställdonen vid A och B vecklar ut flikarna. Då liften aktiveras i tåget kommer den större fliken att inta position som kantstöd samtidigt som den mindre fliken kommer att fällas ut så att den rullstolsbundne kan kliva på rampen. Ställdonet vid punkten C har som uppgift att fälla ut rampen genom att pressa på den lilla kroken.



Figur 13 Liften utfälld på insidan av tåget

Figur 14 visar då liften intagit position på perrongen. Kroppen har roterat ytterligare så att rampen hamnat utanför tåget. Därefter har armen sänkts till perrongen där den främre fliken har vecklats ut. Den mindre fliken har under färden agerat som kantstöd. Om ett problem skulle uppstå under utfällningen av liften kommer PLC:n att skicka en signal till konduktören eller en extern databas som för meddelandet vidare.

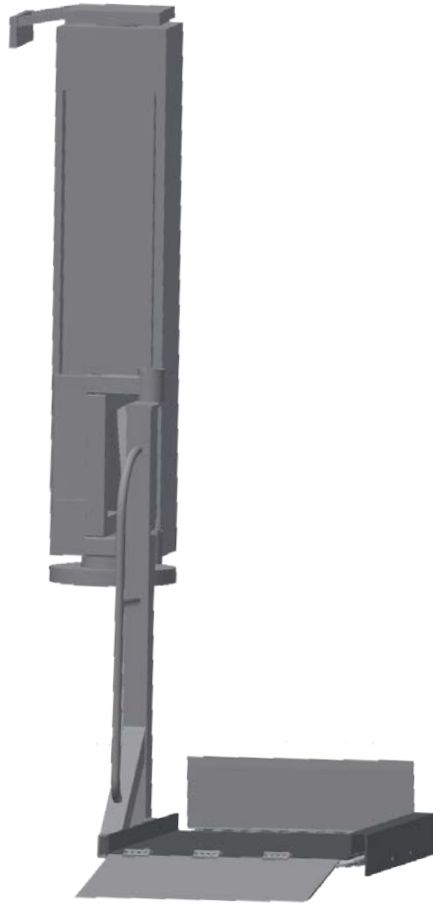
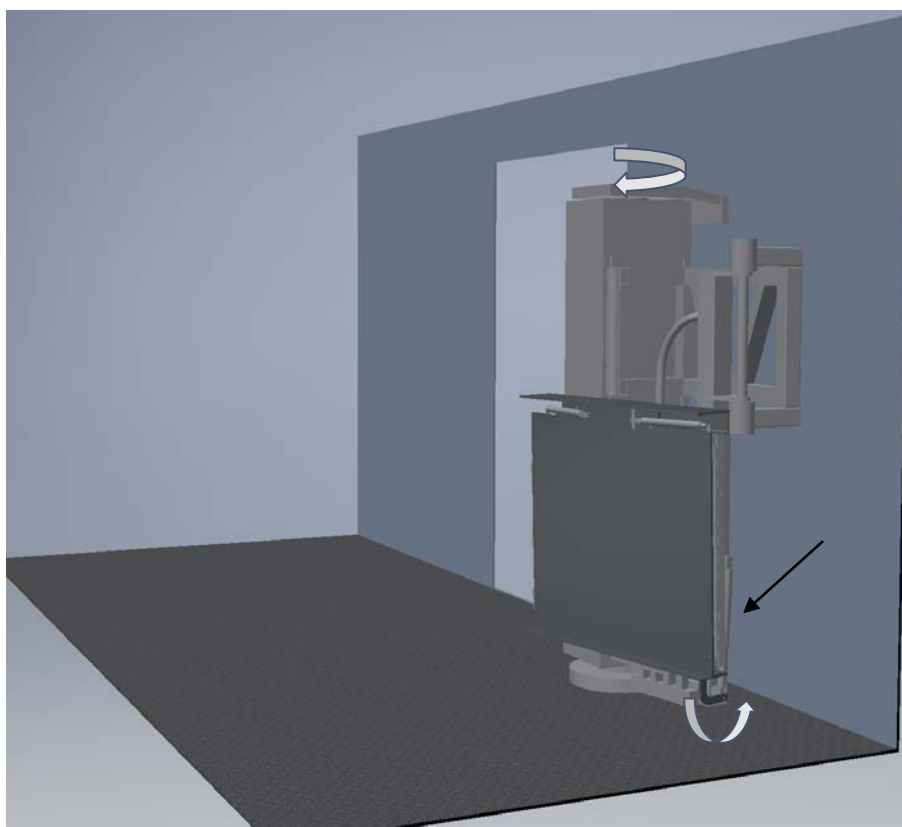


