

# Vägskyddssystem i Sverige

- En jämförande studie av dagens och framtidens system för vägskyddsanläggningar



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Institutionen för Teknik och samhälle

Examensarbete:  
Tommy Hansson

© Copyright Tommy Hansson

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 2018

## Sammanfattning

Ända sedan järnvägen började anläggas i Sverige på 1850-talet har dess interaktion med övriga trafikslag varit ett återkommande ämne. I en transportanläggning med jämförelsevis hög personsäkerhet framstår plankorsningarna som tydliga konfliktpunkter. En plankorsning är en korsning i samma plan där möte mellan olika trafikslag kan ske. I denna rapport syftar ordet enbart till korsningar mellan järnväg och annan trafik.

För att öka trafiksäkerheten vid plankorsningar finns att tillgå ett antal olika tekniska lösningar. Till dessa hör varningssignalering i form av ljud och ljus samt bommar, vars syfte är att fysiskt hindra vägtrafikanter från att beträda korsningen. Det säkraste alternativet, som även är det mest kostsamma, är planskilda korsningar där trafiken inte möts alls. Generellt kan sägas att ju högre säkerhet en vägskyddsanläggning erbjuder, desto dyrare är den att bygga och underhålla. Det finns en inneboende målkonflikt mellan önskan att ha god täckning av väg- och järnvägsnätet, och att samtidigt behöva förhålla sig till de ekonomiska ramar som begränsar investeringsutrymmet för infrastrukturen.

Genom åren har säkerhetsproblematiken kring plankorsningar med jämna mellanrum aktualiserats, ofta som en följd av en inträffad plankorsningsolycka och den efterföljande mediala uppmärksamheten det medför. Ett sådant fall var olyckan i Sya 1975, då ett tåg och en personbil kolliderade i en plankorsning och 14 personer omkom. Det resulterade i utredningar från dåvarande Banverket, vilket ledde fram till det så kallade Halvbomsprogrammet. Programmets syfte var att ett antal vägskyddsanläggningar med enbart ljud- och ljussignalering skulle uppgraderas genom att utrustas med bommar, och på så vis öka anläggningens säkerhetsnivå.

Dagens vägskyddsanläggningar utvecklades på 1940-talet, och ett betydande antal av de anläggningar som finns i Sverige idag är över 60 år gamla. Höga underhållskostnader och brist på reservdelar är två skäl varför Trafikverket 2014 beslutade att initiera ett projekt för att utveckla ett nytt system för vägskyddsanläggningar i Sverige. Ett annat skäl att det idag finns möjligheten att köpa färdiga vägskyddssystem på den öppna marknaden. Målet med projektet, som går under namnet *Projekt Alex*, är att låta upphandla två leverantörer av de tekniska systemen. Systemen ska installeras i verkliga plankorsningar för att under en period genomgå pilotdrift, där de övervakas och kontrolleras. Om anläggningssystemen efter utvärdering uppfyller Trafikverkets krav på bland annat säkerhet och underhållsmässighet, kan serieinstallation påbörjas. Den slutgiltiga produkten, som omfattar det tekniska

systemet inklusive de komponenter som föreskrivits av Trafikverket i upphandlingen, går under namnet *produkten Alex*.

Fram till idag har hela projekteringsfasen för vägskyddsanläggningar i normalfallet utförts av en och samma aktör. Motsvarande process med Alex kommer istället att bestå av flera aktörer, där projektörer och leverantör av det tekniska systemet ska utföra varsin del.

Denna rapport utgår från ett antal frågeställningar:

- Vilka orsaker ligger bakom projektet Alex, och vad förväntar sig Trafikverket uppnå med projektet?
- Vilka är de huvudsakliga tekniska respektive projekteringsmässiga skillnaderna mellan dagens vägskyddssystem och Alex?
- Hur ser gränssnittet mellan de olika aktörerna i projekteringsprocessen ut, och är det för inblandade parter tydligt var respektive ansvarsområde börjar och slutar?
- Finns det, enligt leverantörerna, några potentiella konfliktpunkter i projektet?

För att besvara dessa frågor har en grundlig genomgång av funktionen hos dagens vägskyddsanläggningar gjorts. Kravspecifikationer och andra delar av förfrågningsunderlaget för projekt Alex har undersökts i syfte att skapa en bild av vad Trafikverket ämnar uppnå med projektet. Intervjuer med två leverantörer av det tekniska systemet har genomförts, och projektörer på Sweco Rail har bidragit med sin erfarenhet och kunskap kring projektering av dagens vägskyddsanläggningar.

Rapporten visar att de tekniska skillnader som föreligger mellan dagens vägskyddssystem och de system som förordas i projektet Alex, främst omfattar styrsystemen, det vill säga de delar och komponenter som återfinns inne i teknikutrymmet. De yttre delarna av en signalanläggning som berör vägskyddsanläggningen, till exempel spårledning, kommer i stort sett att bestå oförändrade.

