

# LED-belysning i plattform

-Teknisk lösning för passagerarinformation



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Teknik och samhälle

Examensarbete:  
Filip Wangebjerg  
Simon Edlund Stephensen

© Copyright Simon Edlund Stephensen, Filip Wangebjerg

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2015

## Sammanfattning

För att resandet med tåg ska vara säkert, tillgängligt och effektivt krävs bra och välfungerande informationssystem. Resenärer bör kunna känna sig säkra i plattformsmiljön och det ska vara enkelt att orientera sig och planera sitt resandeutbyte.

Det är också viktigt att sträva efter att hela tiden gå mot en mer tillgänglig kollektivtrafik.

Det här arbetet syftar till att ta fram en teknisk lösning som med hjälp av LED-lampor nedfällda i plattformen ska kunna indikera var på plattformen ett tåg kommer att göra uppehåll. Systemet ska även kunna varna väntande resenärer för förbipasserande tåg. Genom att systemet ger information om var tåget stannar skapas förutsättning för att positionera sig på ett sätt som gör ett effektivt resandeutbyte möjligt.

Arbetet inleds med genomgång av teori kring resenärers beteende i plattformsmiljö och frågor kring säkerhet kopplat till detta. Relevanta tekniska begrepp inom belysning, styrsystem, fordon och bana tas också upp och förklaras.

Genom fallstudier på tre olika stationer i Skåne har mätningar gjorts för att avgöra vilken lösning som är bäst lämpad samt för att studera hur situationen ser ut i dag och vilka problem som finns. Intervjuer med lokförare har också genomförts och samtal med olika representanter förts för att anlägga ett brett perspektiv.

Fallstudierna visar att indikering av hela tågsättet längs med plattformen är den mest lämpade lösningen och de tekniska delarna i arbetet fokuserar på genomförandet av detta.

Tester av de olika komponenterna i systemet har utförts på Beckhoff Automation AB och visar på att den tekniska lösningen är fullt rimlig och genomförbar.

## **Abstract**

To accomplish safe, accessible and effective travel by train, a well-functioning passenger information system is required.

This thesis aims at providing a technical solution for a system able to indicate the position of arriving trains at the platform. This will be achieved with the help of recessed LED lighting within the inner marking of the safety zone. The lighting system will also give warning to waiting passengers of passing trains. Existing theory on the subject of passenger behaviour in a platform environment is reviewed and analysed. Relevant technical theory in the areas of lighting, logic control systems. Relevant parts of the rail- and train system is also reviewed and explained.

Through case studies on three train stations in southern Sweden, a sufficient level of information to be given by the system has been identified. This has been done in regards of passenger behaviour and the accuracy of train stop position.

Tests of key aspects of the system and its components have been conducted and the results are first presented then later discussed from a theoretical point of view.

A technical solution is suggested, explained and discussed.

Keywords: LED, warning system, positioning, platform

## **Förord**

Examensarbetet har utförts på Sweco Rail i Malmö under vårterminen 2015. Ett stort tack till de många människor som har varit inblandade och bistått oss med information, tillstånd och material för att kunna genomföra arbetet på bästa sätt.

Ett extra stort tack till Magnus Nilsson på Fergin AB, Roger Grönvall på Beckhof Automation AB samt Tommy Frisk på Trafikverket. Deras hjälp har varit ovärderlig.

Vi vill också tacka vår handledare Mattias Glans på Sweco samt examinator Aliaksey Lareshyn på LTH.

Malmö 20 maj 2015

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Syfte och frågeställning</b>	<b>2</b>
1.2.1 Syfte	2
1.2.2 Frågeställning	2
<b>1.3 Avgränsning</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Metod och disposition</b>	<b>2</b>
<b>2 Terminologi och förkortningar</b>	<b>4</b>
<b>3 Teori</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Resandeutveckling</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Resandeutbyte</b>	<b>6</b>
3.2.1 Uppehållstid	6
3.2.2 Plattformsbeteende och information	6
<b>3.3 Säkerhet vid plattform</b>	<b>8</b>
3.3.1 Plattformens utformning	8
3.3.2 Potentiella risker vid plattform	10
3.3.2.1 <i>Personer vid plattformskanten</i>	10
3.3.2.2 <i>Förbipasserande tåg</i>	10
3.3.2.3 <i>Resenärer med stress</i>	11
<b>3.4 TSD-krav</b>	<b>12</b>
3.4.1 TSD Tillgänglighet för funktionshindrade	13
<b>3.5 Snöröjning</b>	<b>14</b>
<b>3.6 Fordon och bana</b>	<b>15</b>
3.6.1 Bana	15
3.6.1.1 <i>Stationsklassning</i>	16
3.6.2 Operatörer och dess fordon	16
3.6.2.1 <i>Pågatågen</i>	16
3.6.2.2 <i>Öresundstågen</i>	17
<b>3.7 Material</b>	<b>19</b>
3.7.1 Standarder	19
3.7.1.1 <i>IP-klassning</i>	19
3.7.1.2 <i>IEC-61131</i>	19
3.7.2 Ljusteknik belysning	19
3.7.2.1 <i>LED</i>	20
3.7.3 Armatur	20
3.7.4 Nätverk	20
3.7.4.1 <i>GEMINI</i>	20
3.7.4.2 <i>DMX 512</i>	20
3.7.5 PLC	22
3.7.5.1 <i>Historia</i>	22

3.7.5.2 Uppbyggnad.....	22
3.7.5.3 Programmeringsspråk och databaser.....	24
<b>3.8 Kommunikation .....</b>	<b>24</b>
3.8.1 Tåginformation .....	24
3.8.1.1 Trafikinformationssystem .....	25
<b>4 Fallstudier samt observationer .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Fallstudie Höör .....</b>	<b>26</b>
4.1.1 Förutsättningar .....	26
4.1.2 Mätningar .....	26
4.1.3 Resultat .....	26
<b>4.2 Fallstudie Triangeln .....</b>	<b>27</b>
4.2.1 Förutsättningar .....	27
4.2.2 Mätningar stopp-plats .....	27
4.2.3 Resultat stopp-plats.....	27
4.2.4 Observation passagerarflöde .....	28
4.2.4.1 Malmö C.....	29
4.2.4.2 Triangeln .....	31
4.2.5 Intervjuer lokförare .....	33
4.2.5.1 Sammanfattning av intervjusvar.....	33
<b>5 Tester .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1 Ljuskällornas synlighet i dagsljus samt genomlysning snö</b>	<b>35</b>
<b>5.2 Systemtest.....</b>	<b>37</b>
5.2.1 Test 1 - Kompatibilitet .....	37
5.2.2 Test 2 – Simulering .....	37
<b>6 Resulterande val av lösning, teknikval samt föreslagen teknisk beskrivning kostnad.....</b>	<b>40</b>
<b>6.1 Val av lösning .....</b>	<b>40</b>
6.1.1 Spridning av resenärer .....	40
6.1.2 Positioneringsnivå .....	40
6.1.3 Säkerhet på plattform .....	41
6.1.4 Ljuskonfiguration .....	41
<b>6.2 Teknikval.....</b>	<b>43</b>
6.2.1 Belysning / Armaturer .....	43
6.2.2 Styrssystem.....	44
<b>6.3 Förslag till teknisk beskrivning .....</b>	<b>46</b>
6.3.1 Placering av teknik och kanalisation. ....	46
6.3.2 Val av kablage.....	47
6.3.3 Kommunikation.....	47
<b>7 Kostnader .....</b>	<b>48</b>
<b>7.1 Styrssystem.....</b>	<b>48</b>
<b>7.2 Armaturer.....</b>	<b>48</b>

<b>8</b>	<b>Diskussion och slutsats</b> .....	<b>49</b>
8.1	Diskussion metodik.....	49
8.2	Diskussion resultat .....	49
8.3	Förslag för fortsatta studier .....	50
<b>9</b>	<b>Referenser och källor</b> .....	<b>51</b>
9.1	Inbundna källor.....	51
9.2	Rapporter .....	51
9.3	Elektroniska källor.....	51
9.4	Intervjuer .....	54
<b>10</b>	<b>Bilagor</b> .....	<b>55</b>
10.1	Intervjufrågor och svar .....	55
10.2	Mätvärden.....	57
10.2.1	Mätvärden för stopplats Höör.....	57
10.2.2	Mätvärden för stopplats Triangeln .....	58
10.3	Beckhoff referenser.....	59
10.4	Krav på snöröjning.....	59



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Varje år görs nästan 200 miljoner resor med tåg i Sverige. En siffra som, framförallt när det gäller regional trafik, ser ut att fortsätta öka. Med detta i åtanke blir det tydligt att det är ett stort antal resenärer som utnyttjar järnvägssystemets plattformar för på och avstigning. Den kollektiva tågtrafiken i Sverige i dag bedrivs av ett antal tågoperatörer med skilda förutsättningar i form av t ex fordonstyp, stationsutformning och resandemängd.

Gemensamt för en effektiv persontågstrafik är ett resandeutbyte som fungerar tillfredställande. För att möjliggöra att en teoretiskt fastställd tidtabell ska kunna fungera i praktiken krävs att resandeutbytet inte tar längre tid än planerat. För sträckor med många stopp och många resenärer blir det extra viktigt, men samtidigt svårare, att hålla tiderna för resandeutbyte för att inte orsaka förseningar och störningar på övrig trafik.

Ett effektivt resandeutbyte innebär en rad utmaningar. Trafiken sker med olika fordonstyper som också kan variera i sin sammansättning. Tågens faktiska stopplats i förhållande till plattform varierar från station till station. Detta gör det svårt för resenärer att förutspå var påstigning kommer vara möjlig. Genom att resenärer inte på förhand kan planera sin position utmed perrongen på ett tillfredsställande sätt och därmed inte befinner sig på rätt ställe, skapas dålig fördelning av resandeutbytet och risk för förseningar kan uppstå.

Ytterligare en aspekt av resandeutbytet utgår ifrån de krav på anpassning av perronger som ställs i TSD tillgänglighet för funktionshindrade. Att utforma perrongen på ett sätt som ökar tillgängligheten för personer med en funktionsnedsättning och som samtidigt ökar effektiviteten på resandeutbytet skulle vara önskvärt.

Dagens utformning av plattformar innebär att resenärer lätt hamnar nära spårområdet och förbipasserande tåg i höga hastigheter kan medföra risker och obehag. Säkerhetszonen som är tänkt att hålla väntande på behörigt avstånd respekteras inte alltid och utgör i många fall inte en tillräckligt tydlig markering.

Arbetet genomfördes på Sweco i Malmö.

## **1.2 Syfte och frågeställning**

### **1.2.1 Syfte**

Syftet med examensarbetet är att ta fram en teknisk lösning för ett system med LED-belysning infälld i plattform som ska kunna ge ett effektivare resandeutbyte, ökad tillgänglighet samt en högre upplevd säkerhet i plattformsmiljön.

### **1.2.2 Frågeställning**

Vilka risker finns i plattformsmiljön och hur kan de reduceras?

Hur går det att få en bättre spridning av resenärer på plattform och därigenom effektivisera resandeutbytet?

Hur kan en belysning i plattform utformas för att ge tydlig information till resenärer om var tåget stannar?

Påverkar hur noggrant tågen stannar i förhållande till tänkt stopplats valet av lösning? Ska position indikeras på dörrnivå eller tåglängdsnivå?

Går det att öka tillgängligheten för funktionshindrade genom exempelvis indikering av dörr avsedd för rullstol?

Vilken teknisk lösning är mest optimal för sammanhanget och hur kan styrning och informationshämtning från Trafikverkets system ske på bästa sätt?

Går det att utforma ett belysningssystem som blir kostnadseffektivt?

## **1.3 Avgränsning**

Arbetet tar upp tågtrafiken som bedrivs i Skånetrafikens regi och de fordonstyper som används däri. Kompabilitet med övrig svensk tågtrafik diskuteras i arbetets avslutande del.

Avgränsning görs även med avseende på den exakta kostnaden för genomförandet men målsättningen är ändå att kunna ge underlag för en ungefärlig ekonomisk bedömning.

Kabeldragning samt placering av styrteknik ser olika ut för varje enskild plattform och avgränsning görs med hänseende till detta.

## **1.4 Metod och disposition**

I arbetets inledande skede har en litteraturstudie genomförts för att samla in information och ge underlag för de teoretiska delarna i framställningen.

Kvalitativa intervjuer och samtal med personer med kompetens inom arbetsområdet har gjorts. Dels i en inledande fas för att få en förståelse av vilka delsystem som berörs och sedan som en del i att ta fram och beskriva de komponenter som ligger till grund för den tekniska beskrivningen.

Fallstudier har genomförts för att dels validera vår tes men även för att kontrollera vilken teknisk lösning som svarar bäst mot uppsatt frågeställning.

Dispositionen inleds med teori kring de underliggande faktorer som behandlas samt den nödvändiga fysiken och materiallära som krävs för att tillgodogöra sig den tekniska lösningen. Teorin följs av redogörelse och resultat till de fallstudier som gjorts. Vidare redogörs för den tekniska lösningen, vad som lett fram till den och vilka komponenter den består av. Även en simplificerad kostnadsanalys görs. Slutligen diskuteras den tekniska lösningen och dess potentiella framtidsutsikter samt förbättringar som kan göras.

## 2 Terminologi och förkortningar

BSOD	Blue Screen of Death
CPU	Computer Processing Unit Hårdvarukomponent. Den enhet där beräkningar utförs.
Direktiv	Ett direktiv sätter upp vilka mål som medlemsländerna ska uppnå, men de får själva bestämma hur det ska gå till.
DMX	Digital Multiplexing
DPP	Daglig Produktions Planering System för tågtidtabeller
EPROM	Erasable Programmable Read-Only Memory
ERA	European Rail Agency
Förordning	En förordning är en bindande rättsakt som alla EU-länder ska tillämpa i sin helhet
GEMINI	Gemensam Infrastruktur Internet Protocol
IEC	International Electrotechnical Comission
IP	International Protection
LED	Light emitting diode
MSMQ	Microsoft Message Queuing Meddelandesystem använt av MSQL
MSQL	Microsoft Sructured Query Language Integrerat databassystem i Windows
NTL	Nationell Tågledning
OPERA	Operativ information, system för inrapportering och strukturering för trafikledning samt debitering av infrastruktur användare.
PLC	Programmable Logic Controller
ROM	Read-Only Memory
SSB	Server Service Broker
STH	Största tillåtna hastighet
TLC	Tågledningscentral
TPOS	Trafikpositionering, system för positionering, signalstyrd
TSD	Teknisk Specifikation för Driftskompatibilitet
TSI	Technical Specification for Interoperability
WCF	Windows Communication Foundation Ramverk för att bygga serviceorienterade applikationer
Web Service	Programmerbar logik för att tillåta access via World Wide Web till applikationer

## 3 Teori

### 3.1 Resandeutveckling

Persontrafiken på järnväg i Sverige ökade mellan 1997 och 2010 med cirka 60% och uppgick till 11,2 miljarder personkilometer 2010. Ökningen översteg vida den prognos som utgjorde bas för Framtidsplan 2004-2015 där antagandet låg på 9 miljarder personkilometer för 2010. Den största ökningen skedde på de regionala linjerna som går in mot Stockholm, Göteborg och Malmö. Det regionala tågresandet (resor upp till 10 mil) ökade i sig med 92% under åren 1997-2010. Här utgjordes den största ökningen av trafik i Skåne, Västra Götaland och längs de förbättrade stråken i Mälardalen. (Trafikverket 1, 2011)

Sedan 2010 har ökningen fortsatt och uppgick 2013 till 11,9 miljarder personkilometer utförda på järnväg. (Trafika 1, 2013)

När det gäller kollektivtrafik på järnväg uppgick resandet 2013 till 5,2 miljarder personkilometer vilket nästan är en fördubbling på tio år från 2003 års siffror på 2,7 miljarder personkilometer. (Trafika 2, 2014)

Branschorganisationen för kollektivtrafik i Sverige har satt upp mål för utvecklingen av kollektivtrafiken. År 2030 ska kollektivtrafikens marknadsandel ha fördubblats jämfört med år 2006 samt att resandet med kollektivtrafik ska ha fördubblats till år 2020 jämfört med år 2006. (Svensk Kollektivtrafik, 2013)

Antalet resor med järnväg i Sverige uppgick år 2013 till 200 miljoner, en ökning med 4 procent från föregående år och tredje året i rad som en ny toppnotering gjorts. (Trafika 3, 2013)

I den kollektiva trafiken med tåg gjordes nästan 190 miljoner påstigningar i Sverige och med Stockholm exkluderat ca 89 miljoner. (Trafika 4, 2014)

## 3.2 Resandeutbyte

För ett järnvägssystem som det svenska där kapaciteten på många sträckor ligger nära det maximala är det viktigt att identifiera de parametrar som kan påverka punktligheten och se till att åtgärder görs för att förbättra förutsättningarna för en störningsfri drift. (Trafikverket 1, 2011)

### 3.2.1 Uppehållstid

Uppehållstiden för ett tåg med resandeutbyte kan delas upp i ett antal olika steg enligt följande där punkt 1-2 samt 5-7 kan ses som relativt konstanta. (Pettersson, 2011)

1. Bromsning av tåget till stopp
2. Dörröppning
3. På- och avstigning
4. Eventuellt invänta avgång enligt tidtabell
5. Rutiner innan avgång (t ex kontroll av fria dörrar)
6. Dörrstängning
7. Avgång

På- och avstigning för resenärer är en punkt där störningar kan uppstå och där det är viktigt att inom den redan strama tidsramen se till att inte mer tid än nödvändigt går åt. För ett tåg som t ex har en uppehållstid på två minuter och där de tekniska delarna i form av öppning och stängning av dörrar samt avgångsproceduren tar 30 sekunder måste på- och avstigning ske under resterande 90 sekunder. (P.C., 2011)

Uppehållstiden är också viktig ur en ekonomisk effektiv synvinkel. För att uppnå en tilltalande och effektiv tågtrafik behöver genomsnittshastigheten vara hög och då är det viktigt att uppehållstiderna hålls på en så låg nivå som möjligt. På så sätt kan tågtrafiken bli ekonomiskt försvarbar och ett attraktivt resealternativ. (Fröidh, 2010)

### 3.2.2 Plattformsbeteende och information

En viktig faktor för av- och påstigningstiden är antalet resenärer men minst lika viktigt är att studera hur personer rör sig och fördelar sig utmed plattformen. (Heinz, 2003)

Heinz pekar på hur resenärer inte kan antas sprida ut sig jämnt på tågets samtliga dörrar utan det uppstår i praktiken snarare någon form av kluster. Hur dessa kluster ser ut kan beskrivas utifrån tre beteendemönster. Den gemensamma nämnaren är vilken kunskap resenären har om var tåget ska kliva på stannar någonstans.