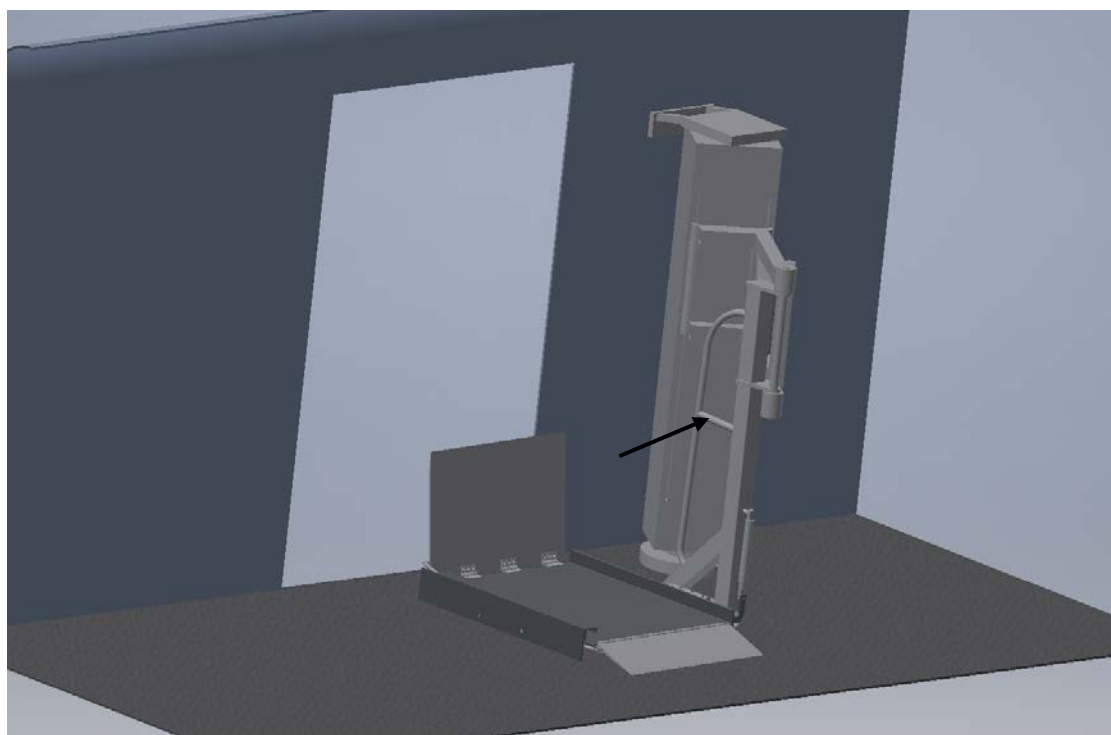
Figure 14 Liften utfälld på perrong

#### 4.4 Möjligt scenario

Ett scenario har skapats för att enklare förmedla hur liften kommer att fungera. En enklare tågmodell har skapats där liften sitter fast i golv och vägg, som kan ses i figur 15. Då liften aktiveras från insida av tåget kommer den solida kroppen att rotera runt sin egna axel. Efter att kroppen roterat till rätt vinkel kommer ställdonet dra kroken för att rampen kan inta position, se figur 16.