För dagens projekterande aktörer innebär Alex att deras roll i projekteringen minskar, eftersom projektering och leverans av styrsystemen då hanteras av leverantören av Alex-systemet. Projektering av de yttre delarna, det vill säga utplacering av signaltekniska objekt, beräkning av signaleringssträckor med mera, kommer dock fortfarande vara nödvändigt.

Nyckelord: järnväg, plankorsning, vägskydd, vägskyddsanläggning, Alex



## Abstract

The railway makes an extensive barrier in the landscape. To lower the impact of this barrier, and to allow people to easily pass it, level crossings are implemented. A level crossing is an intersection in the same plane between railway and road. Here traffic of all sorts meet with railway vehicles, which is why level crossings are one of the most distinct points of conflict in the entire railway system. Accidents between railway vehicles and road users are comparatively rare, but when they do occur the consequences can be very severe.

Different kinds of security solutions are implemented to lower both the risk of confrontation, and also its consequences. Warning systems, consisting of light and sound alarms, and barriers are used to make road users aware of an oncoming train. Level crossings with a high amount of rail or road traffic requires a higher level of security, relative to those with less traffic. Grade separation, where traffic is separated with the use of bridges or tunnels, offers the highest level of security, but are more expensive to construct than an intersection in the same plane. For this reason, level crossings will be a part of our railway system for the foreseeable future, despite its security limitations.

Today's level crossing security systems were designed in the 1940s, and are built using relay-based technology. Spare parts are expensive and many have gone out of production, making effective maintenance work difficult. Today there are security systems for level crossings available for purchase off the shelf on the open market. For this reason and more, Trafikverket has decided to phase out the existing, relay-based, level crossing technology, and replace them with a new and modern system called *Alex*.

The product Alex will be provided by the Alex-providers. They will provide both the product but also technical support, and give Trafikverket long-term access to spare parts and more.

Up until today, when a level crossing system is to be constructed, one engineering firm is hired to do the entire pre-engineering and construction planning. This includes placing signs and signals on their correct geographical points, calculation of signalling distances and more, but also designing the logic circuits and components that are placed inside the level crossing cabins. With Alex, this single process will be separated into two. Most pre-engineering work on the logic components will be performed by the Alex-contractor. The rest of the process will be performed by the same engineering firms that are doing the pre-engineering today.

This report aim to answer a few questions, including the following:

- What are the reasons behind the Alex project, and what is Trafikverket expecting to gain from it?
- What are the main differences between today's level crossing security systems and Alex, from a technical and pre-engineering point of view?
- What is the interface between the included parties in Alex, and is it clear where their respective area of responsibility begins and ends?
- Do the Alex-providers see any potential conflict-areas in the Alex-project?

To answer these questions, tender documents from the producement of Alex has been used, in conjunction with Trafikverkets documents regarding technical construction requirements for the railway signalling system. Interviews with possible Alex-providers has been performed, and engineers at Sweco Rail has contributed with their knowledge regarging the engineering process.

This report shows that the technical differences between todays level crossing systems and Alex, are mostly in the control system components located inside the level crossing cabinet. The outer parts of the railway signalling system, e.g. track circuits, will at large remain the way they are in today's system.

Keywords: Railway, level crossing, level crossing protection system, Alex

## **Förord**

Denna rapport utgör examensarbete och avslutande del av min utbildning till högskoleingenjör i byggt teknik med inriktning på järnvägsteknik vid Lunds Tekniska Högskola.

Hösten 2017 fördes diskussion mellan mig och Josefin Olsson på Sweco Rail AB. Tillsammans utarbetade vi ett ämne och upplägg för arbetet, vilket genomfördes under vårterminen 2018.

Jag vill tacka Anders Naucleur och Josefin Olsson på Sweco Rail AB; min handledare på LTH, Ingemar Braathen; Olle Mornell och Hans Tellefors på Trafikverket; Michael Ragnvid och Dan Ståhl på Trafikverksskolan; James Mansell och Henning Waldén på Scheidt & Bachmann Sverige AB; Leon Nilsson på Amparo Solutions AB samt Gert Andersson på Industrispår i Ystad AB. Samtliga har genom att besvara mina många frågor varit till stor hjälp för mig.

Jag vill även passa på att tacka Reine för väl utförd bespisningsverksamhet, samt Stefan Kasta, John Bonander, Stefan och Thomas för information gällande materiel och diverse armaturer.