De tre beteendemönstren utgörs av:

- Resenärer som vet var de ska stå och ställer sig utifrån den informationen
- Kluster som bildas vid ingångar, trappor och väderskydd. Här handlar det ofta om resenärer som inte har kunskap om var de bör stå i förhållande till det ankommande tågets position.
- Kluster som bildas av att resenärer ställer sig där andra resenärer står. Även här handlar det ofta om resenärer utan kunskap om var de ska stå.

För att resenärerna ska kunna öka sin kunskap om var de ska placera sig utmed plattformen och därigenom förbättra förutsättningarna för ett effektivt resandeutbyte krävs att informationen på plattformar och stationsområde utformas på ett lämpligt sätt. (Pettersson, 2011)

Undersökningar har visat en nedåtgående trend i hur resenärer i Sverige betygsätter befintlig passagerarinformation och för att förstå hur människor förhåller sig till den information som ges bör utgångspunkten ligga i vilka informationsbehov resenärerna säger sig ha. I huvudsak handlar det om att informationen ska vara korrekt, relevant och ges i rätt tid. Det ska vara information som inte är för komplicerad och som en ovan resenär lätt kan ta till sig och tolka. Det ska också vara svårt att missförstå informationen. (Sund, 2009)

### 3.3 Säkerhet vid plattform

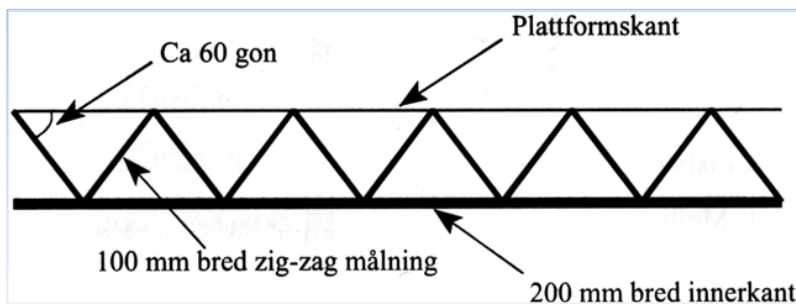
#### 3.3.1 Plattformens utformning

Den minsta tillåtna bredden på plattformen bestäms med avseende på ett antal faktorer:

- Största tillåtna hastighet
- Gångutrymme för resande
- Antal resande
- Förekomst av fordonstrafik på plattform
- Föremål/hinder på plattformen

Perronger ska vara försedda med en skyddszon som är tänkt att förhindra att människor kommer för nära spårområdet. (Trafikverket 2, 2012)

Skydds-zonen ska vara tydligt kontrasterad mot övrig beläggning på plattformen och får inte medföra halkrisk vid våt väderlek. Inre området i skydds-zonen markeras genom ett 100mm brett zig-zag mönster. Vinkeln ska vara 60gon. Innerkant markeras med en 200mm bred linje. Avslutningen på skydds-zonen mot plattformens mitt ska vara både visuellt och taktilt markerad.



Figur 1 Riktlinjer för säkerhetszonens utseende. (Trafikverket 3, 1995)

Den visuella markeringen styrs av reglerna i TSD Tillgänglighet för funktionshindrade och den taktila markeringen ska utformas enligt nationella föreskrifter. (Trafikverket 2, 2012)

Bredden på skydds-zonen beror av den tillåtna hastigheten på intilliggande spår. Över 240km/h är det inte tillåtet för tåg att passera plattform med väntande passagerare. Gällande bredder finns upptagna i Trafikverkets föreskrifter och redovisas nedan.

Hastighet (km/h)	0-50	55-140	150-200	210-240
Bredd skyddszon (m)	0,5	1	1,5	2

Tabell 1 Föreskrivna bredder på säkerhetszon med avseende på STH. (Trafikverket 2, 2012)



Utformningen av skyddszonens markering varierar i hög grad på plattformar som trafikeras i Skånetrafikens regi. Bilderna nedan visar några exempel på variation. Bilderna visar i många fall även bristen på underhåll av markeringar.



Figur 2 Svarte



Figur 3 Åkarp



Figur 4 Teckomatorp



Figur 5 Hjärup



Figur 6 Kävlinge



Figur 7 Helsingborg C



Figur 8 Tågarp



Figur 9 Rydsgård

### 3.3.2 Potentiella risker vid plattform

Här beskrivs de olika potentiella risker som kan uppstå när resenärer vistas i plattformsmiljö och under vilka förutsättningar de kan tänkas uppstå.

#### 3.3.2.1 *Personer vid plattformskanten*

Då resenärer väntar på ett tåg på plattform med stort resandeutbyte kan trängsel lätt uppstå vilket kan innebära att personer tvingas ut mot plattformskanten. Spridningen av resenärer bildar ofta klungor (Heinz, 2003) vilket kan öka risken för att personer hamnar nära spårområdet. Det är också vanligt att folk står i den markerade säkerhetszonen när de väntar på ett inkommande tåg. Säkerhetszonen är tänkt att vara en yta som ska hållas fri från personer och föremål. (Trafikverket 3, 2013)

Den barriäreffekt som säkerhetszonens markering av plattformskant är tänkt att utgöra, tappar sin effekt när resenärer antingen inte har kunskap om eller respekt för vad markeringen betyder. Det kan antingen handla om misstag då resenärer inte har en korrekt uppfattning om reglerna eller ett medvetet brytande mot regeln att inte befinna sig i säkerhetszonen. Att använda sig av ett textat meddelande för att varna resenärer att inte beträda säkerhetszonen är inte vanligt i Sverige. (Rydman, 2010)

Sett till plattformsutformningen finns det olika sätt att förhindra att resenärer befinner sig för nära plattformskanten. Tydlig kontrastverkan och mönster som upplevs som disharmoniskt och som därmed gör att resenärer inte betraktar säkerhetszonen som gångyta kan vara ett sätt. Genom tydlig information och utformande av plattformen kan bättre spridning av resenärer åstadkommas och därigenom minska risken att folk trängs ut nära plattformens kant. Även lampor längs plattformskant som markering kan vara ett alternativ. (Rydman, 2010)

#### 3.3.2.2 *Förbipasserande tåg*

Då ett tåg passerar intilliggande plattform uppstår ett vinddrag som kan innebära en risk för resenärer som befinner sig i närheten av spåret. Vinddraget kan också skapa en känsla av obehag för de väntande resenärerna. Med ökad hastighet ökar också vindlasterna och vid försök gjorda av Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut gav tåg med hastigheter på över 200 km/h upphov till i snitt 261 Newton 3,2 meter in från spårmit. (Trafikverket 4, u.d.)

Vinddraget kan även försätta t ex barnvagnar och rullstolar i rörelse. I Storbritannien rapporterades det in 25 incidenter mellan 1972-2005 som kan relateras till vinddraget från förbipasserande tåg och där 13 av dem involverade barnvagnar. När det gäller obehaget resenärer kan känna anges de

vanligaste skälen som den höga hastigheten, luftdraget, ljudet, att resenärer blev överraskade eller skrämde samt oro över andra resenärer. Genom att utrusta plattformen med ett varningssystem som på ett tydligt sätt varnar för förbipasserande tåg skulle resenärernas utsatthet för risk och obehag kunna begränsas genom att uppmärksamhet riktas mot källan. (Rydman, 2010)

Banverkets idéstudie för plattformssäkerhet (Trafikvekret 4, u.d.) tar upp vikten av att anpassa plattformar enligt TSD Tillgänglighet för funktionshindrade.. Studien tar upp förslag för att göra plattformar säkrare utifrån de vindlaster som uppstår vid förbipasserande tåg och pekar bland annat på att skyddszonen som i nuläget ska hålla resenärer på avstånd inte respekteras i tillräcklig omfattning. Vidare föreslås bland annat visuella varningar som t ex blinkande lampor för att göra resenärer uppmärksamma på att ett förbipasserande tåg är på väg in mot plattformen.

### **3.3.2.3 Resenärer med stress**

En resenär som känner sig ha tillräcklig kontroll över sin resesituation tenderar att uppleva mindre stress inför den vilket kan minska risken för att resenären ska begå misstag och agera på ett riskabelt sätt. Förutsägbarhet är här en viktig faktor för nivån av stressutveckling. Att kunna kontrollera sina handlingar och beteenden begränsas vid resande med tåg och möjligheten till förutsägbarhet ger istället en slags kognitiv kontroll. Är miljön lättorienterad kan den kognitiva kontrollen i situationen öka och höga stressnivåer undvikas. Tydlig information som kan ge resenären kontroll över sin resa är därför viktig. (Rydman, 2010)

### 3.4 TSD-krav

EU direktiv 96/48/EG samt 2001/16/EG (som numera är sammanslagna till 2008/57/EG) blev antagna med, bland annat, anledning av Kyoto-protokollet 1997 där EU skrivit under för att minska de utsläpp som sker i Europa av växthusgaser samt EU:s strategi för en hållbar utveckling av Europas transportpolitik och integrering av miljöfrågor. Detta innebär att en balansering krävs av de olika transportslagen och med detta följer ett behov av överflyttning av transporter till järnväg. (Europaparlamentet, 2008)

Traditionellt sett i Europa har varje land hanterat sitt eget järnvägssystem med nationella föreskrifter, bestämmelser och mått anpassade för den egna industrin och resandet. För att få en ökning av järnvägstransporter anser EU-kommissionen att det krävs en mer öppen marknad och ett enhetligt infrastruktursystem inom gemenskapen. (Europaparlamentet, 2008)

Med anledning av ovanstående direktiv fick ERA i uppgift att ta fram förordningar för att säkra interoperabiliteten i det europeiska järnvägsnätet TEN. Dessa kom att kallas TSD eller på engelska TSI. ERA sköter också revidering av dessa. TSD hanterar hur komponenter inom infrastrukturen för TEN ska se ut och fungera, för att skapa driftskompatibilitet över nationsgränserna. Järnvägssystemet delas av ERA upp i följande delsystem:

- Rullande Material
- Infrastruktur
- Fordonsbaserad trafikstyrning och signalering
- Markbaserad trafikstyrning signalering
- Drift och trafikledning
- Underhåll
- Telematikapplikationer avsedda för person- och godstrafik

(European Rail Agency, 2014)

TSD har tagits fram både för konventionell- och för höghastighetsjärnväg.

Uppdelning i kategorier för:

*Fordon, Fasta installationer, Vanliga samt Funktionella.*

Under kategori *Fordon* återfinns:

TSD Rullande material – Lok och motorvagnar, TSD Buller samt TSD Godsvagnar.

Under kategori *Fasta Installationer* återfinns:

TSD Infrastruktur samt TSD Energi.

Under kategori *Vanliga* återfinns:

TSD Trafikstyrning och signalering, TSD Tillgänglighet för funktionshindrade samt TSD Tunnelsäkerhet.

Under kategori *Funktion* återfinns:

TSD Drift och trafikledning, TSD Telematikapplikationer avsedda för persontrafik samt TSD Telematikapplikationer avsedda för godstrafik. (European Rail Agency, 2015)

Av intresse i det här examensarbetet är TSD Tillgänglighet för funktionshindrade som är tillämplig på delsystemen Infrastruktur, Rullande Materiel, Drift samt Telematikapplikationer för persontrafik.

### 3.4.1 TSD Tillgänglighet för funktionshindrade

Definitionen av personer med nedsatt rörlighet i TSD Tillgänglighet för funktionshindrade är:

*“Personer som har en permanent eller tillfällig fysisk, psykisk, intellektuell eller sensorisk funktionsnedsättning som, i samspel med olika hinder, kan göra det svårt för dem att fullt ut och effektivt använda transporter på samma villkor som andra passagerare, eller personer vars rörlighet vid användning av transporter är reducerad på grund av ålder.”*

I PRM finns en del krav som idag inte fullt uppfylls av det svenska järnvägssystemet.

*”En plattformens riskområde börjar vid plattformens kant mot spårsidan och definieras som det område där passagerare inte får stå när tåg passerar eller ankommer”.*

*”Riskområdets gräns på motsatt sida sett från plattformskanten på spårsidan ska markeras med visuella och taktila markeringar på gångytan.”*

*”Den visuella varningen ska vara en färgkontrasterande och halksäker varningslinje med en minimibredd på 10 cm.”*

Säkerhetszonen målas med vit strukturfärg som dock snabbt tappar både kontrast och halkskyddande egenskaper på grund av nedsmutsning samt förslitning. Vid nederbörd i form av snö som blir liggande på plattform förloras helt den visuella varningens funktion och med Trafikverkets regler som medger 3 cm packad snö kan inte kraven i TSD uppfyllas.

(Teknisk Specifikation Driftskompatibilitet, 2014)

### 3.5 Snöröjning

Snö på plattformen utgör ett problem ur flera aspekter. För personer med funktionshinder är det viktigt att de taktila stråken är fria från snö för att behålla sin funktion. Snö kan även utgöra en halkrisk för resenärer som rör sig på plattformen. Det är också viktigt att säkerhetszonens markering är synlig, vilket är ett krav som ställs i TSD Tillgänglighet för funktionshindrade.

Trafikverket utför snöröjning och halkbekämpning på plattformar och i samtal med Per Kvick, nationell samordnare järnväg, diskuterades de krav som ligger till grund för snöröjningen samt hur arbetet sker i praktiken.

Enligt kraven (Bilaga 10.4) ska snöröjning ske på plattformar, övergångar, på- och avfarter, samt anslutningar till planskilda plattformsförbindelser. I samband med snöröjningen ska även halkbekämpning ske och packad snö ska avjämnas och halk-bekämpas. Taktila stråk ska snöröjas med metod som medger att funktionen kan upprätthållas samt att underlaget inte skadas. På övrig plattformsyta tillåts packad snö och is med en tjocklek av 30 mm. Snö eller halkbekämpningsprodukt får inte lämpas ner i spårområdet. Spårområdet ska även hållas fritt från snö och is. Ett visst snödjup av ej packad snö är tillåten och bestäms utifrån storlek på stationen samt turtäthet. En åtgärdsperiod bestämmer när snöröjning och halkbekämpning senast ska göras efter avslutat nederbördstillfälle.

I samtalet med Per Kvick diskuterades otydligheten kring säkerhetszonen. Trafikverkets egna krav tar inte i beaktning det krav som ställs i TSD Tillgänglighet för funktionshindrade och som säger att säkerhetszonens markering ska vara synlig.

Enligt Kvick så packas nedfallen snö och halk-bekämpas medan de taktila stråken sopas för att bibehålla funktionen.

Värt att notera är att Trafikverkets krav (Bilaga 10.4) säger att spårområdet ska hållas fritt från snö och is. Enligt definitionen (Trafikverket 4, 2013) ingår säkerhetszonen i spårområdet.