Figur 15 Liftens sekvenser vid aktivering från insidan

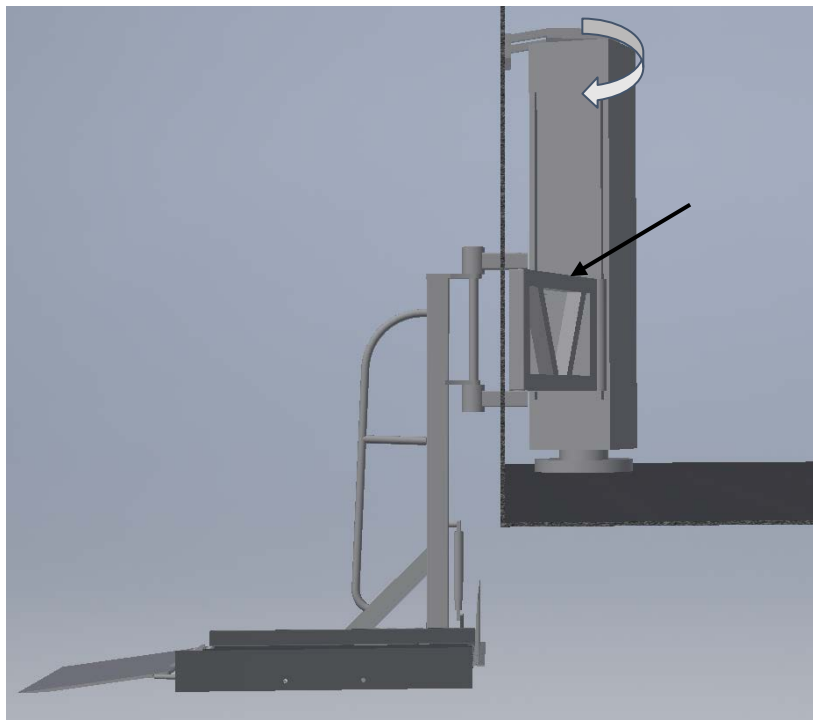


Figur 16 Liften vid påstigning i tåget

Den mindre fliken kommer att möjliggöra påstigning för den rullstolsbundne samtidigt som den större kommer inta position som kantstöd. Passageraren kommer att kliva på rampen och inta

sin position. Ett knapptryck vid handtaget kommer att indikera till systemet att passageraren är redo för avstigning. Den främre fliken kommer att inta position som kantstöd innan liften är redo för förflyttningen.

I figur 17 har liften intagit position på perrongen. Kroppen har roterat ytterligare så att rampen befinner sig utanför tåget. Därefter har armen sänkts till perrongens nivå. Ställdonet till den större fliken kommer att aktiveras för att passageraren ska kunna stiga av. För att slutföra avstigningen måste passageraren trycka en knapp som befinner sig på utsidan av tågvaagnen. Liften kommer då att återgå till sin ursprungliga position inuti vagnen. Om det skulle uppstå ett problem under utfällningen av liften kommer PLC:n att skicka en signal till konduktören eller en extern databas som för meddelandet vidare.



Figur 17 Liften har intagit position på perrongen

## 4.5 Komponenter

### 4.5.1 Sensor

Radarsensor A1 bygger på en unik patenterad teknik som möjliggör hög precision med mycket låg strömförbrukning. Den kan urskilja flera olika objekt på ett avstånd av 2 m med upp till millimeters noggrannhet tack vare en hög uppdateringsfrekvens. Då sensorn arbetar i det 60 GHz ISM-radiobandet kan den prestera utan störning från damm, färg, buller och direkt eller indirekt solljus. Detta möjliggör att man kan placera sensorn bakom plast eller glas utan behov av en fysisk bländare. Med en yta på bara 29 mm<sup>2</sup> kan man enkelt implementera sensorn i de allra minsta utrymmen. Sensorn är även testad mot den globala industristandarden Stress-Test-Driven Qualification of Integrated Circuits (JEDEC JESD47JE). Standarden säkerställer att sensorns är beständig mot kyla, värma, spänning, luftfuktighet och elektrostatiska urladdningar. Utöver detta har även en rad olika stressrelaterade tester gjorts som säkerställer en normal användning i mer än 10 år [24]

### 4.5.2 Siemens LOGO! Soft comfort v.7.0 - PLC

Tester har gjorts med en PLC från Siemens LOGO! Soft comfort v.7.0, se Bilaga C, som implementeras i en hiss. PLC:n var programmerad med ladder diagram [19]. Ladder diagram är det vanligaste sättet att programmera en PLC i [8]. I testet drev PLC:n ett system där en likströmsmotor kördes framåt och reversibelt. I våningshuset där hissen med Siemens PLC testades fanns det en sensor på varje våningsplan. Mjukvaran som tillhör Siemens LOGO! Soft comfort v.7.0 användes för programmeringen. Siemens PLC gjorde en traditionell hiss till ett automatisk och energisparande hisssystem. All indata från sensorer och knapptryckningar och all utdata från motorn och belysning är ihopkopplade med Siemens PLC:s moduler för indata och utdata.