# Innehåll

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 En nulägesbeskrivning.....	1
1.2 Ett nytt system för vägskyddsanläggningar .....	3
1.3 Bakgrund, mål och syfte med rapporten .....	4
1.4 Avgränsningar.....	4
1.5 Metodik .....	5
1.5.1 Litteraturstudier .....	5
1.5.2 Intervjuer .....	5
1.6 Begrepp, definitioner, terminologi .....	5
<b>2 Allmänt om Alex</b> .....	<b>8</b>
2.1 Krav och nya funktioner i Alex .....	8
2.2 Projektgenomförande.....	8
<b>3 Teknisk beskrivning av en vägskyddsanläggning</b> .....	<b>10</b>
3.1 Reläteknik.....	10
3.2 Signaleringssträcka.....	11
3.3 Skyddsalternativ .....	13
3.3.1 Grundskydd .....	13
3.3.2 Tilläggskydd .....	16
3.4 Vägskyddsanläggningens ingående objekt .....	18
3.4.1 Signalering mot vägen .....	19
3.4.2 Signalering mot banan .....	22
3.4.3 Övriga objekt .....	24
3.5 Autonom eller ställverksstyrd anläggning .....	26
3.6 Beskrivning av en vägskyddspassage .....	26
<b>4 Modernisering av vägskyddssystemen</b> .....	<b>29</b>
4.1 Dagens vägskyddsanläggningar och Alex.....	29
4.1.1 Leverantörsoberoende .....	29
4.1.2 Felhantering .....	29
4.2 Beskrivning av produkten Alex .....	30
4.2.1 Gränssnitt mot omgivande järnvägsanläggning .....	31
4.2.2 Ökad säkerhet.....	32
4.2.3 Mindre miljöpåverkan .....	33
4.2.4 Effektivare underhållsarbete .....	33
4.2.5 Modulärt uppbyggda och standardiserade teknikskåp .....	34
<b>5 Projektering av vägskyddsanläggningar</b> .....	<b>36</b>
5.1 Projektering av dagens vägskyddsanläggningar .....	36
5.2 Projektering av Alex .....	40
5.3 Samarbetet mellan projektör, leverantör och beställare.....	41
<b>6 Diskussion och slutsats</b> .....	<b>42</b>

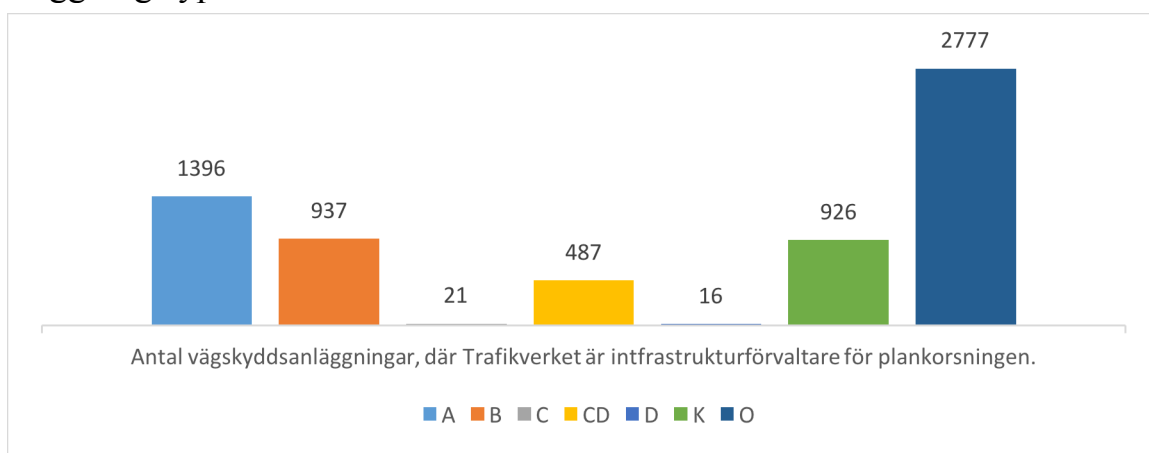
<b>7 Referenser</b> .....	<b>44</b>
<b>8 Bilagor</b> .....	<b>46</b>
<b>8.1 Intervjufrågor</b> .....	<b>46</b>
8.1.1 Alex-leverantörer: Scheidt & Bachmann Sverige AB, Amparo Solutions AB samt Industrispår i Ystad AB .....	46
8.1.2 Projekterande aktörer: Sweco Rail AB .....	46
<b>8.2 Intervjusvar</b> .....	<b>46</b>
8.2.1 Henning Waldén, Scheidt & Bachmann Sverige AB (leverantör).....	46
8.2.2 Leon Nilsson, Amparo Solutions AB (leverantör) .....	47
8.2.3 Gert Andersson, Industrispår i Ystad AB (leverantör) .....	47
8.2.4 Anders Nauc�ler, Sweco Rail AB (projekterande aktör) .....	48

# 1 Inledning

## 1.1 En nulägesbeskrivning

Järnvägen utgör, på grund av sin geografiska utbredning, ett fysiskt hinder i landskapet, vilket begränsar möjligheterna för människor och djur att röra sig obehindrat. Ett sätt att minska denna barriäreffekt är att anlägga plankorsningar på de platser där det anses nödvändigt för människor att kunna passera järnvägen. En plankorsning är en trafik Korsning i samma plan, och avser i denna rapport korsningen mellan väg och järnväg. Plankorsningen utgör en av ett antal konfliktpunkter som kan uppstå i mötet mellan järnväg och människa.