## 3.6 Fordon och bana

### 3.6.1 Bana




Pågatågen trafikerar totalt 58 olika stationer och Öresundstågen 54. Trafikverket äger och underhåller plattformar, trafikinformationsutrustning och belysning. Ägandet av väderskydd och terminaltak är uppdelat mellan Trafikverket och Skånetrafiken. (Skånetrafiken 1, 2015)

De flesta plattformar är byggda med L-stöd och grusfyllning. En nyare variant består av en platta med T-stöd. Dessa prefabriceras och T-stöden kan sättas utan att stänga av spåret för trafik. Minsta längd för nybyggda plattformar är 160 m och bredden bestäms bland annat utifrån det aktuella resandantalet enligt (Trafikverket 2, 2012)

Plattformarna i Skåne är av mellanhög typ och med det menas att höjden från räls överkant till plattformskant är 550mm vid nybyggnad och 580mm vid ombyggnad. Tågen som utgör trafikeringsunderlaget är samtliga anpassade för denna plattformshöjd vilket gör att vagnsgolv och perrong hamnar i samma nivå. I Öresundstågens fall gäller detta dörrarna i låggolvsdelen. (Trafikverket 2, 2012)

För att lokföraren ska veta var gällande stopplats för tåget är sätts uppehållstavlor ut i makadamen. Tavlorna är markerade med siffror, markerande tågets längd eller bokstaven U. Är tåget 80 meter långt ska det således göra uppehåll vid tavla märkt med 80. Dessa tavlor är en av flera möjliga stopplatser för tåg med resandeutbyte och vilket alternativ som är aktuellt för varje enskilt fall bestäms utifrån följande rangordning

1. Enligt säkerhetsorder
  2. Enligt kör-plan
  3. Enligt tavla
  4. Vid lämpligt ställe
  5. Vid tågfärdvägens slutpunkt
- (Järnvägsstyrelsen, 2008)

	Betydelse
 Vit U-tavla med siffror	Stopplats för tåg med den tåglängd som anges på U-tavlan. Finns det ingen tavla som motsvarar tåglängden gäller följande: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ett tåg som är kortare än vad en U-tavla med siffror anger ska stannas före tavlan enligt förarens uppskattning. Ett tåg som är längre ska stannas efter tavlan enligt förarens uppskattning</li> </ul>
 Vit U-tavla med U	Tåget bör dock inte stannas mellan en blå U-tavla och en punkt omedelbart före nästa U-tavla. Järnvägsföretaget kan ge ut närmare bestämmelser. <ul style="list-style-type: none"> <li>• En tavla med U ska inte passeras.</li> <li>• Finns det bara en tavla med U anger den stopplatsen, oberoende av tåglängd.</li> </ul>
 Blå U-tavla med siffror	Om en U-tavla anger att en stopplats är invid en huvudsignal, ska tåget stannas så att föraren kan se vad huvudsignalen visar.

Figur 10 U-tavlors betydelse. (JTF, 2008)

### 3.6.1.1 Stationsklassning

Trafikverket har utformat en metod för klassificering av de stationer som finns och ska finnas inom järnvägsnätet. Klassningen utgår ifrån antalet dygnsresenärer som stiger på vid en station och är indelad i 5 grupper. Grupp 1 är reserverad för de allra största stationerna som dessutom har en utökad internationell betydelse. I dagsläget är det bara Stockholm C, Göteborg C och Malmö C som återfinns i klass 1.

För att en station ska uppnå en högre klass krävs endast ett av kriterierna överskrids. Att bussturer ingår som kriterium i klassningen av järnvägsstation beror på att det ger en bredare uppfattning av stationens funktion och genomströmning. (Trafikverket 5, 2005)

Klass	Resenärer/Dygn	Antal bussturer/Dygn	Antal invånare i tätort
1 Reserverad	-	-	-
2 Stora stationer	2500<	200<	20000<
3 Medelstora stationer	1000<	100<	5000<
4 Små stationer	200<	10<	1000<
5 Hållplats	<200	<10	<1000

Tabell 2 Klassindelning av stationer med passagerargränser.

## 3.6.2 Operatörer och dess fordon

### 3.6.2.1 Pågatågen

Skånetrafiken är huvudman för Pågatågen vilket innebär att det är Skånetrafiken som bestämmer priser och tidtabell. Trafikeringen sköts av Arriva AB.

Tågen som används är av typ X61 och är utvecklade samt byggda av Alstom.



(Skånetrafiken 2, 2014)

Största tillåtna hastighet för X61 är 160km/h.

Tåget är 74.3m långt och 3.26m brett.

Inredningen rymmer 234st sittplatser. (Wikipedia 1, u.d.)

X61 har en spetsig nos med utstickande koppel. Vid multipelkoppling finns därför ingen möjlighet att passera mellan tågsätten för personal och passagerare.

Pågatågen går som regel i singelsätt och multipelkopplat vid högtrafik.



Figur 11 Frans G Bengtsson och Bäckahästen i dubbelsätt. (Lundarallarna, Anders Lindholm)

### 3.6.2.2 Öresundstågen

Huvudman för Öresundstågen är Öresundståg AB som är ett konsortium bestående av Blekingetrafiken, Hallandstrafiken, Länstrafiken Kronoberg, Kalmar Länstrafik, Skånetrafiken, Västtrafik och danska Trafikstyrelsen. Operatör på den svenska sidan är Transdev Sverige AB.

Tågen som används är av typen X31 och är utvecklade samt byggda av Bombardier. (Skånetrafiken 2, 2014)

Största tillåtna hastighet för X31 är 180km/h.

Tåget är 78.9m långt och 2.97m brett.

Inredningen rymmer 229st sittplatser. (Wikipedia 2, u.d.)

X31 har till skillnad från X61 en platt nos med integrerat koppel. Vid multipelkoppling kan instrumenten i den inoperativa förarhytten svängas åt sidan för att skapa en passage för personal och passagerare mellan sätten.

Öresundstågen går som regel multipelkopplade och i lågtrafik med singelsätt. Under morgonrusning över Öresundsbron går vissa tåg även trippelkopplade.



Figur 12 X31, instrumentpanel utfäld för drift.



Figur 13 X31, instrumentpanel infäld för multipelkoppling.

## 3.7 Material

### 3.7.1 Standarder

#### 3.7.1.1 IP-klassning

IP är en standard för klassning av elektriskt materials motståndskraft för inträngande materia och motstånd mot väta. Standarden drivs av IEC vars medlemmar kommer från länder över hela världen. Från Sverige är det SEK, ”Svensk Elstandard” som agerar medlem och driver standardiseringsfrågor rörande el.

Europeisk adaptation av det internationella regelverket finns i EN 60529 som också antagits som svensk standard, SS 60529. (Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 1, u.d.)

IP klassning består av 2 siffror som beskriver den aktuella produktens motstånd för intrång respektive väta.

Första siffran	Typ av skydd	Andra siffran	Typ av skydd2
0	Inget skydd	0	Inget skydd
	Petskydd		
1	föremål >50mm	1	Skydd mot droppande vatten
	Petskydd		Skydd mot droppande vatten. Apparaten får ej luta
2	föremål >12mm	2	mer än 15° från normalvinkeln
	Petskydd		
3	föremål >2,5mm	3	Skydd mot strilande vatten. Max vinkel 60°.
	Petskydd		
4	föremål >1mm	4	Skydd mot strilande vatten från alla vinklar.
5	Dammskydd	5	Skydd från spolande vatten från munstycke.
6	Dammtät	6	Skydd från kraftig överspolning av vatten.
		7	Kan nedsänkas tillfälligt i vatten utan ta skada
		8	Lämpad för långvarig nedsänkning i vatten, enligt tillverkarens anvisning.

Tabell 3 Tabell över siffrornas betydelse. (Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 1 & 2, 2009)

Exempelvis IP 16, där 1 motsvarar lägsta klassning för intrång och 6 högsta klassning mot väta innan nedsänkning.

#### 3.7.1.2 IEC-61131

Standard 61131 satt av IEC är en komplett uppsättning standarder för programmerbara kontrollenheter (PLC) och dess kringutrustning. Den är indelad i nio delar och hanterar aspekter som t.ex. hårdvarukrav, språk, säkerhet kommunikation etc. (International Electrotechnical Commission, 2015)

### 3.7.2 Ljusteknik belysning

De uttryck som används inom ljusteknik är ljusflöde( $\Phi$ ), ljusstyrka( $I$ ), belysningsstyrka( $E$ ), luminans( $L$ ) och ljusutbyte( $\eta$ ).

Begrepp	Beteckning	Enhet
Ljusflöde	$\Phi$	<i>lumen (lm)</i>
Ljusstyrka	I	<i>candela (cd)</i>
Belysningsstyrka	E	<i>lux (lx)</i>
Luminans	L	$cd/m^2$
Ljusutbyte	$\eta$	$lm/w(V \cdot A)$

Tabell 4 Begrepp med SI-enheter inom belysningsteknik.

Ljusflöde är den ljusmängd en ljuskälla avger, ljusstyrkan är ljusflödet mätt i en viss riktning. Sambandet  $1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot 1 \text{ steradian}$  gäller, där steradian är måttet för rymdvinkeln.

Belysningsstyrka är den mängd ljus som tillförs en yta och luminans den ljusstyrka som tillförs en yta.

För att bedöma hur energieffektiv en ljuskälla är i förhållande till sitt ljusflöde används uttrycket ljusutbyte. (Wall, 2005)

### 3.7.2.1 LED

Elektroluminans upptäcktes 1907 av brittiske forskaren H.J Rounds. Den första LED i det synliga spektrumet (490-700nm) uppfanns av Nick Holonyak Jr. 1962, och gav rött ljus. På senare år har utvecklingen av LED tagit stora kliv framåt p.g.a. den långa livslängden och det höga ljusutbytet. (Department of Energy Facilities, 2013)

### 3.7.3 Armatur

Armaturer avsedda för utomhusbelysning med risk för direkt kontakt med väta ska vara klassificerade minst IPx7. För infälld markbelysning krävs även intrångskydd med minst IP6x. En fördel med kapslad armatur är att ljuskällan då inte behöver vara klassad.

### 3.7.4 Nätverk

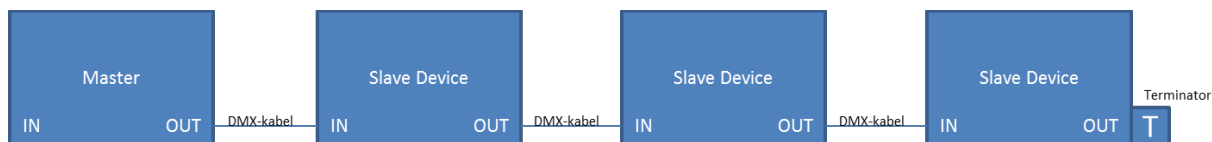
#### 3.7.4.1 GEMINI

Trafikverkets struktur för datakommunikation är namngivet GEMINI. Designen av Gemini är gjord med fyra delar: Core, Distribution, Access samt lokalanslutning. Core (huvudnoderna) är ett 200Gbit:s system med redundans. Distribution (routrar) är av 20Gbit:system. Access (åtkomstpunkter) är switchar. Lokalanslutning kan vara modem eller switchar. (Järnvägsskolan, 2014)

#### 3.7.4.2 DMX 512

DMX är ett standardprotokoll för digital kommunikation. Protokollet lämpar sig väl för styrning av stora belysningssystem där uppdateringar av t.ex. ljusflöde, spektrum eller riktning krävs. 512 i namnet på protokollet syftar på den datamängd som en DMX-signal består av, 512bytes. Varje byte

representerar en egen kanal. Datamängden på signalen är namngiven ”universe”. Ett DMX-system består av en master som kan styra upp till 32 slavar samt dmx-kablage seriekopplat från master genom slavar (s.k. daisy-chain). För att daisy-chain ska fungera korrekt krävs en terminator i slutet som kan instruera mastern att sista slav är nådd. (PLASA, 2008)



Figur 14 DMX daisy-chain. Universe med en master och tre slavar.

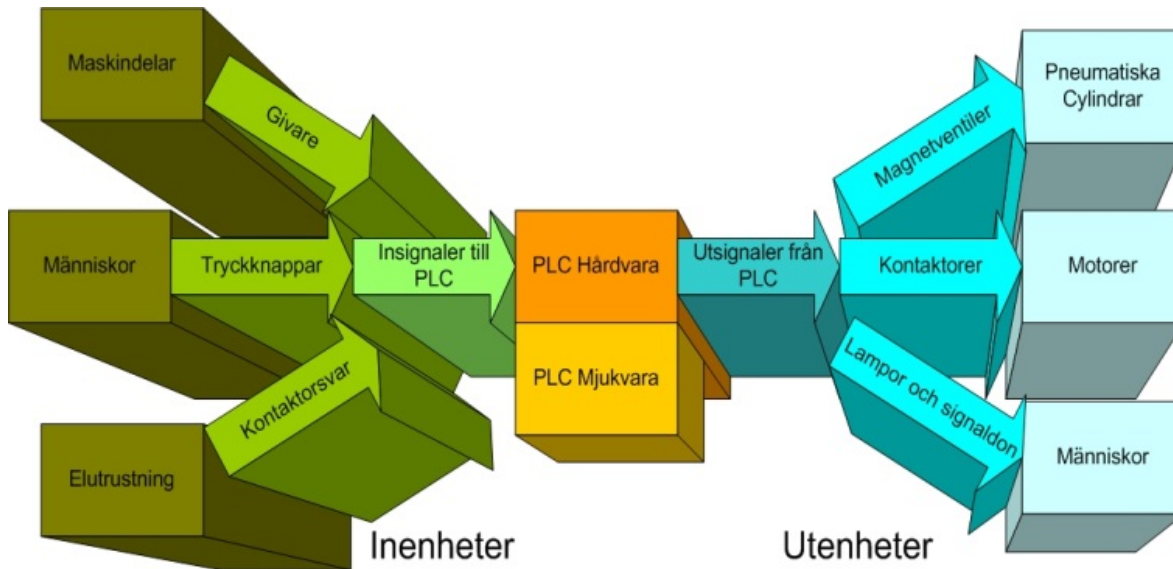
Koppling sker med 5pins XLR. Pin 4 och 5 används normalt inte. För korrekt terminering av signal efter sista slav sätts ett motstånd mellan pin 2 och 3 med värde mellan 100 och 120 Ohm. (Pathway connectivity, u.d.)

XLR Pin	Standard RS422/485 Kabel
1	Shield (Jord)
2	Data -
3	Data +
4	Extra Data -
5	Extra Data -

Tabell 5 Fem-pins XLR-kabel . Pin fyra och fem används normalt inte av DMX.

### 3.7.5 PLC

PLC används ofta inom industrin för att automatisera sekventiella moment i produktionen. Enkelt uttryckt är en PLC en logisk enhet som behandlar insignaler enligt förutbestämt mönster och ger önskade utsignaler.



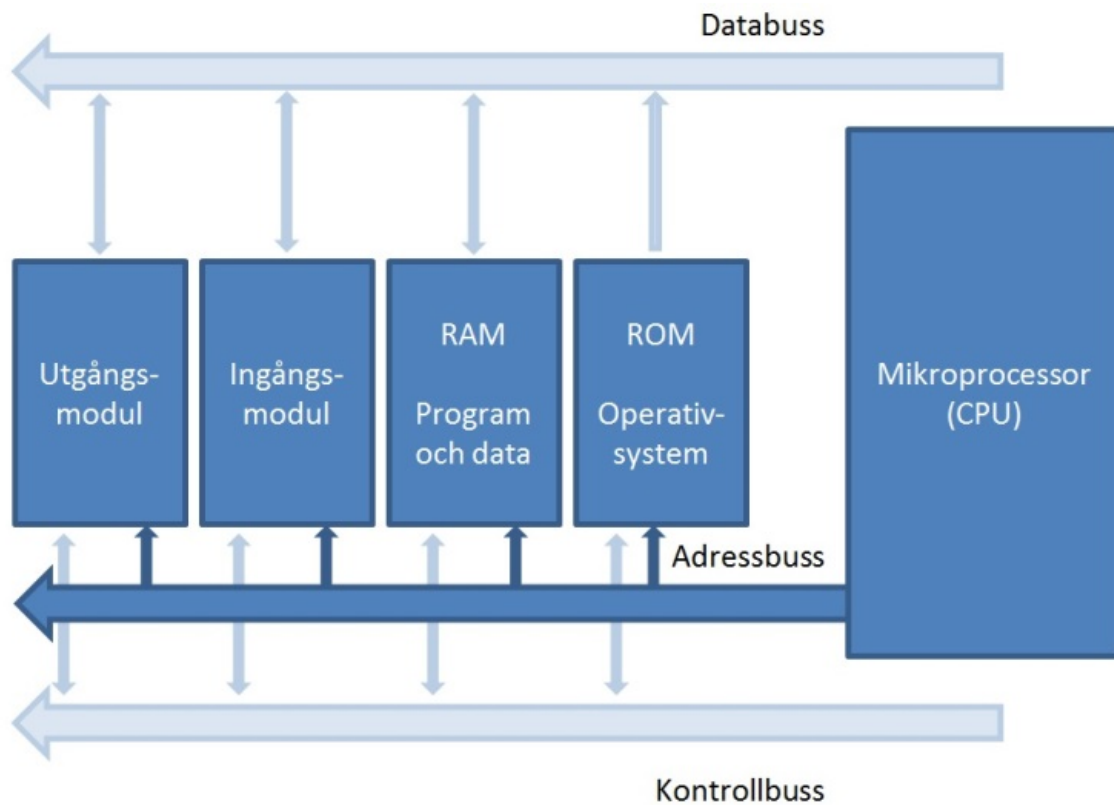
Figur 15, Generell skiss PLC in- respektive utsignaler. (Lernia undervisningsmaterial, 2010)

#### 3.7.5.1 Historia

PLC:n har sin historia under 60-talet då processer hanterades med hjälp av relä. Dilemmat med reläteknik är att det snabbt blir invecklat och därav stora komplicerade ritningar. När något slutar fungera kan felsökning ta lång tid trots ett egentligen enkelt fel. (Theorin, 2012)

#### 3.7.5.2 Uppbyggnad

En PLC fungerar på samma sätt som ett generellt datorsystem med hårdvara (hardware), mjukvara (software) samt systemvara (firmware). Hårdvaran utgörs av de fysiska komponenterna i systemet som kretsar, ledning, batterier, hölje etc. Systemvara är den mjukvara som är inbyggd i PLC för att systemet ska fungera, som exempelvis ströminställningar från huvudspänning ut till de olika komponenterna i systemet. Mjukvaran är de program som användare kodar de instruktioner som PLC:n ska utföra.