Anledningen att vi utgår vår konstruktionslösning på ovan nämnda vetenskapliga artikel är för att rent juridiskt kan en automatiserad lift ses som en hiss. Myndigheter och organisationer ställer olika krav beroende om det är en lift eller en hiss. Den nya konstruktionen har utvecklats och refererats från iden att det kan komma att definieras som en hiss istället för en lift, från myndigheters och organisationers perspektiv, enligt uppgifter från U-lift från intervjun.

### 4.5.3 Ställdon

Ett linjärt ställdon används för att styra utfällningen av liften och de mindre ramperna som används för på- och avstigning. Genom signaler som skickas från PLC aktiveras ställdonen till att utföra de kommandon som är förprogrammerade att utföra enligt de inmatningar som användaren, i detta fall genom knapptryck. De ställdon som används för att fälla ihop de mindre ramperna är hydrauliska av märket Moteck. [26]

## 5 ANALYS OCH DISKUSSION

### 5.1 Forskningsfrågan

Rapportens forskningsfråga är ”Hur kan man automatisera lyfthjälpmedel i tåg för personer med funktionsnedsättning som använder hjälpmedel för funktionsnedsatta? “

När forskningen startade visade sig att detta var inte bara ett tekniskt problem att utforska utan även människan som ska använda den är en väsentlig del av forskningen, då vi personligen inte alls har erfarenhet av funktionshindrade och hur deras situation ser ut. Det är en aspekt man får ta hänsyn till då det är lätt att grota ner i det maskintekniska och bortser från användarvänlighet och smidighet. Från början var frågan ställd inför framtiden och därför har svaret också blivit för en framtida lösning, då mer forskning och fysiska prototyper kan göras.

### 5.2 Mål

Dessa är målen för arbetet:

- Hur kan vi säkerställa att den automatiserade lyften kan manövreras av den funktionsnedsatte själv eller av dess vårdare, utan specifik utbildning?
- Hur blir den automatiserade lyften säker för användning för den funktionsnedsatte och dess vårdare, för personer som befinner sig på fordonet och för personer som befinner sig på perrongen/trottoaren?
- Vilken typ av manöverdon är lämpligast för den automatiserade lyften?
- Hur ska den automatiserade lyften kommunicera med fordon eller förare vid incidenter?

För att kunna svara på den första frågan så gjordes forskning på hur PLC och automation har använts tidigare. Eftersom liften ska röra sig mellan två nivåer (perrong-plattform, plattform-perrong) kan man se det som en hiss som åker upp en våning och åker ner en våning. Rapporten hänvisar till en vetenskaplig studie, där man testade att använda ett PLC-system integrerat med en hiss. Resultatet såg lovande ut och att det var smidigt och energisnålt system. Programmering ladder diagram är välkänd och det vanligaste förekommande språket för PLC. Med samma lösning på U-lift:s tåglift skulle den funktionsnedsatta manövrera sig själv utan vårdare, som det vore en hiss.

Hur den automatiserade lyften blir säker vår användare och vårdare är med hjälp av sensorerna som finns implementerad i konceptet. Sensorer tillhör ett feedback controller system, där systemet kan få information om en resenär är i närheten av liften. Ljussignaler och nödbroms är krav som finns kvar från den ursprungliga produkten. Lifter för funktionsnedsatta följer hårda regler och direktiv från myndigheter och på EU-nivå och vi måste ta hänsyn till dessa krav i vårt koncept.

Manöverdonet har rent designmässigt förändrats när det gäller bottenplattan då den ansågs vara överdimensionerad så den är lite mindre. Nu är ställdonen vid sidan om bottenplattan för att kunna automatisera flikarna. Flikarna var man tvungen att fälla ihop och ner manuellt vilket kändes onödigt då hyraliken i ställdonen implementerat i PLC-systemet kan sköta det automatiskt. Det finns fortfarande handtag enligt direktiv.