En vägskyddsanläggning är ett säkerhetssystem för plankorsningar med syfte att möjliggöra säkra passager för vägtrafikanter. Trafikanterna utgörs i huvudsak av bilister, men även fotgängare, cyklister och skoterförare behöver beaktas. Trafikverket är infrastruktur förvaltare för ungefär 6 500 vägskyddsanläggningar. Av dessa är knappt 2 900 utrustade med någon typ av *aktiv skyddsanordning*. Det kan innebära allt från helbommar som stänger av hela vägens körbana, till enklare system vars funktion främst består i att via en glödlampa göra vägtrafikanter uppmärksamma på annalkande tåg. Av övriga plankorsningar är ungefär 920 stycken utrustade enbart med kryssmärken, medan övriga 2 800 är helt oskyddade och oövervakade (Trafikverket, 2018a). I Figur 1 visas fördelning av olika vägskyddstyper i plankorsningar där Trafikverket är infrastruktur förvaltare, och i kapitel 3.3 redovisas de olika anläggningstyperna.



Figur 1. Antal anläggningar av olika anläggningstyperna, där Trafikverket är infrastruktur förvaltare för plankorsningen. Antalen är hämtade från Trafikverkets databas över plankorsningar, Plk-webb, i maj 2018.

Trafikverket är en statlig förvaltningsmyndighet och infrastruktur förvaltare för de flesta av Sveriges plankorsningar. Det innebär att plankorsningarna är föremål för de mål och riktlinjer som riksdagen har beslutat ska gälla för det

svenska transportsystemet. En sådan målsättning är *nollvisionen*, vilken beslutades av riksdagen 1997 och har som mål att ingen människa ska dödas eller skadas allvarligt i trafiken i Sverige. När det gäller tågpassagerare är målet så gott som uppnått, och endast ett fåtal har omkommit under de 20 år som gått sedan nollvisionen introducerades. I övriga delar av järnvägssystemet omkommer årligen omkring 110 personer, av vilka cirka 80 procent är konstaterade suicidfall. Resterande 20 procent kategoriserats som olyckor. Under 2015 förolyckades 18 personer på den svenska järnvägen. Fyra av dessa personer omkom vid plankorsningar, medan resterande dödsfall kategoriseras av Trafikanalys som olyckor relaterat till obehörigt spårbehandling (Trafikanalys, 2016).

De transportpolitiska målen definierades av riksdagen 2008, och har som övergripande syfte att “säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet”. Målen har preciserats genom *funktionsmålet – tillgänglighet*, vilket bland annat innebär att det ska finnas ett godtagbart antal möjligheter att korsa järnvägen, samt *hänsynsmålet – säkerhet, miljö och hälsa*. Trafikverket har som etappmål satt upp att antalet omkomna på järnvägen ska halveras till år 2020, jämfört med 2010 då 110 personer omkom. I målet ingår att bl.a. att förbättra säkerheten vid plankorsningar (Trafikverket, 2015a).

Efter en olycka 1975 vid Sya i Östergötland, då ett tåg och en personbil kolliderade i en plankorsning och 14 personer omkom, initierade dåvarande Banverket det så kallade *Halvbomsprogrammet*. Programmets löpande mellan åren 1985 och 1995 resulterade i att omkring 800 ljus- och ljudsignalanläggningar kompletterades med halv- eller helbommar. Programmet anses ha varit framgångsrikt, då säkerheten i ett stort antal plankorsningar kunde förbättras till en relativt låg kostnad (Mornell, 2006).

Plankorsningar och vägskyddsanläggningar utgör en komplex komponent i väg- och järnvägsanläggningen, där ett antal faktorer avgör vilken typ av anläggning som är möjlig och rimlig, och om plankorsningens existens överhuvudtaget kan motiveras. Ur ett säkerhets- och trafikflödesperspektiv är planskilda korsningar i samtliga fall att föredra, och idag gäller att nya plankorsningar ej ska anläggas annat än i undantagsfall (Banverket, 2009). Planskilda korsningar är dock betydligt mer kostsamma att bygga, varför det inte är möjligt att motivera planskildhet i alla korsningar (Trafikverket, 2015b).

Det är av vikt att bommarnas liggtid hålls så kort som möjligt. Dels för att minska den negativa påverkan som en blockering av korsningen har på

trafikflödet, men lång liggtid riskerar även minska den respekt vägtrafikanter har för vägskyddsanläggningen. Det kan leda till att otåliga trafikanter chansar och passerar korsningen trots att varningssignaleringen är aktiverad (Mornell, 2006).