Figur 16 Komponenter uppbyggnad PLC.

Operativsystem ligger lagrat på ROM eller EPROM, mjukvara lagras på RAM. (Bliesener m fl, 2000)

Ett alternativ till traditionell PLC är att köra en Beckhoff ”soft” PLC. Skillnaden är att man använder sig av standard hårdvara som medger ett lägre pris och högre prestanda jämfört med traditionella PLC system. Fler fördelar med att använda Windows som operativsystem är att det är vedertagen standard och att det finns support. Windows-miljön erbjuder oss även att kunna kommunicera utanför vårt PLC system mot till exempel databaser, C# (.Net) d.v.s. egenutvecklade programvaror utan fördyrande mellanenheter. ”soft” PLC är här synonymt med software PLC men PLC körs ändå med egen runtime, vilket gör systemet driftsäkert. (Grönvall, 2015)

### **3.7.5.3 Programmeringsspråk och databaser**

#### **Programmeringsspråk**

Programmeringsspråken för PLC skiljer sig en del från de mer använda språken inom datautveckling. Eftersom PLC jobbar i hela cykler och använder de värden som är befintliga vid slutet av varje cykel krävs en annan processlogistik. Applikationer i PC eller MAC-miljö utvecklade med språk som C, C#, C++, JAVA etc. arbetar å andra sidan inom koden under programmets körtid. Detta sker med hjälp av loopar och länkar inom koden.

De standardiserade språk enligt IEC-61131 som används inom PLC är:

- Funktionsblocksschema
- Instruktionslista
- Strukturerad text
- Sekventiellt funktionsdiagram
- Ladder-diagram

## **3.8 Kommunikation**

### **3.8.1 Tåginformation**

Trafikverkets tåginformationssystem används av många både internt och externt. I huvudsak är det TLC som i sitt dagliga operativa arbete använder Opera. Det finns idag 8 tågledningscentraler: Malmö, Göteborg, Stockholm, Boden, Ånge, Hallsberg, Gävle och Norrköping.

Ett nytt ledningssystem är under driftsättning NTL.

Huvudsyftet med NTL är att ”Skapa bättre förutsättningar för snabb och säker datakommunikation”

Införande av NTL kommer även att öka redundansen i systemet. I dagsläget finns ingen redundans, så till vida att om en central av någon anledning inte är funktionsduglig kan inte en av de andra centralerna ta över.

Med införandet av NTL reduceras även antalet trafikledningscentraler med



fyra. Kvarvarande centraler kommer vara Malmö, Göteborg, Stockholm samt Gävle. (Trafikverket 6, 2014)

### 3.8.1.1 Trafikinformationssystem

En lång rad delsystem ingår och samverkar i det operativa trafikinformationssystemet. De som är aktuella för det här arbetet är:

#### DPP

DPP utgörs av tidtabellen för alla tåg i Sverige. Uppdateras dagligen och speglar informationen från Trafikverkets system Trainplan.

#### TPOS

TPOS får in information från spårledning om tågpassager samt även information från ledningscentraler om lagda tågvägar. TPOS förser andra system med positionsinformation på signalnivå.

#### Opera

Opera är trafikverkets operativa system för tågklarerare. Är ett användarsystem som får in information från andra system t.ex. TPOS. Järnvägsföretagen rapporterar även in till Opera hur deras tågsammansättningar ser ut. Förutom till tågklarerare används även opera som underlag för debitering av järnvägsföretagen. Rapportering sker i .xml-format. (Frisk, 2015)

The screenshot displays the Opera system interface. On the left, a map shows the Malmö region with various train lines and stations. The main window is divided into several panels:

- Uppdatera tåginfo:** A table showing train status updates. The table has columns: Tid, Typ, Plotsign, Ursprung, Händelsetyp, Signal, Signötyp, Avvikelse, Orsak, and Kompletterande inf. The data includes entries for train 1719 at various stations like ATL, M, LNK, HIE, and D.
- Uppdatera passager:** A section for passenger information.
- Tåginfo:** A panel showing details for train 1719, including the departure date (2015-04-23), time (09:21), and destination (HIE).
- Tågsammansättning:** A panel showing the train's composition, including the total weight (453.0 tons) and total length (236.7 meters).
- Fordonsser:** A table listing the train's components, such as the locomotive (ETS4408) and passenger cars (ETS4355).

Figur 17 Skärmdump från systemet Opera. (Frisk, 2015)

## 4 Fallstudier samt observationer

Två viktiga komponenter för att systemet ska fungera är dels att de tåg som ska annonseras med hjälp av belysningen faktiskt stannar med någorlunda noggrannhet vid de punkter avsedda för dess tåglängd, samt att de data som ligger till grund för annonsering går att hämta ut från befintliga system på ett korrekt och enkelt sätt.

När det gäller tågens stoppunkt vid tavla har därför fallstudier genomförts på Hörs Station och vid Triangeln i Malmö.

Studie har även gjorts på Triangeln och Malmö C av resenärers rörelsemönster vid tågs ankomst.

### 4.1 Fallstudie Höör

#### 4.1.1 Förutsättningar

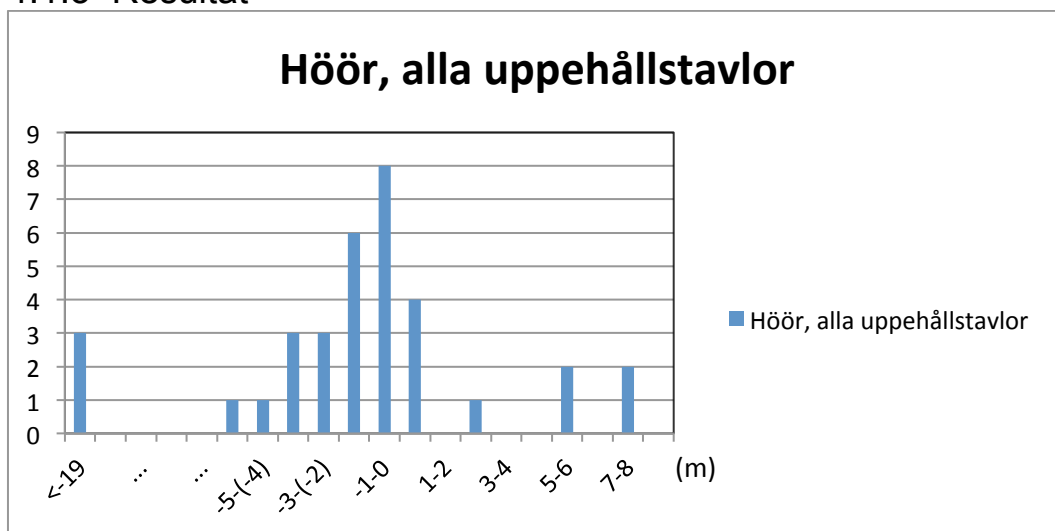
Höör är en ort i mellersta Skåne med drygt 8000 invånare. Orten ligger längs med Södra Stambanan. Stationen är av klassning 2 (Trafikverket 5, 2005) med sina drygt 4000 resande per dag (Skånetrafiken 3, 2015). Förutom frekventa ankomster/avgångar av Öresundståg och Pågatåg passerar även flertalet godståg och reguljärtåg.

#### 4.1.2 Mätningar

Mätningar utfördes under två dagar för ankommande tåg på huvudspår, nord och syd.

Avstånd från relevant tavla till främre axels centrum jämförs mot tågtypens mått från front till främre axel.

#### 4.1.3 Resultat



Figur 18 Faktisk stopplats för samtliga uppehållstavlor, indelat i enmeters-intervall. Nollpunkt vid tavla.

Det samlade resultatet för bägge tågtyper och samtliga uppehållstavlor, 80, 160 samt U(240) visar stor spridning för tågens faktiska stopplats. De flesta tåg stannar kort om tavla. Värt att notera är de tre extremvärden som ligger på 19meter och mer innan tavla. Här är det inte fråga om lokförare som småslarvar gentemot uppehållstavla utan aktiva beslut att stanna på annat ställe. I dessa tre fall observerades väntande resenärer i väntkur och lokförarna tog beslut om stopp för resenärers bekvämlighet.

## 4.2 Fallstudie Triangeln

### 4.2.1 Förutsättningar

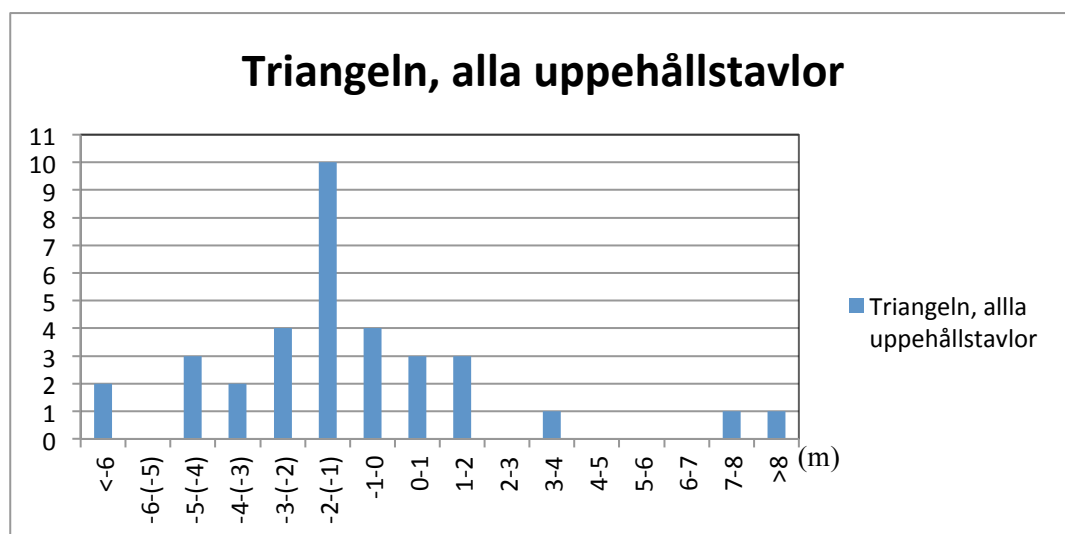
Station Triangeln i Malmö är en av tre stationer i Citytunneln som öppnades för trafik i december 2010. Den är belägen under jord och betjänar nästan 20 000 resande per dag (Skånetrafiken 3). Stationen är av klass 1 (Trafikverket 5, 2005).

Stationen utgörs av två spår med en mellanliggande perrong som är 250 meter lång och 14,5 meter bred. Tågtätheten är hög, 40 avgångar/ankomster i timmen. Dessa förutsättningar gör den närmast ideal för att utföra mätningar av tågens stoppositionering. De tåg som stannar på Triangeln är Öresundståg, Pågatåg till och från Ystad samt de Pågatåg med vändplats Hyllie. Det är tåg som ska stanna vid 80- samt 160-skyltar vilket med antagande också gjordes att chansen för bra stoppvärden borde vara sannolikt hög. Trafiken utgörs även av förbipasserande SJ-tåg.

### 4.2.2 Mätningar stopp-plats

Mätningar utfördes i två pass under en dag på samma sätt som i Höör.

### 4.2.3 Resultat stopp-plats



Figur 19 Faktisk stopplats för samtliga uppehållstavlor, indelat i enmeters-intervall. Nollpunkt vid tavla.

Variationen mellan angiven stopplats och faktisk stopplats var hög även vid Triangeln. Det står klart att i dagsläget är noggrannheten för stopp vid tavla väldigt låg.

Under mätningen kunde vi även konstatera att en stor del av resenärerna inte hade kunskap om var tåget skulle stanna eller att de inte ansåg att det var viktigt att placera sig på plattformen på ett sätt som förhöll sig till var påstigningen skulle ske. Som en följd av detta uppstod ett förlopp där ett flertal resenärer har en relativt lång väg att gå innan de nådde fram till en dörr för påstigning. Flera resenärer fick springa för att hinna med innan dörrstängning.

Utmed bägge plattformarna finns dynamiska skyltar med trafikinformation. Som en del av informationen ges ett textmeddelande som berättar om det rör sig om ett kort tåg och att tåget i så fall gör uppehåll på plattformens mitt. Textmeddelandet är dock inte rullande text och visas bara en kort stund för att sedan ersättas av annan information om t ex mellanliggande stationer. Informationen återupprepas men det krävs att uppmärksamhet riktas mot skylten i rätt ögonblick för att uppfattas.

#### 4.2.4 Observation passagerarflöde

Okulär studie har gjorts av resenärers beteende vid Malmö C på spår 3a och 4a samt Triangeln. Syftet med studien var att bekräfta teorin om klusterbildning samt att om teorin visade sig vara korrekt även uppskatta resenärernas gångavstånd.

Tillstånd för filmning ansöktes från Trafikverket och muntligt tillstånd erhöles via telefon, dock så dröjde det skrivna tillståndet vilket medförde att en tänkt videoanalys ej kunde göras. Ett antal avgångar i högtrafik och lågtrafik på Triangeln observerades.

Avgångar på Malmö C har inte heller videofilmats, dock har beteende studerats och ögonmått använts.

#### 4.2.4.1 Malmö C

På Malmö Centralstation är det normala att södergående tåg mot Köpenhamn, Hyllie, Trelleborg etc. avgår från spår 1 och 2. Norrgående tåg mot Helsingborg, Halmstad, Lund etc. avgår från spår 3 och 4. Total plattformslängd är ungefär 320meter med mittpunkt vid centralens norra rulltrappa. Eftersom uppehållstavlor är placerade utifrån plattformsmitt och inte stationsmitt blir konsekvensen att södergående tåg stannar nära och dörrar hamnar bakom nergången samtidigt som norrgående tåg stannar längre ifrån.



Figur 20 Översikt Malmö C. (Skånetrafiken, Stationskarta Malmö C)

Klusterbildning är markant i ett område från rulltrappor och 50meter framåt på plattform. Vid tågs ankommande inbromsning kan observeras ett stort antal resenärer påbörja migration framåt och vid tågs ankomst observeras en tydlig snedfördelning av resenärer över möjliga ingångar. När X61 körs i mult uppstår problemet att större delen av väntande resenärer hamnar i bakre tågsättet där trängseln blir hög medan främre tågsättet kan gå i princip tomt.