Den automatiserade lyften ska liksom en hiss ha ett automatiserat nödsystem då den inte ska kunna lyfta om inte flikarna är i raklångt läge. Liftan ska inte heller kunna startas när tåget kör. I fall det skulle bli kortslutning så ska man kunna använda liftan manuellt vid nödsituationer. Enligt EU-direktiv så är det krav på att användare måste ha en knapp intryckt i minst 5 sekunder för att liftan ska fungera. Konceptet ska lösa det med en mobil fjärrkontroll som den funktionshindrade ska få knappval. Detta gör att det kan ses som semi-automatisk lift i det fallet, men EU-krav kan man inte sätta sig emot.

### 5.3 Funktionsnedsättning och lärdomar

Erfarenheten av hur funktionsnedsatta situationer och vilka svårigheter det finns idag, var användbar information. FN:s rapporter visar att det kommer ske en befolkningsökning och att det kommer vara en större andel av befolkningen som är 65 år och äldre. Funktionsnedsättning och ålderdom har ett samband då det visar att i det senare åldersspannet finns det fler som har en form av funktionsnedsättning.

Idag kan liftar för funktionsnedsatta i tåg användas i 20 år utan att kunden ringer om service eller reservdelar, enligt U-lift, då de inte används i så hög grad att produkten slits ut. Rapporter har också visat att funktionsnedsatta och framförallt rörelsehindrade är den gruppen som reser minst. Detta kan anses självklart, men enligt vår forskning så vill funktionshindrade och känna sig självständiga och inte vara beroende av hjälp. Om en funktionshindrad och särskilt en rörelsehindrad i en rullstol, måste de ringa tågbolaget och planera vilket tåg som har rätt tillgänglighet och att det finns en ledsagare på plats.

Konsumentverkets rapport visar att långt ifrån alla funktionshindrade får den hjälp de har rätt till vid en resa, får det. Detta kan vara en bidragande orsak till varför få funktionshindrade reser med tåg och istället väljer andra tjänster som taxi eller färdtjänst. Idag kan det kännas som en stor investering att automatisera liftar då få används, men detta kommer vara ett framtida problem då man får en åldrande befolkning och därmed fler funktionsnedsatta som ska kunna ta sig till jobb, sjukvård, skola eller kunna resa och det ska vara tidseffektivt. En större belastning på kollektivtrafiken kommer tvinga samhället att omställa sig till en mer automatiserad miljö där det inte är omöjligt att kunna se förarlösa tunnelbanetåg som i Köpenhamn eller förarlösa bussar. Människor med en funktionsnedsättning ska inte glömmas bort och en automatiserad lift får dem att tjäna sig mer självständiga och inte känna sig beroende av hjälp utifrån.

Transportstyrelsen visar att Sverige har en bra tillgänglighetsanpassning inom tågtrafiken för rörelsehindrade. Sverige ligger förmodligen i framkant när det gäller rörelsefrihet för funktionshindrade och det finns några framöver för tid att anpassa sig för framtida problem.

### 5.4 Konceptet

Det negativa med konceptet är att det var svårt att få till en fysisk prototyp, då komponenterna vi behövde vara dyra och vi hade ingen budget att utgå ifrån. Konceptet handlar mer om väl underbyggda fakta och forskning och bevis på att tekniken finns idag och att det fungerar. Den tekniska delen vi har fått använda våra kunskaper i är reglerteknik för hur automation och PLC:n fungerar och språket ladder diagram liknar el-kretsar som vi hade i ellära. Autodesk Inventor 2018 har använts för att kunna konstruera konceptet och för att kunna visualisera tankegången. Forskningsmetoden DRM har underlättat i val av väsentlig litteratur då mycket av vårt arbete var teoretiskt. I efterhand kan vi säga att design thinking användes i stora delar men inte allt då arbetet blev mer teoretiskt och mer mot produkt och systemforskning.

Då projektet inte hade en budget så har inga kalkyleringar gjorts men då vi har utgått från en ursprungsmodell av lift för funktionshindrade så har vi implementerat och gjort vissa designförändringar som gör produkten dyrare i slutändan. Konceptet är inför framtida problem då

större utmaningar väntar i samhället och när myndigheter och regeringar kommer sätta krav på ett mer tekniskt och en mer automatiserad infrastruktur.