## **1.2 Ett nytt system för vägskyddsanläggningar**

Under 2014 annonserade Trafikverket upphandling av ett nytt vägskyddssystem för Sveriges plankorsningar. Projektet går under namnet *projekt Alex*, där syftet är att utveckla nya system för vägskyddsanläggningar som ska ersätta de nuvarande, åldrade vägskyddsanläggningar som finns i Sverige. Projektet ingår som en av ett antal större nationella åtgärder i Trafikverkets *Verksamhetsplan 2018-2020* (Trafikverket, 2018b).

Skälen varför anläggningarna behöver bytas ut är flera. Den typ av aktiva vägskyddssystem vi har idag utvecklades på 1940-talet och började anläggas 1952, inför den stundande högertrafikomläggningen. Över hälften av de anläggningar som idag är i bruk har passerat sin tekniska livslängd på 25 år (Trafikverket, 2017a). På grund av bland annat den höga åldern finns ett ackumulerat underhållsbehov där höga underhållskostnader, brist på reservdelar m.m. motiverar utbytesprogrammet. Idag finns dessutom möjlighet att köpa färdiga skyddssystem på den öppna marknaden. Med projektet Alex siktar Trafikverket på att låta utveckla ett system med komponenter som i så stor utsträckning som möjligt är standardiserade, och där själva systemet i sig är leverantörsoberoende. Detta förväntas leda till enklare, snabbare och i förlängningen billigare underhållsarbete samt säkrare anläggningar (Trafikverket, 2018c).

## **1.3 Bakgrund, mål och syfte med rapporten**

Jag har, i samarbete med Sweco Rail i Malmö, undersökt och utrett ett antal aspekter kring dessa nya vägskyddssystem. Då det rör sig om system som i skrivande stund (maj 2018) ännu inte har börjat byggas i Sverige, kommer jag enbart att titta på systemen så som de är tänkta att utformas utifrån Trafikverkets krav- och funktionsspecifikationer.

Rapportens fokus ligger främst på tekniska och projekteringsmässiga skillnader mellan dagens vägskyddssystem och Alex-systemet.

Följande frågor förväntas besvaras i rapporten:

- Vilka orsaker ligger bakom projektet Alex, och vad förväntar sig Trafikverket uppnå med det?



- Vilka är de huvudsakliga tekniska respektive projekteringsmässiga skillnaderna mellan dagens vägskyddssystem och det system som föreskrivs i Alex?
- Hur ser gränssnittet mellan de olika aktörerna i projekteringsprocessen ut, och är det för inblandade parter tydligt var respektive ansvarsområde börjar och slutar?
- Finns det, enligt leverantörerna, några potentiella konfliktpunkter i projektet?

## 1.4 Avgränsningar

Alex-systemet är ett nytt system, och i skrivande stund (maj 2018) finns i Sverige inga vägskyddsanläggningar byggda eller projekterade för tekniken. Av den anledningen finns ingen hundra procentig information att tillgå gällande hur projekteringen av Alex-systemen faktiskt kommer att genomföras. Därför används i de projekteringsmässiga avsnitten ett hypotetiskt resonemang, grundat dels på hur projekteringsprocessen för dagens vägskyddssystem ser ut, dels på intervju svar från projektörer samt leverantörerna av Alex-produkten, och dels på de kravdokument som Trafikverket presenterat i samband med upphandlingen av Alex-produkten.

Leverantörerna som ingår i intervjustudien har begränsats till att endast omfatta de två som i september 2017 tilldelades Trafikverkets upphandling, samt en av de leverantörer som inte tilldelades. Under upphandlingsprocessen inkom anbud från ytterligare fyra företag, vilka av olika skäl förkastades av Trafikverket.

Gällande projekteringsprocessen för dagens vägskyddsanläggningar tittar jag enbart på den generella processen för projektering och utgår från hur den ser ut hos Sweco, och tittar alltså inte på hur den kan tänkas se ut hos andra projekterande aktörer. Detta används för att jämföra dagens projekteringsprocess med hur processen sannolikt kommer att se ut när leverantören av Alex-produkten finns med i bilden.

Jag går inte på djupet in på all kringliggande utrustning kopplat till Alex-produkten, exempelvis den nya tekniken för hinderdetektering, Hektor, som är under utveckling och just nu testas av Trafikverket.

För den svenska järnvägen finns ett antal infrastrukturförvaltare förutom Trafikverket, däribland kommuner, hamnar och enskilda företag. Rapporten omfattar enbart plankorsningar och vägskyddsanläggningar där Trafikverket är infrastrukturförvaltare.

De intervjuer som har genomförts och använts som underlag för delar av *kapitel 6 – Diskussion och slutsats*, består av fyra frågor och får därmed anses vara små i omfattning. Dess påverkan på innehållet i nämnda avsnitt är därför relativt begränsad, samtidigt som de har varit värdefulla för att inkludera inblandade aktörers syn på projektet Alex.