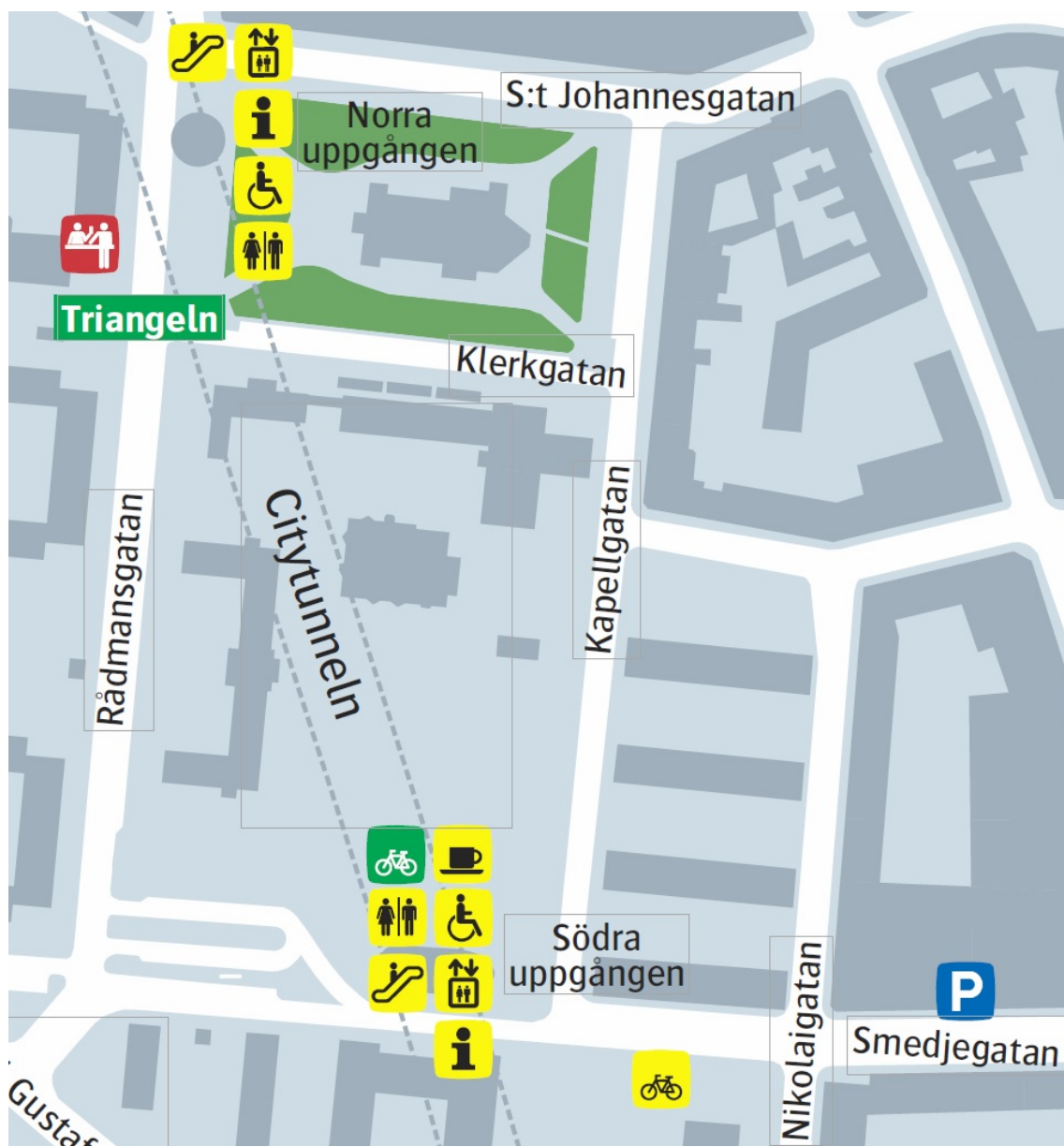
Figur 21 Spår 3a vid norrände. U-tavlan står på 160m från plattformsmitt.



Figur 22 Vy från botten av rulltrappa norrgående. Uppehållstavla för dubbelsätt 160m bort.

#### 4.2.4.2 Triangeln

Triangeln har två nedgångar, Norra och Södra. Vänster spår på bilden är spår 1 och agerar normalt som det spår med avgångar mot Köpenhamn, Hyllie, Trelleborg etc. Höger spår på bilden är spår 2 och har avgångar mot Malmö C, Lund, Halmstad etc. Plattformen är drygt 160meter mellan uppgångarna vilket placerar 160-tavlor i höjd med rulltrappor. Total plattformslängd på Triangeln är ca 250m.



Figur 23 Översikt Triangeln. (Skånetrafiken, stationskarta Triangeln)

Klusterbildning är markant i ett område från rulltrappor och inte mer än 25m framåt på plattform. Ett högre passagerarflöde observeras vid Norra uppgången varvid klusterbildningen stundtals där blir ganska tät.

Problemet som observeras här är liknande det på Malmö C med skillnaden att vid norrgående trafik påbörjas ingen gång framåt längs plattform under tågs ankommande inbromsning. Först när tåg kommit till nästan fullt stopp sker mindre migration från klusterstället. Vid ankomst av normallångt X61 blir dock migrationen lång då resenärer inser först efter tågets stopp att påstigning sker från andra halvan av plattformen.



Figur 24 Tydlig migration från norra utgången på Triangeln mot ett norrgående Pågatåg i singelsätt. Stillbild från video.



Figur 25 Samma vy mot norra uppgången. Uppehållstavla 80 som är stopplats för enkelsätt ses t.h. i bild.



#### 4.2.5 Intervjuer lokförare

Med utgångspunkt från den teori som finns om folks beteende på plattform samt de resultat fallstudierna om tågs uppehåll vid plattform gett, har intervjuer gjorts med lokförare från Pågatågen och Öresundstågen. Bägge förare har flera års erfarenhet av yrket.

Vi har intervjuat två lokförare vilket gör att det kan finnas åsikter som inte kommit med och som skulle kunna vara viktiga för att få ett mer representativt och pålitligt resultat.

##### 4.2.5.1 Sammanfattning av intervjusvar

*Hur upplever du folks respekt för säkerhetszonen?*

Bägge de intervjuade lokförarna anser att det finns brister i hur resenärer respekterar säkerhetszonen. Svaren visar på två olika aspekter av beteende. Den ena lokföraren vittnar om unga människor som låtsas hoppa ut framför tåget medan den andra mer nämner resenärer som av olika anledningar står och väntar nära plattformskanten. Här nämns också trängsel som en anledning till att resenärer befinner sig i säkerhetszonen. Den ena lokföraren tar också upp vad hen uppfattar som ett problem i och med att resenärer smiter under bommarna för att hinna med ett tåg.

*Hur påverkas din arbetsmiljö av folks beteende på plattformen?*

Bägge förarna uppger att de kan uppleva ett obehag inför folks beteende på plattformen. Obehaget kan bestå i att närma sig plattformen och se att resenärer står nära spårområdet. Den ena lokföraren tar upp att obehaget kan vara extra påtagligt om man varit med om påkörning av människor tidigare i arbetslivet. Framförallt om det sen står personer på plattformen som låtsas hoppa ut framför tåget.

*Utifrån folks beteende, finns det någon skillnad mellan att göra uppehåll eller passera station utan uppehåll?*

Här pekar ena föraren på att obehaget upplevs som större då tåget inte ska ha uppehåll och hastigheten kan vara relativt hög vid passerandet av plattformen. Föraren beskriver vidare hur resenärer kan stå och vänta på ett tåg som ska komma strax efteråt och därför befinner sig nära spårområdet.

*Har du någon gång upplevt risk att någon ska ramla ner framför tåg vid plattform?*

Här har förarna olika uppfattningar. Den ena föraren har ingen erfarenhet av resenärer som varit i närheten av att ramla ner framför tåget. Den andra

föraren beskriver däremot upplevelser där det funnits en risk för att ramla ner i spåret. De händelserna är kopplade till dels berusade personer men även äldre människor som gått nära kanten och vajat till när tåg kommit in mot plattform. Även personer som stått med ryggen mot tåget och blivit skrämda av det inkommande tåget beskrivs som en risk av den ena lokföraren.

*Upplever du att resandeutbytet skulle kunna vara effektivare än i dagsläget? Om så är fallet, på vilket sätt?*

Här är de bägge förarna relativt överens kring de situationer man upplever som negativa för effektiviteten vid resandeutbytet. Kritiska moment som tas upp är att det kan bildas kö vid en dörr då resenärer är dåligt utspridda. Resenärer står dåligt positionerade i förhållande till tågets stopplats och får därigenom långt att gå när de ska kliva på. Resenärer uppges inte börja gå förrän de ser att tåget nästan står still.

*Noggrannheten som lokförare stannar med vid uppehållstavlor är i dagsläget ganska låg. Om order fanns att öka noggrannheten tror du det skulle vara möjligt för dig att komma närmre tavlan än idag?*

Bägge förarna uppger att de tror att de skulle kunna stanna mer exakt i förhållande till gällande tavla. Den ena föraren tar upp utformandet av stationsmiljön som en orsak till att man inte stannar på korrekt plats. Föraren menar att det t ex kan finnas väderskydd på plattformen där flertalet resenärer befinner sig och att man då väljer att stanna i relation till detta för att människor inte ska behöva gå för långt.

## 5 Tester

### 5.1 Ljuskällornas synlighet i dagsljus samt genomlysning snö

Av vikt är, med tanke på de förutsättningar som tagits upp tidigare i arbetet, att tillräcklig ljusstyrka uppnås samt att snö på plattform inte utgör ett hinder. De ljuskällor som testats har ett ljusflöde på 744lumen.

Trafikverkets föreskrifter tillåter, som redovisats tidigare i arbetet, 3cm packad snö på plattform. För att undersöka om armaturerna klarar att genomlysa ungefär den här mängden har tester utförts med hjälp av packad konstsnö. Konstsnön som använts har liknande egenskaper i form av konsistens och transparens som riktig snö. Vi förutsätter att resultaten i rimlig mån är överförbara på naturlig snö.

De tre färger som är aktuella för systemet, vit, röd och grön, testades i skugga samt direkt solljus. Resultat ges endast i visuell form, möjlighet för mätningar fanns ej.

Alla tre färger har tillräcklig snögenomlysning vid bägge förhållandena. Detta medför tillräcklig synlighet vid snöfria förhållanden.

Tester utfördes mitt på dagen i början av Maj i Malmö. Växlande molnighet och en temperatur på ca 19grader.

Bilderna är tagna under testfasen. Samtliga med 4cm packad konstsnö.



Figur 26 Grönt ljus genomlysning 4cm konstsnö i direkt solljus.



Figur 27 Grönt respektive rött ljus, genomlysning 4cm konstsnö i skugga.

## 5.2 Systemtest

Systemtest har utförts i två omgångar på Beckhoff Automation AB i Malmö. Först gången för att undersöka kompatibiliteten mellan armaturer och kontrollenhet. Den andra delen av testet bestod i en simulering av den faktiska miljön.

### 5.2.1 Test 1 - Kompatibilitet

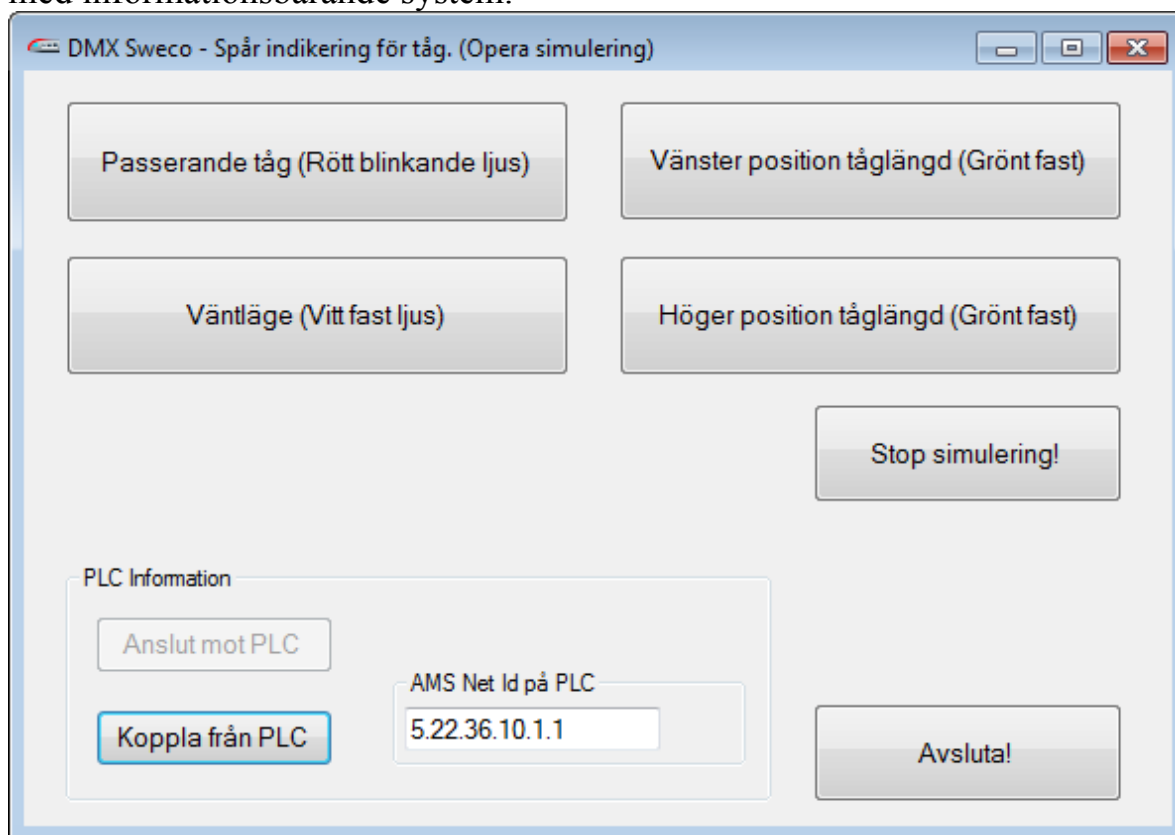
En armatur användes tillsammans med enkel variant av TwinCat för att testa dataöverföring via DMX. Målet var att upprätta kommunikation och testa reglering av ljuskällans RGB-värden.

Testets resultat visar att kommunikation mellan armatur och PLC fungerar enligt uppsatt mål.

### 5.2.2 Test 2 – Simulering

Till test två skrevs PLC demo-kod. Demokoden klarar 32 armaturer men skulle behöva vidareutvecklas till skarpt läge.

Förutom PLC demo-kod skrevs även kod för simulering av kommunikation med informationsbärande system.



Figur 28 Simulering av kommunikation med informationsbärande system. Foto: Roger Grönvall



Figur 29 Stillbild från simulering av passerande tåg. Blinkcykel 0.6sekunder.



Figur 30 Stillbild från simulering av ankommande tåg vänster. Blinkcykel rinnande vitt ljus 0.15sekunder.

Test genomfördes av de ljusbilder som är aktuella. Passerande tåg, vänster position, höger position samt vänteläge. Vänteläge är också det läge som systemet går till i fall av fel. Systemet fungerar som önskat. Dock så behöver klockfrekvensen ställas ner på det rinnande vita ljuset för att skapa en mer behaglig visuell upplevelse. Korrigering av ljusstyrka behöver också göras, och kan realiseras med hjälp av en LUX-Mätare som ansluts direkt till PLC:n



Figur 31 Stillbild från simulering av ankommande tåg höger. Blinkcykel rinnande vitt ljus 0.6sekunder.



Figur 32 Simulering av vänteläge. Fast vitt sken alla armaturer.

## **6 Resulteraende val av lösning, teknikval samt föreslagen teknisk beskrivning kostnad**

### **6.1 Val av lösning**

Utifrån arbetets syfte och frågeställning har en teknisk lösning tagits fram. I det här kapitlet beskrivs hur teori, fallstudier och tester har lett fram till en resulterande teknisk lösning.

#### **6.1.1 Spridning av resenärer**

Genomgång av teori samt observation av passagerarflöden på station Triangeln i Malmö har påvisat att spridningen av resenärer utmed plattformen inte alltid är optimal för ett effektivt resandeutbyte. Klungor bildas och vid observationen på Triangeln uppmärksammades att många resenärer får gå en relativt lång stäcka för att komma till en dörr lämplig för påstigning. Då det visat sig att resenärer positionerar sig utifrån kunskap om var tåget ska stanna och vid avsaknad av sådan kunskap ställer sig nära andra resenärer eller vid trappor och ingångar borde bättre och tydligare information kunna skapa en mer effektiv spridning.

Genom att med LED-belysning i plattformen visa var inkommande tåg kommer att stanna skapas förutsättningar för att höja resenärernas kunskap och ge tillräckligt tydlig information för att resenärer ska kunna placera sig på ett mer effektivt sätt.

Tågtrafiken som arbetet behandlar varierar i fordonssammansättning. Ibland körs tågen i singelsätt och ibland sammansatta i två eller tre sätt. Detta ger en stor variation i hur långa tågen blir samt var på plattformen de kommer att stanna. LED-belysningen lyser upp och markerar den del av plattformen där aktuellt tåg kommer att göra uppehåll och förbättrar därigenom markant resenärens möjlighet att positionera sig på lämpligt ställe under väntan på resandeutbytet.

#### **6.1.2 Positioneringsnivå**

Tidigt i arbetet diskuterades på vilken nivå LED-belysningen ska indikera tågpositionen. Ska positionen indikeras på dörrnivå eller ska den aktuella tåglängden indikeras?