## **5.5 Felkällor**

Det som kan påverkat forskningen negativt är om litteratur är knapphändig eller osann. Det kan finnas källor som man borde gjort en djupare litteraturgranskning av, då vi har referenser från välkända institutioner och myndigheter men också så kallad grå litteratur som nyhetsartiklar.

Då vi har en maskinteknisk bakgrund så har vi inte stor erfarenhet när det gäller programmering som det behövs i PLC. På grund av missförstånd eller oklarheter så tog det tid att lära sig grunderna.

## 6 SLUTSATS OCH FRAMTIDA ARBETE

Automatiserade lyfthjälpmedel är en fråga för framtiden för både statliga myndigheter och för internationella samfund. Forskningen som är gjord under projekts gång får ses som en förstudie till vilka problem som finns idag när det gäller resenärer med funktionshinder och hur kan nuvarande existerande teknik implementeras till befintliga lösningar för att kunna underlätta behovet av fri rörlighet för alla människor. Funktionshindrade är positiva till att använda tekniken för en bättre livskvalité. Inom 20–25 år så kommer det bli trängre och trängre på perronger och trottoarer vilket gör att nuvarande kollektivtrafik måste hänga med i utvecklingen. Med ett pressat tidschema behövs effektiva och pålitliga tjänster för transport. Automation blir allt vanligare inom industrin och på vägarna, vilket framtida befolkningsökning kommer att kräva. De som oftast ses som de svaga i samhället måste få en chans att följa med på utvecklingen där en automatiserad lift kan vara en del av få tjäna sig mer självständiga och inte känna sig beroende av andra människor.

Inför framtida arbetet behövs prototyper där fysiska tester kan göras på hur de tre faktorerna för ett automatiserat system samverkar; PLC, sensorer och manöverdon. Stressanalyser och hållfastighetsberäkningar behövs göras i lämpligt CAD-verktyg. Intervjuer med funktionshindrade och verksamheter som har expertis när det gäller assistans för funktionshindrade är en viktig källa för att konstruera en lift som optimalt för resenärerna. Det behövs en investering där man kan göra en grundlig kostnadskalkyl på hur mycket produkten kostar.

EU och tågbranschen måste föra diskussioner om åldrande direktiv och restriktioner angående den juridiska gråzonen mellan lift och en hiss. Lagar och regler borde anpassa sig till samhället och den teknik som behövs.