## 1.5 Metodik

### 1.5.1 Litteraturstudier

Information om de olika typer av vägskyddsanläggningar och deras funktion, samt system och komponenter runt omkring har inhämtats från diverse järnvägstekniska dokument och föreskrifter. Jag har fått tillgång till dessa via bl.a. Trafikverkets öppna sökmotor för föreskrifter och regelverk, men även via myndighetens interna system såsom Plk-webb, Ofelia m.fl. Även ett antal för ämnet relevanta dokument, däribland utredningar från svenska myndigheter, främst Trafikverket, har använts som underlag för detta examensarbete. Slutligen har manualer och datablad för specifika vägskyddsrelaterade produkter använts.

### 1.5.2 Intervjuer

Intervjuer har genomförts med ett antal personer som har anknytning antingen till projektet Alex eller till vägskyddsprojektering generellt. Representanter för två av de leverantörer som lämnade anbud på upphandlingen av Alex-systemet, samt en projektör med lång erfarenhet av vägskyddsprojektering. Dessa personer håller hög kompetens inom det aktuella området, varför deras vittnesmål av rapportförfattaren anses relevanta och intressanta.

## 1.6 Begrepp, definitioner, terminologi

Nedan följer begrepp och definitioner så som de avses i denna rapport.

Alex	Begreppet används för Projektet Alex samt för Produkten Alex, se förklaring nedan. Vilket av de två som avses framgår av sammanhanget i vilket ordet förekommer.
ATC	<i>Automatic Train Control</i> . Säkerhetssystem som via baliser placerade i spåret levererar väsentlig information gällande bl.a. hastighet, signalbesked i framförvarande signaler m.m., från signalsystemet till lokdatorn, vilken presenterar informationen för lokföraren. Lokdatorn bromsar tåget om föraren kör för fort eller inte stannar vid stoppsignal.

Trafikledning	Styrning av järnvägstrafiken inom ett avgränsat område.
Driftplats	Ett från linjen avgränsat område av banan som kan övervakas av tågklarerare mer detaljerat än vad som krävs för linjen.
Erfarenhetsdrift	Testdrift av komponent eller anläggning, under förhållanden som motsvarar de där installation planeras. Syftet är att avgöra om produkten motsvarar uppsatta mål och krav.
ERTMS	<i>European Rail Traffic Management System.</i> Standardiserat, EU-gemensamt signalsystem. Består av ETCS och mobilkommunikationssystemet GSM-R.
ETCS	<i>European Train Control System.</i> Trafikstyrningssystem som tillsammans med mobilkommunikationssystemet GSM-R utgör signalsystemet ERTMS.
Förringningstid	Den tid för varningssignalering med ljus- och ljudsignaler innan bommarna börjar fällas.
Infrastrukturförvaltare	Ansvarig för en specifik del av banan
Isolerskarv	Rälsskarv med tunt mellanlägg av ett elektriskt isolerande material. Används bl.a. för att begränsa en spårlednings utsträckning.
MA	<i>Movement Authority.</i> Tekniskt körtillstånd i ERTMS.
Pilotdrift	Se <i>Erfarenhetsdrift.</i>
Plankorsning	En korsning i samma plan mellan järnväg och väg.
Produkten Alex	Den mjuk- och hårdvara som krävs för att styra och kontrollera en vägskyddsanläggning och som uppfyller de tekniska kravspecifikationerna uppsatta i samband med anbudsförfrågan för projektet Alex.
Projektet Alex	Trafikverkets projekt för att utveckla produkten Alex.

Spårledning	Anordning för elektrisk avkänning av spåravsnitt, för att avgöra om fordon befinner sig på avsnittet eller inte.
STH	<i>Största tillåtna hastighet.</i> Den högsta tillåtna hastigheten på banan.
Ställverk	Anläggning för att manövrera ett tågs väg genom ett spårområde på ett sådant sätt att säkerhetskonflikter inte uppstår.
Vägskyddsanläggning	Aktiv skyddsanordning som varnar vägtrafikanter när ett järnvägsfordon ska passera en plankorsning.
Ägoväg	En intern förbindelseväg mellan en fastighets ägor. Vägen är inte upplåten för någon främmande trafik utan är avsedd endast för fastighetens jord- eller skogsbruk. Vägar som är körbara med bil och som har förbindelse med det allmänna vägnätet räknas inte som ägoväg.

## 2 Allmänt om projektet Alex

Projektet Alex är ett projekt, initierat och administrerat av Trafikverket, med syfte att ta fram kravspecifikationer för en ny typ av vägskyddssystem som ska ersätta de tekniska komponenterna i dagens anläggningar. Detta nya system benämns i denna rapport som *produkten Alex* eller kort och gott *Alex*. Observera att ordet Alex i denna rapport kan syfta till antingen projektet Alex eller till själva den tekniska produkten som tillhandahålls av systemleverantören. Vilket som avses framgår av sammanhanget i vilket ordet förekommer.