Vid fallstudierna i Höör och Triangeln mättes tågens noggrannhet i förhållande till avsedd stopplats. Resultatet visade en genomgående stor variation och för att kunna indikera dörrposition krävs en betydligt större



noggrannhet. Även om tillfrågade resenärer hade relativt stor toleransnivå för avvikelser mellan indikering och faktisk dörrposition tror vi att en utformning av systemet med indikering på dörrnivå inte är önskvärd. En fördel med att indikera dörrposition hade varit att det då hade kunnat vara möjligt att visa vilken av dörrarna som är tänkt för påstigning för funktionsnedsatta med t ex rullstol och permobil och därigenom öka tillgängligheten utifrån TSD tillgänglighet för funktionshindrade. Problemet som uppstår är då hur vi skulle hantera Pågatågen där dörren som är anpassad för funktionsnedsatta hamnar olika beroende på vilken ände av tåget som går först. Upplysning av hela tåglängden tror vi ändå skapar en viss ökad tillgänglighet för funktionshindrade då det lättare går att förutsäga var på plattformen tåget kommer att stanna och avstånd till lämplig dörr därmed kan minskas.

### 6.1.3 Säkerhet på plattform

Den markering av säkerhetszonen som är tänkt att fungera som en barriär och förhindra att resenärer befinner sig för nära spårområdet är i dagsläget behäftad med en del brister. Dels är den i många fall allt för otydligt utförd och underhålls inte på ett tillfredsställande sätt. Det finns också många olika varianter på utförandet vilket inte bidrar till enhetlig och tydlig säkerhetsfunktion. Med hjälp av LED-ljus infällda i gränsen mellan säkerhetszon och övrig plattform kan en tydlig och enhetlig barriäreffekt uppnås.

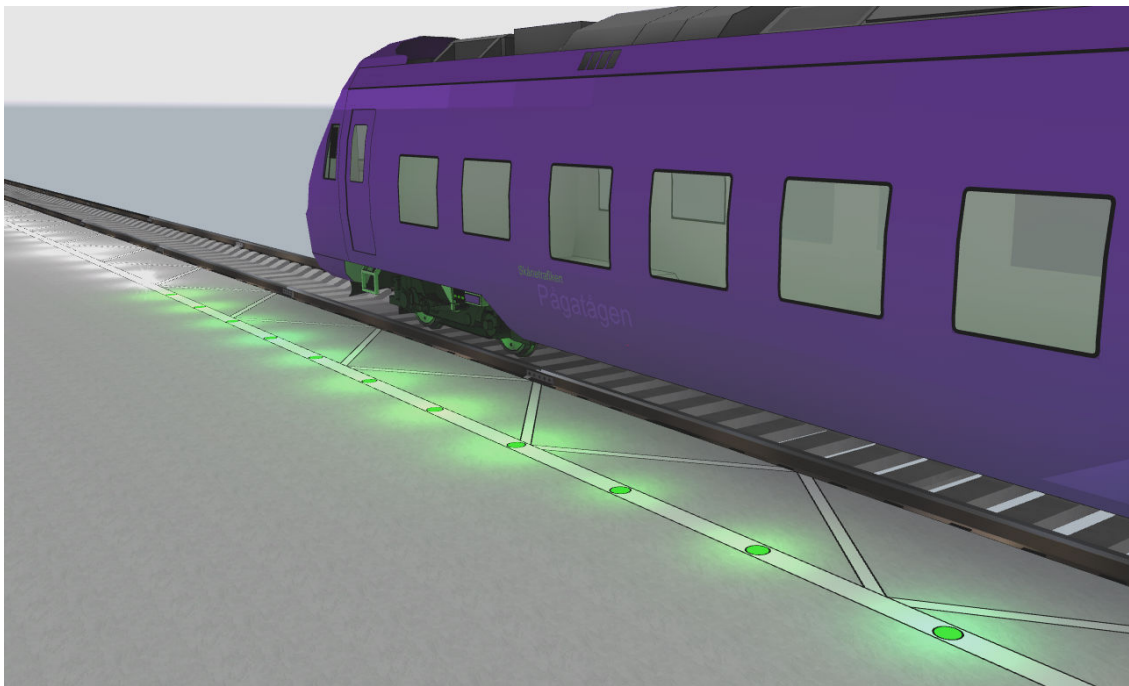
Ljussystemet är i kommunikation med trafikinformationssystemen och blinkar rött då ett förbipasserande tåg är på väg in mot plattform vilket innebär en högre nivå av varseblivning. Detta ger resenärerna en möjlighet att förutsäga händelseförloppet och därigenom anpassa sitt beteende och minska riskerna och obehaget som annars kan uppstå då ett tåg passerar intilliggande perrong i hög hastighet.

De stressrelaterade risker som kan uppstå hos resenärer kan också reduceras då den tekniska lösningen ger möjlighet till att förutsäga och planera vistelsen på plattformen. Genom att det tydliggörs att tåg är på väg in och var på plattformen det kommer stanna ökar kontrollen över resesituationen och stressnivån kan då hållas på en lägre nivå.

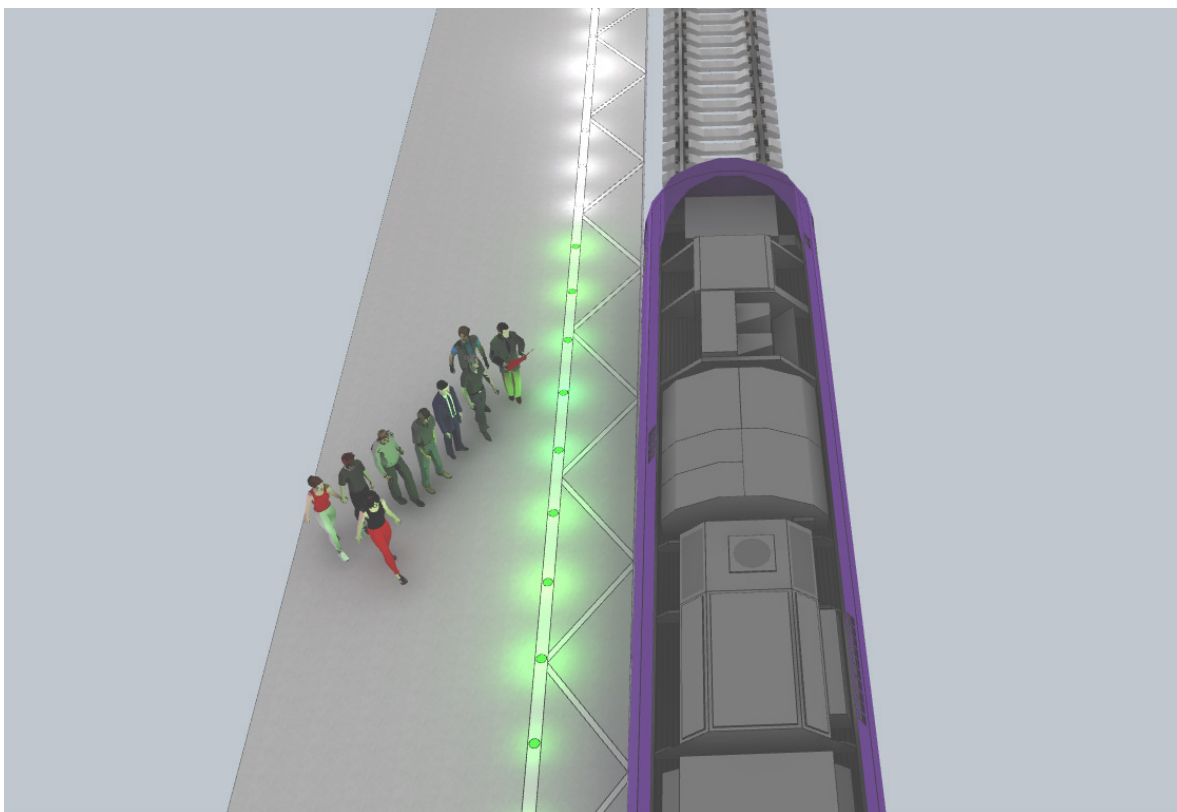
### 6.1.4 Ljuskonfiguration

För att skapa en tydlig och lättförståelig ljuskonfiguration har vi valt att använda tre olika färger i systemet. Dessa färger är vitt, grönt och rött vilket är kopplat till gängse signalsystem och därför redan starkt förankrade hos folk.

Rött blinkande ljus i alla armaturer betyder – Varning förbipasserande tåg  
Grönt fast ljus visar tågs position utmed plattform.  
Vitt rinnande ljus pekar mot fast grönt ljus där tåg stannar.  
Vitt fast sken i alla armaturer används som normalläge då inget tåg ankommer  
för att förstärka kontrasten i säkerhetszonen.



Figur 33 Modell av systemet från sidvy.



Figur 34 Modell av systemet toppvy.

## 6.2 Teknikval

Målet har varit att ta fram ett system som är driftsäkert, underhållsvänligt och intuitivt för resenärer att förstå. Från början undersöktes möjlighet att använda ljuskällor utan styrning och istället använda PLC för att individuellt styra alla ljuskällor. Idén övergavs framförallt på grund av mängden individuella kablar som behövs. Systemet skulle blivit alltför labilt och besvärligt ur underhållssynpunkt. Även renodlad PLC undersöktes från början men övergavs till förmån för det betydligt enklare och för detta ändamål bättre TwinCat-systemet.

### 6.2.1 Belysning / Armaturer

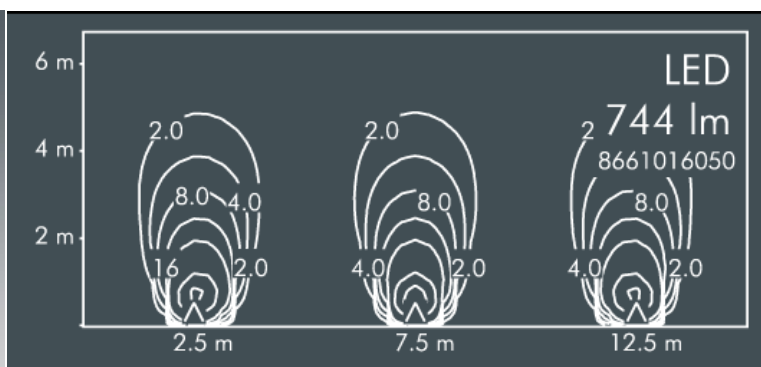
De krav på armaturer och ljuskällor som behövt ställas:

- Få ut tillräckligt ljusflöde för att systemet ska vara synligt i direkt solljus. Detta ska göras utan risk för bländning samt med så högt ljusutbyte som möjligt.
- Tillräckligt ljusflöde för att kunna genomlysa 3cm packad snö.
- Armaturen ska vara certifierad för att klara utomhusmiljö.
- Glaset ska ha halkskyddande egenskaper samt vara vandalsäkert.
- Armaturen behöver vara infälld i nivå med plattform för att klara snöskottning samt borstning.
- Armaturer ska ha möjlighet att kommunicera med styrsystem.
- Ljuskällor ska kunna visa ljus i färgerna grön, röd samt vit.

Armaturen som testats i samarbete med Fergins är en 4\*3W LED RGB-spot med DMX-koppling. Armaturen har IP-klass 67. Glaset är vandalsäkert med blästrad yttre yta som ger både halkskydd samt en diffus ljusbild. Armaturen är markförsänkt och levereras med montagebox för utvändig koppling vilket ger en helt fuktisolerad ljuskälla.



Figur 35 Meyer markspot.  
Armatur föreslagen av Fergin



Figur 36 Tillhörande ljusdata till Meyer armatur.

Ljusstrålarnas brytning genom det blästrade glaset ger i princip enbart transmitterat diffust ljus. Spridningsvinkeln ut från glaset blir närmre

180grader vilket ger en bra synlighet för resenärerna. Ljusflödet blir mindre men räcker för att övervinna direkt solljus samt även lysa igenom Trafikverkets tillåtna snömängd på plattform.

### 6.2.2 Styrssystem

Krav och specifikationer som behöver tillgodoses är:

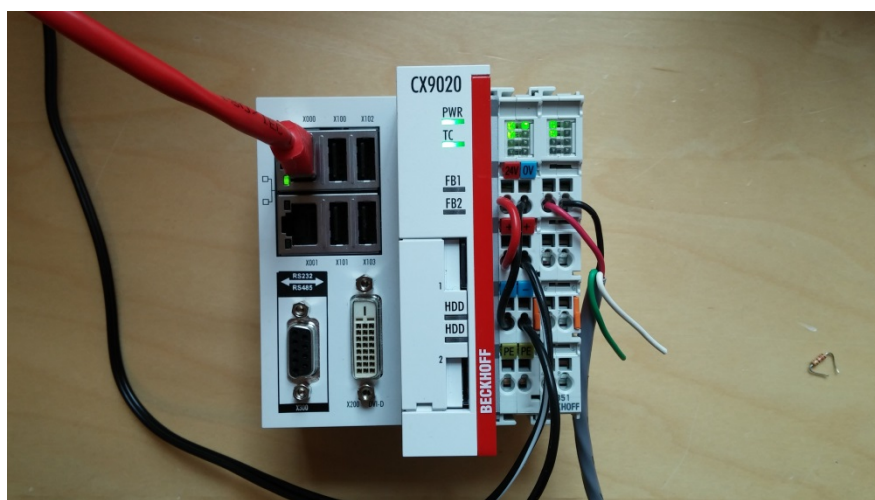
- Säker kommunikation med GEMINI.
- Intrångssäker intern kommunikation.
- Behandling av dataposter.
- Driftsäker kommunikation med armaturer.

I samarbete med Beckhoff Automation AB har en PLC-lösning testats.

Beckhoffs lösning består av en CX9020 CPU och en DMX-Master EL6851 samt TwinCat 3.1 som programmeringsverktyg.

CPU utnyttjar exempelvis Windows CE med Microsoft drivrutiner för all kommunikation. Möjlighet finns att köra kod för hantering av det data som ska användas av PLC för styrning av armaturer antingen lokalt eller via fjärr. På CPU körs även soft PLC. PLC har en egen run-time vilket gör den driftsäker. Samtliga system som finns ute och tillgängliga på alla stationer kan programmeras och uppdateras från valbar central plats. Skulle det behövas en större CPU så är all plc kod kompatibel med de större systemen som finns att tillgå.

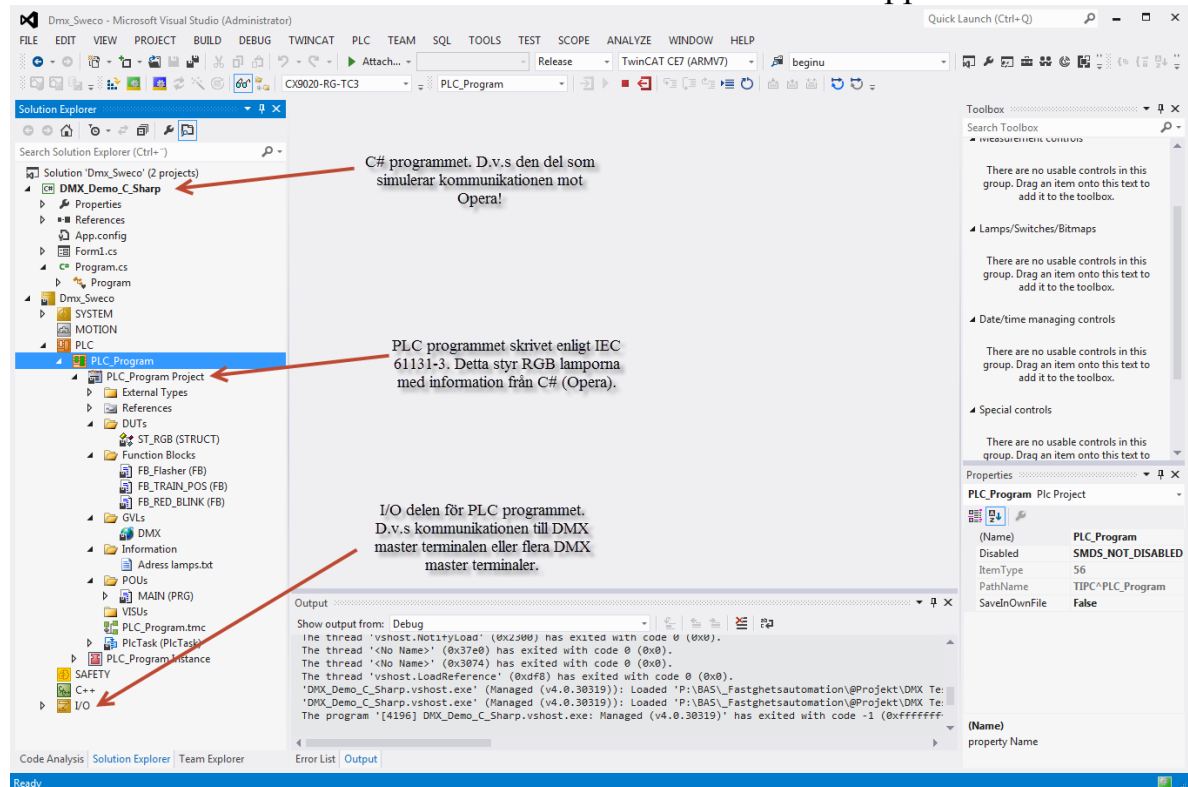
I TwinCAT sker utveckling av PLC-kod samt C#-kod och den interna kommunikationen kan regleras. Versionen som använts är TwinCat 3.1 4018.4



Figur 37 CX9020 med en styck DMX-Master.