## 7 REFERENSER

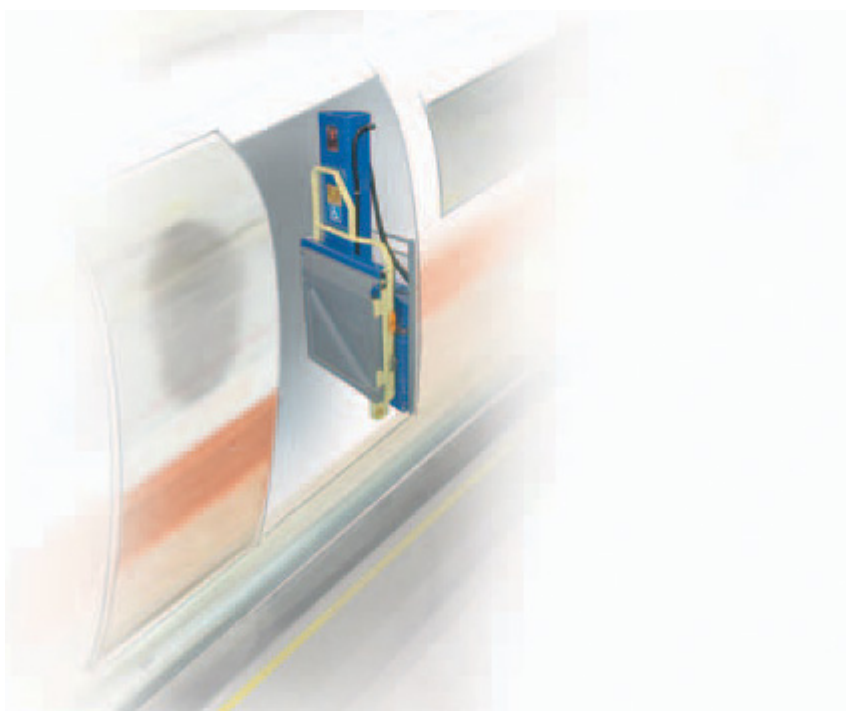
- [1] "Ageing and disability | United Nations Enable", *Un.org*, [Online]. Available: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/disability-and-ageing.html>. [Accessed: 13- May- 2018].
- [2] "Travel is becoming more accessible - what about rail?", *Rssb.co.uk*, 2017. [Online]. Available: <https://www.rssb.co.uk/Pages/blog/travel-is-becoming-more-accessible-what-about-rail.aspx>. [Accessed: 13- May- 2018].
- [3] SVT Nyheter. (2018). *Även pendeltågen blir förarlösa i Köpenhamn*. [online] Available at: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/skane/forarlösa-pendeltag-i-danmark> [Accessed 14 Mar. 2018].
- [4] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Population Ageing 2015 (ST/ESA/SER.A/390).
- [4] "U-Lift AB | Person- och lastliftrar samt rullstolsramper | U-Lift", *U-lift.se*. [Online]. Available: <http://www.u-lift.se/>. [Accessed: 18- January- 2018].
- [5] Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Harper Collins.
- [6] Blessing, L. T. M., & Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodology*. Springer Science & Business Media.
- [7] Lindstedt, P., Burenus, J. (2006), *"The Value Model"*, Nimba, ISBN 91-630-6349-2.
- [8] "What is PLC Programming and Automation? | Innovative Automation", *Innovativeautomation.com*, 2018. [Online]. Available: <https://www.innovativeautomation.com/plc-programming-automation/>. [Accessed: 13- May- 2018].
- [9] M. Groover, *Fundamentals of modern manufacturing*, 4th ed. Hoboken, NJ: J. Wiley & Sons, 2010.
- [10] "iBOT Poised for Comeback | Toyota USA Newsroom", *Pressroom.toyota.com*, 2016. [Online]. Available: <http://pressroom.toyota.com/releases/toyota-deka-research-partnership-may21.htm>. [Accessed: 13- May- 2018].
- [11] YouTube. (2018). *Fiorella Total Drive Lift - Self Driving Application with F-Remote*. [online] Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=K0igtXEN5qA> [Accessed 7 Apr. 2018].
- [12] "Tågresenär med funktionsnedsättning | Hallå konsument", *Hallåkonsument.se*, 2015. [Online]. Available: <https://www.hallåkonsument.se/tips-for-olika-kop/kopatjanster/resor/reseguide/tagresenar-med-funktionsnedsattning/?isFromPreviousStep=true&previousSteps=2828>. [Accessed: 13- May- 2018].
- [13] "Många med funktionsnedsättningar tvekar inför tågresan | Konsumentverket", *Konsumentverket.se*, 2015. [Online]. Available: <https://www.konsumentverket.se/aktuella-konsumentproblem/nyheter-och-pessmeddelanden/pessmeddelanden/2015/manga-med-funktionsnedsattningar-tvekar-infortagresan/>. [Accessed: 13- May- 2018].