I projektet Alex ingår följande: att definiera funktionskrav och ta fram kravspecifikation; genomföra upphandling där två leverantörer av produkten Alex väljs ut; låta projektera ett antal vägskyddsanläggningar och på dessa genomföra pilotdrift samt administrera och genomföra en utvärderingsprocess för godkännande av pilotanläggningarna.

Alex är ett nytt vägskyddssystem för vilket serieproduktion avses kunna påbörjas under tidigt 2020-tal. Målet är att under en 25 års-period byta ut samtliga av dagens vägskyddsanläggningar till Alex-kompatibla anläggningar.

### 2.1 Krav och nya funktioner i Alex-produkten

I specifikationen för Alex-produkten beskrivs ett antal förbättringar jämfört med den nuvarande vägskyddstekniken, däribland ett förbättrat intrångsskydd med bomkylor, förbättrad och omgivningsanpassad ljudsignal, felutpekning och loggfunktioner, klämfria bomdriv och tvåsidig fränkoppling vid arbete. En nyhet i projektet Alex är också skyddsalternativet *Ägovägsbom*, vilket innebär att vägskyddsanläggningen har en ständigt fälld och låst bom vilken kan öppnas med hjälp av en autentiseringsnyckel. Det innebär att anläggningen enbart kan passeras av personer med behörighet, t.ex. lantbrukare som har åkermark på andra sidan (Trafikverket, 2018c).

### 2.2 Projektgenomförande

Trafikverket har i ett första skede valt ut 16 befintliga vägskyddsanläggningar som ska projekteras till pilotanläggningar för testdrift av Alex-systemet. Av dessa kommer åtta att byggas och användas i pilotdriften, medan resterande ska finnas som reserv. Anläggningarna kommer att gå i så kallad erfarenhetsdrift under 6-9 månader, vilket innebär att de under perioden utsätts för normal, kommersiell trafik. Resultatet från erfarenhetsdriften utvärderas och analyseras av Trafikverket, för att säkerställa att uppsatta krav gällande bland annat säkerhet, tillförlitlighet och underhållsmässighet uppfylls (Trafikverket, 2016d).

För att förenkla testprocessen, och för att den ska generera så tydliga resultat som möjligt, har plankorsningar med få yttre påverkansfaktorer valts ut. Exempel på sådana faktorer kan vara närhet till högrafikerad väg eller järnväg, en komplicerad inkoppling eller mätningsspecifikation med mera. Syftet är att efterföljande analys och utvärdering ska hålla en hög validitetsnivå (Trafikverket, 2018e).

De anläggningstyper som ska projekteras och anläggas för erfarenhetsdrift är följande:

- Ställverksstyrd helbomsanläggning med hinderdetektor och bomkylor
- Autonom halvbomsanläggning
- Helbomsanläggning för gång- och cykeltrafik
- Ägovägsbom

I kapitel 3 ges beskrivning av de olika anläggningstyperna och dess kringutrustning.

Trafikverket har utformat ett antal funktionskrav utefter vilka en upphandlingsprocess för Alex-produkten har genomförts, varvid två leverantörer kommer att väljas ut. Dessa ska vardera bygga en av varje ovan nämnda anläggningstyper till pilotdriften, alltså fyra anläggningar per leverantör. Efter testperioden kommer, förutsatt att systemen blir godkända, ett ramavtal för leverans av Alex-produkten att tecknas med båda leverantörerna. Kontraktet ska kunna förlängas med upp till fem år i taget i maximalt 25 år. Under avtalstiden ska leverantören utveckla och leverera 70-100 vägskyddssystem per år. Leverantörerna förbinder sig att under 25 års tid efter installation tillhandahålla systemförvaltning, reservdelar och support (Trafikverket, 2018d). Upphandlingen genomgår i skrivande stund (maj 2018) överprövning.

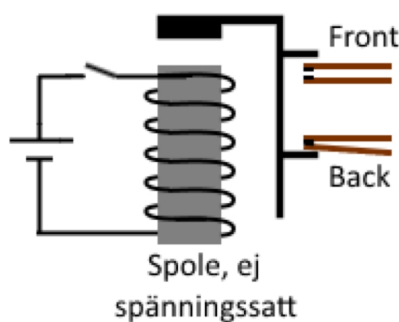
### 3 Teknisk beskrivning av en vägskyddsanläggning

Det finns i maj 2018 cirka 9 000 plankorsningar i Sverige, av vilka Trafikverket är infrastrukturförvaltare för 6 569 stycken. Av dessa är 2 777 oskyddade och oövervakade, 926 har enbart kryssmärken och resterande 2 866 stycken är utrustade med någon typ av aktiv vägskyddsanläggning. Dessa har ett varnings- och skyddssystem, t.ex. bommar och/eller ljud- och ljussignal, där syftet är att varna vägtrafikanter för annalkande tåg, och i viss mån även hindra dem från att beträda spårområdet (Trafikverket, 2018a).