Systemet är modulärt och det finns ingen övre gräns för hur många DMX-masters som kan läggas till. Dock så behöver kod anpassas för att lägga till flera DMX-masters. Möjlighet finns även att distribuera DMX masters via fiberkopplare och på så sett undvika elektriska störningar mellan PLC och I/O

terminalerna. Man placerar alltså PLC:n i ett teknikrum och kommunicerar sedan med de distribuerade DMX terminalerna via fiberkopplare.



Figur 38 Skärmdump från TwinCat gränssnitt med förklarande pilar. (Grönvall, 2015)

Extern och intern kommunikation är separerade och ger en hög säkerhet gentemot GEMINI. Intern kommunikation mellan CPU och DMX-masters sker med eget unikt protokoll, ADS, vilket ger hög säkerhet mot intrång.

Möjlighet finns även för montage av externa instrument som ljusmätare och termometer. Därigenom kan solljus och eventuell risk för snö mätas och ljuskällornas styrka ställas därefter.

Länkar till referens för Beckhoffs ADS protokoll samt exempelkod C# finns under bilagor.

## 6.3 Förslag till teknisk beskrivning

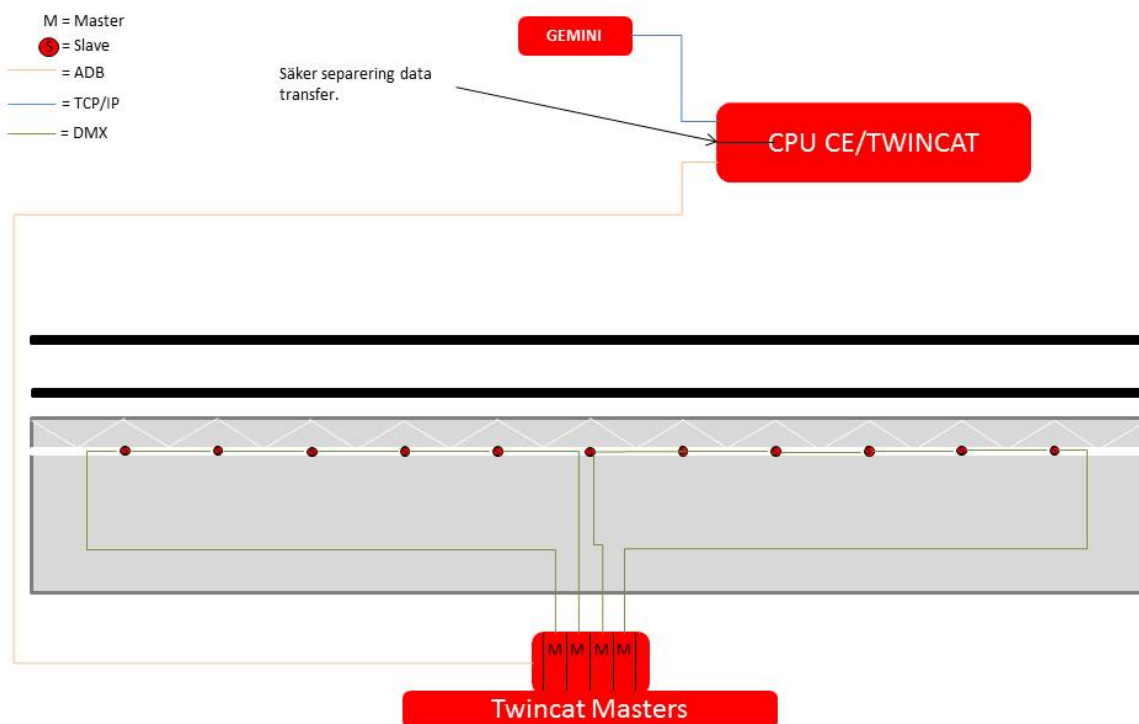
I det här kapitlet redogörs övergripande systemet ur en teknisk synvinkel.

### 6.3.1 Placering av teknik och kanalisation.

Armaturer placeras i skyddszonens innerkantslinje med CC-mått 2000mm. Armaturens diameter är 160mm, innerkantslinjen är 200mm. Armaturens centrum ska således ligga 100mm in från linjens kant. Armaturer ska täcka hela den aktiva plattformslängden för att i enlighet med nationella regler tillåta trafik i bägge riktningar.

Beckhoff CPU CX9020, eller likvärdig, placeras i teknikhus med access till GEMINI. TwinCat gränssnitt körs via fjärr från central plats. Endast en CPU per station. Beckhoff DMX-Masters EL5861, eller likvärdig, placeras i teknikskåp på plattform centralt belägen för att optimera avstånd till samtliga armaturer. I fall av mellanplattform ska denna om möjligt, utnyttjas för placering av bägge angränsande spårs DMX-Masters i gemensamt teknikskåp.

Huvudledningar för spänning och kommunikation ska förläggas med övrigt lågspännings- och kommunikationskablage. Ny kanalisation för DMX och spänning till armaturer anläggs på lämpligt vis utefter förhållande på aktuell station.



Figur 39 Schematisk skiss över styrsystem och armaturer på enkelplattform.

### 6.3.2 Val av kablage.

För datakommunikation mellan CPU och DMX-masters används fiberoptisk ledning. Separat fiber för varje spår. Med fiberkabel erhålls bättre isolering mot både utgående och inkommande störningar.

Enskild längd på DMX512-kabel får inte överstiga 500m. Kabel ska vara väl isolerad och vara enligt standard XLR 5plints. Sammankoppling av armaturer ska enbart ske i daisy-chain. Terminering av signal görs med 100-120 ohms motstånd mellan plint 2 och 3 vid sista armatur.

### 6.3.3 Kommunikation

Från central ort kör TwinCat C# program för datahämtning, dataavmaskning och lagring för att sedan skicka relevanta data till stationens CPU.

Vidarekommunicering till PLC sker lokalt.

Utveckling och testning av sådant program behöver göras.

Nedan angivet anropstyper för de olika systemen. Filer med exempel på kod, klasser och dylikt finns att erhålla mot förfrågan hos författarna.

- DPP. Från DPP hämtas daglig tidtabell via Web serviceanrop. Svar i xml-format. Tidtabellen avmaskas och relevanta tågnummer lagras lokalt.
- TPOS. Från TPOS hämtas signalpassagemeddelanden från lämplig signal innan station. Hämtning sker via SSB-stacken och ligger som en fast prenumeration.
- OPERA. Från Opera hämtas tågsammansättningar utifrån relevanta lagrade tågnummer. Anrop sker via WCF och svar kommer i xml-format. Information avmaskas och lagras lokalt.

## 7 Kostnader

Beräknade ungefärliga kostnader för systemet exklusive anläggnings-, utvecklings- och installationskostnader.

### 7.1 Styrsystem

Kostnad för styrsystemet kan komponent-uppdelas i ungefärlig kostnad per spår. Dock så blir kostnaden för CPU variabel då storleken på denna kan varieras beroende på antal spår vid aktuell station. Nedan räknas på en station med ett spår.

- Beckhoff CPU EX9020 6000SEK
- TwinCat 3.0 Utvecklingsverktyg 0SEK
- Nodfiberkopplare 3500SEK
- Beckhoff DMX-Master EL6851 10\*2400SEK
- RS485 kabel 400\*20SEK
- Fiberkabel 200\*10SEK

Total uppskattad kostnad för styrsystem, 43500SEK.

### 7.2 Armaturer

Armaturen som är föreslagen av Fergin tillverkas av Meyer och har ett listpris på 11200SEK. I detta pris ingår montagekit och kabelkopplare. Enligt Magnus på Fergin kan det tänkas vara möjligt att ta fram en likadan armatur men utan riktningsbara ljuskällor för att få ner kostnaden en bit. Detta då funktionen med riktningsbarhet är helt ovidkommande för den tekniska lösningen eftersom det blåstrade glaset ger stor spridningsvinkel oavsett riktning på ljuskälla.



## **8 Diskussion och slutsats**

### **8.1 Diskussion metodik**

Mätningarna vi utförde på Triangelns och Höörs station är något begränsade till sin omfattning. För att få en tydligare och statistiskt verifierbar bild av hur tåg stannar i förhållande till gällande uppehållstavla hade fler mätvärden behövts. Hade det dessutom funnits möjlighet att utöka undersökningen och lägga till en mätserie där lokförare instruerats om att stanna så exakt som möjligt, så hade det eventuellt varit intressant att fortsätta titta på alternativet med dörrpositionering.

Även observationerna hade varit intressant att utöka för att få en bättre belagd bild av beteendemönster. En riktig videoanalys hade här varit önskvärd. Det hade också varit önskvärt att studera passagerarbeteendet på andra stationer för att se om signifikanta skillnader föreligger.

Vad gäller belysningstest med snötäckt armatur gör vi antagandet att konstsnön som används har relativt liknande egenskaper som riktig snö. Här hade det varit av intresse att få detta bekräftat genom ett test under verkliga förutsättningar.

Vi hade inte möjlighet att köra vår testutrustning i skarpt läge mot Trafikverket databaser som innehåller den information systemet behöver. Vi har tittat på hur strukturen ser ut och i samråd med Beckhoff kommit fram till att det inte är något problem. Bedömningen är att systemets funktion i ett skarpt läge där programkod för kommunikation finns tillgänglig kommer att fungera.

### **8.2 Diskussion resultat**

Vi har i det här arbetet kommit fram till att den föreslagna tekniska lösningen fungerar och är fullt möjlig att implementera. Systemet skulle bli driftsäkert och pålitligt och svara mot de krav Era och Trafikverket ställer på TEN respektive nationella järnvägssystemet. Detta i form av regler för så väl form som funktion.

I frågan om hur systemet uppfyller syftet med tanke på ökad tillgänglighet, effektivare resandebutbyte samt ökad upplevd säkerhet finns en del aspekter. Teorin påvisar att den tekniska lösningen borde kunna öka tillgängligheten och den upplevda säkerheten, däremot är det svårare att förutsäga ett effektivare resandebutbyte. Observationerna visar att resenärers beteende på Triangeln station skulle kunna optimeras för att medge snabbare påstigning men för att påvisa att systemet räcker för att faktiskt uppnå en sådan förändring krävs tester och utvärdering i verklig miljö.

En fråga som dök upp under fallstudie Höör är hur vi ska hantera de tåg som stannar vid helt fel tavla eller inte vid någon tavla alls. Intervjuer med lokförare visar på att det borde vara möjligt att få en högre noggrannhet men i Höörs falls handlar det förmodligen mer om att väntkurer på plattformen och uppehållstavlor är dåligt placerade i förhållande till varandra. För att den tekniska lösningen ska fungera krävs stopp vid tavla och själva utformningen av plattformen blir här missledande för väntande resenärer.

Vi tror att den tekniska lösningens ljusinformation är självförklarande, men möjligtvis krävs kompletterande information i inledande fas av potentiell framtida drift. Detta för att förstärka och förankra systemet hos resenärer.

### **8.3 Förslag för fortsatta studier**

För att faktiskt kunna påvisa vinst i resandeutbytestid genom en mer effektiv spridning av resenärer längs plattformen skulle utökad studie av resenärs beteende behöva utföras. En metod för att kvantifiera resandeutbytestiden med vilken en jämförelse mellan tiden för avstigande och påstigande skulle också vara lämpligt att ta fram.

Det kan potentiellt finnas en risk för bländning av lokförare med systemet. Möjligtvis kan det även finnas en risk för visuell konflikt mellan signal- och informationssystemet. Detta skulle behöva utredas närmare.

Kostnaden för armaturen även med möjliga avdrag för mängd samt enklare utförande är mest troligt för hög för att systemet ska bli aktuellt att införa. Vi har pratat med tillverkare i Kina för att få en uppfattning om rimligheten i att hitta billigare komponenter. Detta verkar vara möjligt och förmodligen nödvändigt för att den tekniska lösningen ska vara ekonomiskt försvarbar. Vi föreslår att vidare utreda alternativa armaturer och hitta en bra balans mellan kvalitet och pris.

Under arbetets gång har vi kommit i kontakt med arkitekter dels från Trafikverket och dels från Sweco. Vi upplevde ett stort intresse för arbetet ur deras synvinkel med avseende gestaltning och möjligtvis skulle det perspektivet göra utrymme för en större budget på systemet. Då detta inte varit en del av vårt syfte finns här möjlighet för vidare studier.

## 9 Referenser och källor

### 9.1 Inbundna källor

Bliesener, R., Ebel, F., Löffler, C., Plagemann, B., Regber, H., Terzi, E.v. & Winter, A., 2000, *Programmerbara styrsystem*, Malmö: Festo AB.

Reason, J., 1990, *Human Error*, Cambridge: Cambridge University Press.

Rollenhagen, C., 1995, *Sambanden människa, teknik och organisation - en introduktion*, Lund: Studentlitteratur Utbildningshuset.

Theorin, Alfred, V. R., 2012, *A short history about PLC and DCS*, Lund.

Wall, Leif & Wabema, 2005, *Lärobok i Belysningsteknik*. Stockholm: Ljuskultur, Box 12653, 112 93 Stockholm.

### 9.2 Rapporter

Fröidh, O., 2010, *Resande och trafik med Gröna Tåget*, KTH Railway Group, Stockholm.

Heinz, V., 2003, *Passenger service times on trains: Theory, measurements and models*.

Pettersson, P., 2011, *Passenger waiting strategies on railway platforms - Effects of information and platform facilities*, KTH, Stockholm.

Rydman, M., 2010, *Analys av stationsplattformsutforming ur ett säkerhetsperspektiv*, Uppsala: Uppsala universitet.

Sund, H., F. T., 2009, *Trafikantinformation i stationsmiljöer*, LTH, Helsingborg.

Trafikverket 4, u.d., *Idéstudie Södra Stambanan. Bilaga 7, Plattformssäkerhet Gripenberg - Lund*. Diarienummer: F07-15662/SA20

### 9.3 Elektroniska källor

Code Project, *Code Project*  
<http://www.codeproject.com> (2015-05-19)

Department of Energy Facilities 2013, History of the lightbulb  
<http://energy.gov/articles/history-light-bulb> (2015-03-27)

European Union, 2015, *EU Law*.  
<http://www.europa.eu/eu-law> (2015-04-15)

Europaparlamentet, 2008, *2008/57/EG*.  
[https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/jarnvag/foreskrifter/direktiv/direktiv\\_2008\\_57\\_eg.pdf](https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/jarnvag/foreskrifter/direktiv/direktiv_2008_57_eg.pdf) (2015-04-15)

European Rail Agency, 2015, *Interoperability*.  
<http://www.era.europa.eu/Core-Activities/Interoperability/Pages/home.aspx> (2015-04-15)

International Electrotechnical Commission, 2015.  
<http://www.iec.ch/> (2015-03-20)

Järnvägsstyrelsen, 2008, *Handbok JTF, 3H:6.2.1*  
[http://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/jarnvag/jtf/3h\\_signaler\\_systemh\\_webb.pdf](http://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/jarnvag/jtf/3h_signaler_systemh_webb.pdf) (2015-05-25)

Pathway connectivity, u.d., *DMX Quick Reference*.  
<http://www.pathwayconnect.com/content/view/61/26/> (2015-05-05)

PLASA, 2008, *Recommended Practice for DMX512*.  
[http://tsp.plasa.org/tsp/documents/docs/DMX512-A\\_Guide\\_\(8x10\)\\_ESTA.PDF](http://tsp.plasa.org/tsp/documents/docs/DMX512-A_Guide_(8x10)_ESTA.PDF) (2015-05-05)

P.C., 2011, *Rules for high speed line capacity*, Railway Technical.  
[http://www.railway-technical.com/Infopaper\\_3\\_High\\_Speed\\_Line\\_Capacity\\_v3.pdf](http://www.railway-technical.com/Infopaper_3_High_Speed_Line_Capacity_v3.pdf) (2015-03-27)

Skånetrafiken 1, 2015, *Hållplatshandbok*.  
[https://www.skanetrafiken.se/upload/Dokument/Trafikutvecklar-kommun/Hållplatshandboken/Kap\\_6\\_Planering\\_och\\_utformning\\_av\\_tågstationer.pdf](https://www.skanetrafiken.se/upload/Dokument/Trafikutvecklar-kommun/Hållplatshandboken/Kap_6_Planering_och_utformning_av_tågstationer.pdf) (2015-04-02)

Skånetrafiken 2, 2014, *Vårt Uppdrag*.  
<https://www.skanetrafiken.se/om-oss/vart-uppdrag1> (2015-04-15)

Skånetrafiken 3, *Resandestatistik*.  
[http://www.skanetrafiken.se/upload/Dokument/Styrdokument/Resandestatistik/Tågresande\\_Skåne\\_per\\_station\\_2000-2014.pdf](http://www.skanetrafiken.se/upload/Dokument/Styrdokument/Resandestatistik/Tågresande_Skåne_per_station_2000-2014.pdf) (2015-04-03)

Svensk Kollektivtrafik, 2013, *Färdplan 2013*.