- [13] E. Földesi, "Disabled people spoke about their benefits and requirements on autonomous cars", *Medium*, 2017. [Online]. Available: <https://medium.com/@mobility4eu/disabled-people-spoke-about-their-benefits-and-requirements-on-autonomous-cars-232cdb73f197>. [Accessed: 13- May- 2018].
- [14] "UN Enable - Accessibility", *Static.un.org*. [Online]. Available: <http://static.un.org/esa/socdev/enable/disacc.htm>. [Accessed: 14- May- 2018].
- [15] K. Sempler, "Utan förare i Köpenhamn", *Ny Teknik*, 2002. [Online]. Available: <https://www.nyteknik.se/teknikrevyn/utan-forare-i-kopenhamn-6371394>. [Accessed: 15- May- 2018].
- [16] J. Wilkins, "All aboard the driverless bus: is automated public transport on the way?", *Engineers Journal*, 2016. [Online]. Available: <http://www.engineersjournal.ie/2016/11/29/driverless-automated-metro-bus/>. [Accessed: 15- May- 2018].
- [17] "About U-Lift Train AB", *U-lifttrain.se*. [Online]. Available: <http://www.u-lifttrain.se/company-presentation.asp>. [Accessed: 15- May- 2018].
- [18] "A111 - Pulsed Coherent Radar (PCR) Datasheet v1.1", *Download.acconeer.com*, 2018. [Online]. Available: <https://download.acconeer.com/doc/A111%20Datasheet>. [Accessed: 09- Mar- 2018].
- [19] G. Singh, A. Agarwal, R. Jarial, V. Agarwal and M. Mondal, "PLC controlled elevator system - IEEE Conference Publication", *Ieeexplore.ieee.org*, 2013. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6547517>. [Accessed: 15- May- 2018].
- [20] E. West, "Importance of Promoting and Maintaining Independence for Seniors and Disabled Persons", *Independence4seniors.com*. [Online]. Available: <http://independence4seniors.com/images/uploads/DuPage-County-Importance-of-Promoting-Seniors-Independence.pdf>. [Accessed: 15- May- 2018].
- [21] V. Liss, "Funktionsnedsatta och kollektivtrafik", *Transportstyrelsen.se*, 2016. [Online]. Available: <https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/marknadsovervakning/funktionsnedsattningsrapport-2016.pdf>. [Accessed: 16- May- 2018].
- [22] A. Bertoni, "PSS DESIGN RESEARCH Literature review", Blekinge Tekniska Högskola, 2017.
- [23] Eur-lex.europa.eu. (2007). *EUR-Lex - 32007R1371 - EN - EUR-Lex*. [Online] Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?qid=1460110638360&uri=CELEX:32007R1371> [Accessed 16 May 2018].
- [24] Transportstyrelsen.se. (n.d.). *Övrigt om TSD - Tekniska specifikationer för driftskompatibilitet - Transportstyrelsen*. [Online] Available at: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/jarnvag/Godkannande/ovrigt-om-tds/> [Accessed 16 May 2018].
- [25] Johansson C., Larsson A. (2015). MSPI: innovation process
- [26] "BD23 - Linjärt Ställdon - OEM Motor AB", *Oemmotor.se*, 2017. [Online]. Available: [https://www.oemmotor.se/produkter/linjra-stlldon--domkrafter/linjra-stlldon/bd23---linj%C3%A4rt-st%C3%A4lldon-\\_414866](https://www.oemmotor.se/produkter/linjra-stlldon--domkrafter/linjra-stlldon/bd23---linj%C3%A4rt-st%C3%A4lldon-_414866). [Accessed: 18-Apr- 2018].
- [27] Dalen, M. (2004). *Intervju som metod*. Oslo: Gleerups Utbildning AB.
- [28] Yin, R. K. (2009). *Fallstudier: Design och genomförande*. Malmö: Liber AB.

- [29] European Union, "Kommissionens förordning nr 1300/2014 om tekniska specifikationer för driftskompatibilitet avseende tillgängligheten till Europeiska unionens järnvägssystem för personer med funktionsnedsättning och personer med nedsatt rörlighet", Europeiska unionens officiella tidning, 2014.
- [30] "Wheelchair lift INV 300", *U-liftrain.se*. [Online]. Available: <http://www.u-liftrain.se/wheelchair-lifts/tva-300.asp>. [Accessed: 16- May- 2018].
- [31] "Köp Logikmodul LOGO!8 230RCE, 8 DI, 4 RO, Siemens, 6ED10521FB000BA8 | Elfa Distrelec Sverige", *Elfa Distrelec Sverige*. [Online]. Available: <https://www.elfa.se/sv/logikmodul-logo-230rce-di-ro-siemens-6ed10521fb000ba8/p/11095442>. [Accessed: 16- May- 2018].

## BILAGOR

### 7.1 Bilaga A



Figur 18 Liften från utgångsposition [29]



Figur 19 Lift i position med perrong [29]



Figur 20 Lift i position med tågets platform [29]

## 7.2 Bilaga B



Figur 21 En Siemens LOGO! PLC [30]

### 7.3 Bilaga C



Figur 22 iBo t [10]