[http://www.svenskkollektivtrafik.se/Global/Fakta\\_och\\_publicationer/publikationer/fardplan\\_2013.pdf](http://www.svenskkollektivtrafik.se/Global/Fakta_och_publicationer/publikationer/fardplan_2013.pdf) (2015-03-17)

Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 1, u.d., *IP-klassning*.

<http://www.sp.se/sv/index/services/ip/sidor/default.aspx>

Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 2, 2009, *Grad skydd beröring*.

[http://www.sp.se/sv/index/services/ip/Documents/Grad\\_av\\_skydd\\_ber%C3%B6ring.pdf](http://www.sp.se/sv/index/services/ip/Documents/Grad_av_skydd_ber%C3%B6ring.pdf)

Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 3, 2009, *Grad skydd väta*.

[http://www.sp.se/sv/index/services/ip/Documents/Grad\\_av\\_skydd\\_vatten.pdf](http://www.sp.se/sv/index/services/ip/Documents/Grad_av_skydd_vatten.pdf)

Teknisk Specifikation Driftskompatibilitet, 2014, *Tillgänglighet för funktionshindrade*.

[http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2014.356.01.0110.01.ENG](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2014.356.01.0110.01.ENG) (2015-04-16)

Trafa 1, 2013, *Bantrafik 2013*.

[http://trafa.se/PageDocuments/Bantrafik\\_2013.pdf](http://trafa.se/PageDocuments/Bantrafik_2013.pdf) (2015-03-18)

Trafa 2, 2014, *Lokal och regional kollektivtrafik 2013*.

[http://trafa.se/PageDocuments/Lokal\\_och\\_regional\\_kollektivtrafik\\_2013.pdf](http://trafa.se/PageDocuments/Lokal_och_regional_kollektivtrafik_2013.pdf) (2015-03-27)

Trafa 3, 2013, *RVU Sverige 2013*

[http://trafa.se/PageDocuments/RVU\\_Sverige\\_2013.pdf](http://trafa.se/PageDocuments/RVU_Sverige_2013.pdf) (2015-03-20)

Trafa 4, 2014, *Transportarbete 1950-2013*.

[http://www.trafa.se/PageDocuments/Transportarbete\\_1950-2013.xlsx](http://www.trafa.se/PageDocuments/Transportarbete_1950-2013.xlsx) (2015-03-18)

Trafikverket 1, 2011, *Järnvägens behov av ökad kapacitet*.

[http://www.trafikverket.se/contentassets/d87e0a0cda744a8bb23643e054fa6995/jarnvagens\\_behov\\_av\\_okad\\_kapacitet\\_forslag\\_pa\\_losningar\\_for\\_aren\\_2012\\_2021\\_remissversion.pdf](http://www.trafikverket.se/contentassets/d87e0a0cda744a8bb23643e054fa6995/jarnvagens_behov_av_okad_kapacitet_forslag_pa_losningar_for_aren_2012_2021_remissversion.pdf) (2015-04-10)

Trafikverket 2, 2012, *BVS 1586.26*.

<http://pwidastreamerext.banverket.se/StreamService/StreamDocument.ashx?AppKey=ce01c31b-0d2a-4247-a219-c4465dbded51&DocumentKey=69e7ecc1-191a-47b2-a4f5-d56ce7586138> (2015-03-15)

Trafikverket 3, 2013, *BVF 923*.

<http://pwidastreamerext.banverket.se/StreamService/StreamDocument.ashx?AppKey=ce01c31b-0d2a-4247-a219-c4465dbded51&DocumentKey=b252a618-dbde-4a1c-ba45-dad029e7fea3>  
(2015-03-15)

Trafikverket 5, 2005, *BVH 726*.

<http://pwidastreamerext.banverket.se/StreamService/StreamDocument.ashx?AppKey=ce01c31b-0d2a-4247-a219-c4465dbded51&DocumentKey=6e9a624d-6a00-4fac-958c-6c5116ab39f1> (2015-03-15)

Trafikverket 6, 2014, *Rätt funktion på rätt plats, sammanfattande rapport*.

[http://www.trafikverket.se/contentassets/2510037e48c247238221045191025081/rapport\\_ratt\\_funktion\\_pa\\_ratt\\_plats.pdf](http://www.trafikverket.se/contentassets/2510037e48c247238221045191025081/rapport_ratt_funktion_pa_ratt_plats.pdf) (2015-03-19)

Wikipedia 1, u.d., *X31*.

<https://sv.wikipedia.org/wiki/X31> (2015-04-04)

Wikipedia 2, u.d., *X61*.

<https://sv.wikipedia.org/wiki/X61> (2015-04-04)

## **9.4 Intervjuer**

Frisk, Tommy, Trafikverket, *Trafikinformationssystemet på TRV*, maj 2015, personlig intervju.

Grönvall, Roger, Beckhoff Automation AB, *PLC tekniska lösningar*, 2015-04-13, personlig intervju.

Kvick, Per, Nationell samordnare järnväg, Trafikverket, 2015-03-26, telefonintervju.

Nilsson, Magnus, Fergin, *LED och armaturer*, april 2015, personlig intervju.

## 10 Bilagor

### 10.1 Intervjufrågor och svar

Frågor som ställdes till lokförare på Öresundstågen och Pågatågen. Svar från förare på Pågatågen är markerade med **P** och på Öresundstågen med **Ö**.

#### **Hur upplever du folks respekt för säkerhetszonen?**

**P** *"De allra flesta resenärerna respekterar säkerhetszonen men jag har vid flera tillfällen varit med att folk stått väldigt nära plattformskanten. Det har även förekommit att resenärer suttit och dinglat med benen över kanten. Jag upplever det som att problemet är störst vid tillfällen då det är många resenärer som väntar och plattformarna inte alltid är byggda för ett så stort resandantal. Trängsel kan då uppstå och människor står eller går väldigt nära spåret."*

**Ö** *"Ganska dålig. Unga människor som står nära och låtsas som att de ska hoppa ut framför tåget är ganska vanligt. Vissa driftplatser där det finns bommar är det vanligt att folk smiter under bommarna för att hinna med ett tåg."*

#### **Hur påverkas din arbetsmiljö av folks beteende på plattformen?**

**P** *"Det kan vara obehagligt att se att folk befinner sig nära spårområdet och man inte kan vara säker på att resenärerna uppfattat att ett tåg är på väg in."*

**Ö** *"Känns otryggt och obehagligt. Framförallt om man varit med om en påkörning och folk sen står för nära eller låtsas hoppa ut."*

#### **Utifrån folks beteende, finns det någon skillnad mellan att göra uppehåll eller passera station utan uppehåll?**

**P** *"Obehaget är helt klart större då man ska passera en perrong utan att stanna. Ofta håller man en relativt hög hastighet och det står ofta resenärer och väntar på ett tåg som ska komma strax efteråt. Ibland kan man se resenärer som tror att tåget man kör ska göra uppehåll och därför rör sig ut mot plattformskanten."*

**Ö**

#### **Har du någon gång upplevt risk att någon ska ramla ner framför tåg vid plattform?**

**P** *”Ja, vid några olika tillfällen. Några gånger har det handlat om resenärer som är berusade men även äldre personer som gått nära kanten och vajat till precis när jag kommit in till perrong för att stanna. Det har också hänt att personer stått väldigt nära plattformskanten med ryggen mot tåget och då de upptäckt att ett tåg är på väg in blivit skrämnda, då kan det kännas som att det finns en risk att de ska snubbla till och ramla ner i spåret. ”*

**Ö** *”Nej.”*

**Upplever du att resandeutbytet skulle kunna vara effektivare än i dagsläget? Om så är fallet, på vilket sätt?**

**P** *”Relativt ofta får man stå och vänta på att resenärer ska komma på tåget. Det kan handla om att det bildas kö vid en dörr då folk inte verkar se att det finns mer än dörr på tåget. På vissa stationer står resenärer på ”fel” ställe och får då en ganska bra bit att gå för att komma till en dörr. Ofta börjar folk inte gå förrän tåget nästan står still och de inser att de stått dålig till.”*

**Ö** *”Folk borde låta de som ska stiga av gå ur tåget innan man går på. På vissa perronger blir det långa avstånd mellan var tåget stannar och folket står. Kanske det kunde gå att markera på nåt sätt var dörrarna kommer hamna? Är någon dörr avstängd får folk skynda sig till en annan. Ibland blir det trångt då många ska gå på vid samma dörr men samtidigt kan vara tomt vid de andra dörrarna.”*

**Noggrannheten som lokförare stannar med vid uppehållstavlor är i dagsläget ganska låg. Om order fanns att öka noggrannheten tror du det skulle vara möjligt för dig att komma närmre tavlan än idag?**

**P** *”Jag tror att jag skulle kunna stanna mer exakt om jag tänkte på det mer aktivt när jag kör. Det kan också variera lite från fordon till fordon hur lätt det är att stanna exakt. Men jag är övertygad om att jag skulle kunna förbättra noggrannheten. Kan ju säga också att vissa stationer är ganska dåligt genomtänkta när det gäller var tavlorna är placerade. Tex kan det finnas ett väderskydd på plattformen där flertalet resenärer befinner sig men tavlan är placerad så man ska stanna tåget en bra bit därifrån. Antingen får man då ”fuska” och stanna utifrån var folk står eller så får det ta lite mer tid för resandeutbytet.”*

**Ö** *”Ja, det skulle nog vara möjligt. Ibland slarvar man lite med det.”*



## 10.2 Mätvärden

### 10.2.1 Mätvärden för stopplats Höör

Riktning	Tågtyp	Uppehållstavla	Avstånd axel-tavla(m)	Avstånd nos-tavla (m)
Syd	X61	U	-30	-25,85
Syd	X61	U	-28	-23,85
Syd	X61	160	-24	-19,85
Syd	X31	U	-8	-5,87
Syd	X31	U	-6,75	-4,62
Syd	X31	80	-6	-3,87
Nord	X31	80	-5,9	-3,77
Syd	X31	U	-5,9	-3,77
Syd	X61	80	-6,8	-2,65
Syd	X31	U	-4,3	-2,17
Syd	X31	160	-4,3	-2,17
Nord	X61	80	-6	-1,85
Nord	X31	160	-3,9	-1,77
Nord	X61	80	-5,9	-1,75
Nord	X61	160	-5,75	-1,6
Syd	X31	U	-3,65	-1,52
Syd	X31	U	-3,3	-1,17
Nord	X31	160	-3,1	-0,97
Syd	X61	U	-4,8	-0,65
Syd	X61	80	-4,6	-0,45
Syd	X61	160	-4,5	-0,35
Nord	X31	160	-2,4	-0,27
Nord	X31	160	-2,25	-0,12
Nord	X31	160	-2,25	-0,12
Nord	X31	U	-2,2	-0,07
Nord	X61	160	-3,95	0,2
Syd	X61	80	-3,75	0,4
Syd	X61	80	-3,75	0,4
Syd	X31	U	-1,65	0,48
Nord	X61	80	-1,7	2,45
Nord	X31	160	3	5,13
Syd	X31	80	3,2	5,33
Nord	X61	80	2,9	7,05
Syd	X61	80	3,25	7,4

## 10.2.2 Mätvärden för stopplats Triangeln

Riktning	Tågtyp	Uppehållstavla	Avstånd axel-tavla(m)	Avstånd nos-tavla (m)
Syd	X61	80	-12	-7,85
Syd	X61	80	-11	-6,85
Nord	X61	160	-9	-4,85
Nord	X61	80	-8,5	-4,35
Syd	X61	80	-8,5	-4,35
Nord	X61	80	-8	-3,85
Nord	X61	160	-7,5	-3,35
Syd	X61	80	-7	-2,85
Nord	X61	160	-7	-2,85
Syd	X61	160	-6,5	-2,35
Nord	X61	160	-6,5	-2,35
Syd	X31	160	-4	-1,87
Nord	X31	160	-4	-1,87
Syd	X31	160	-4	-1,87
Nord	X61	80	-6	-1,85
Syd	X61	80	-6	-1,85
Nord	X61	80	-6	-1,85
Nord	X61	80	-6	-1,85
Nord	X31	80	-3,5	-1,37
Syd	X31	160	-3,5	-1,37
Syd	X61	80	-5,5	-1,35
Syd	X31	160	-3	-0,87
Nord	X61	80	-5	-0,85
Syd	X61	160	-5	-0,85
Syd	X61	80	-4,5	-0,35
Syd	X31	160	-2,1	0,03
Nord	X31	160	-1,25	0,88
Syd	X31	160	-1,2	0,93
Nord	X31	80	-1	1,13
Syd	X31	160	-1	1,13
Syd	X31	160	-0,5	1,63
Nord	X31	160	1,5	3,63
Nord	X31	80	5	7,13
Syd	X61	80	5	9,15

### 10.3 Beckhoff referenser

Beckhoffs ADS protokoll för kommunikation mot t.ex. C# eller liknande samt [http://infosys.beckhoff.com/content/1033/tc3\\_adscommon/html/tcadscommon\\_introads.htm?id=15657](http://infosys.beckhoff.com/content/1033/tc3_adscommon/html/tcadscommon_introads.htm?id=15657)

Referens till exempelkod för C#:

[http://infosys.beckhoff.com/content/1033/tc3\\_adssamples\\_net/html/tcsample\\_net\\_intro.htm?id=16318](http://infosys.beckhoff.com/content/1033/tc3_adssamples_net/html/tcsample_net_intro.htm?id=16318)

### 10.4 Krav på snöröjning

Snöröjning och halkbekämpning av plattformar för resandeutbyte inklusive anslutningar.

Plattformar, övergångar, på- och avfarter samt anslutningar till planskilda plattformsförbindelser ska snöröjas. I samband med snöröjning ingår även att halkbekämpa dessa anläggningar enligt nedanstående krav. Packad snö ska avjämnas och halkbekämpas. Halkbekämpning som ej utförs i samband med snöröjning, se kod 3.2.5.3.7.2.

På plattformar med funktionsanpassning ska snöröjningen av ledstråk för synskadade utföras med sådan metod att dessa uppnår sin avsedda funktion för den funktionshindrede samt att skador undviks på beläggingsmaterialet. På övriga plattformsytor samt plattformar utan ledstråk är maximalt tillåten tjocklek packad snö och is 30 mm.

*Råd: Nedanstående krav får anpassas utifrån rådande trafikala förutsättningar.*

Tillfälliga upplag av snö på plattformar får plogas in mot mitten av plattformen under förutsättning att krav på plattformsbredd kan uppfyllas enligt BVS 1586.26. Plogvallarna i mitten på plattformen ska vara försedda med öppningar för gående var 15 meter. Där utrymme finns plogas snön till plattformсандarna. Upplagen får uppnå en maximal höjd av X m samt ligga kvar på plattformen i högst X dygn.

Snö eller halkbekämpningsprodukt får inte lämpas ner i spårområdet.

Plattformsovergångar ska snöröjas så att erforderlig sikt erhålles och ev. bommar och bomdrivar kan fungera utan störningar. Is och snö ska tas bort i spårområdet. Särskilt ska det beaktas att isbildning inte uppstår i flänsrännorna.

Kravsammanställning plattformar: (exempel)

*Råd: Om resandeutbyte inte förekommer under vissa delar av dygnet kan tidskravet på snöröjning minskas. Tillägg till texten Åtgärdstid ... kan då bli: ..... alternativt 30 minuter innan dygnets första resandetåg avgår.*

Plats	Max tillåtet snödjup mm (ej packad snö)	Åtgärdstid, snöröjt och halkbekämpat, tim efter avslutat nederbördstillfälle*
<i>B-köping</i>	50	4
<i>C-stad</i>	60	5
<i>Övriga</i>	80	6

\* med avslutat nederbördstillfälle menas 0 mm nederbörd på 1 timme

Halkbekämpning av plattformar för resandeutbyte inklusive anslutningar:

Plattformar, övergångar, på- och avfarter samt anslutningar till planskilda plattformsförbindelser ska halkbekämpas, även då snöröjning inte är aktuell.