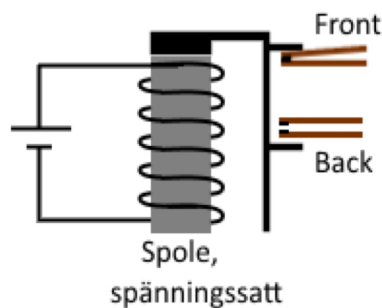
Nedan följer en teknisk beskrivning av de delar av en vägskyddsanläggning som är relevanta för denna rapport. Syftet är att ge läsaren en bild av hur en sådan anläggning fungerar och på vilket sätt komponenter och objekt hänger samman.

#### 3.1 Reläteknik

Logiken i dagens vägskyddssystem är uppbyggd kring reläer, med vilka automatik- och manöveranordningar fungerar. Ett relä består av en reläspole och ett antal kontakter. Kontakterna kan beskrivas som individuella strömställare som antingen bryter eller sluter, beroende på om reläspolen är spänningssatt eller ej. Det finns två kontakttyper, front- och backkontakter. Frontkontakter bryter då reläspolen ej är spänningssatt, och sluter då spolen matas med spänning. Backkontakter däremot sluter då reläspolen ej är spänningssatt, och bryter då spolen matas med spänning. I Figur 2 och Figur 3 visas schematiskt funktionen hos ett relä, med de båda kontakttyperna och hur de fungerar.



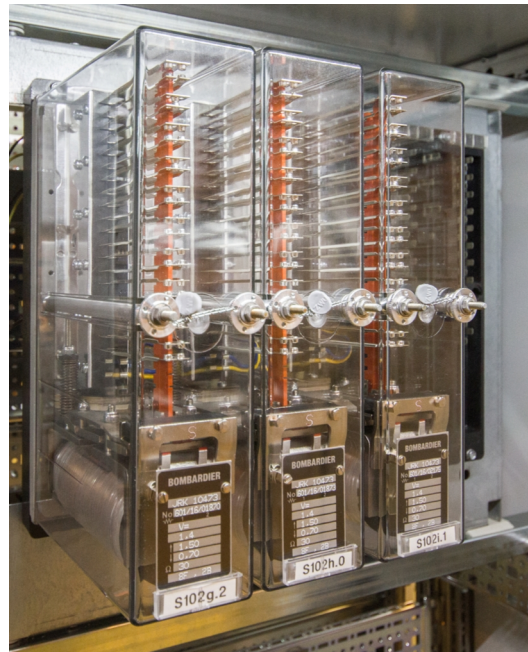
Figur 2. Fallet relä, d.v.s. reläspolen är spänningssatt. Front- och backkontakter bryter respektive sluter.



Figur 3. Draget relä, d.v.s. reläspolen är spänningssatt. Front- och backkontakter sluter respektive bryter.

Då reläspolen är spänningssatt benämns reläet som *draget* medan ett relä med en icke spänningssatt reläspole benämns som *fallet*.

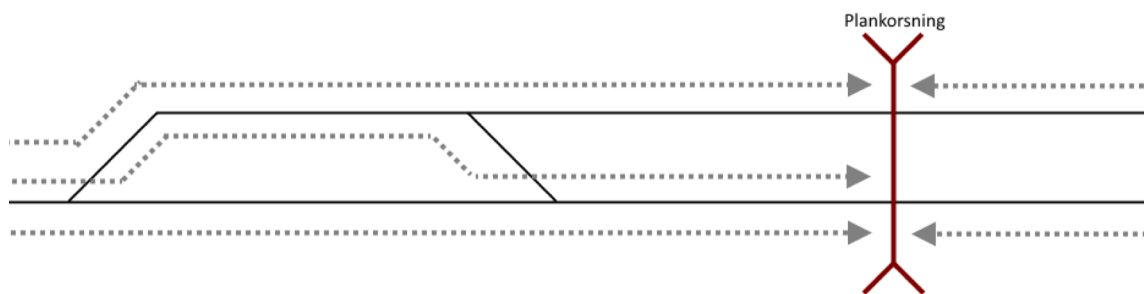
De reläer som används i signalanläggningar på järnvägen kan delas in i två kategorier: säkerhets- och industrireläer. I Figur 4 visas exempel på en vanlig typ av säkerhetsrelä som används i många delar av signalanläggningen. Säkerhetsreläer används för säkerhetsfunktioner, exempelvis spårledning, där ingen felmarginal kan tolereras. Industrireläerna är billigare, och kan användas till funktioner som inte kräver lika hög säkerhet, såsom indikeringar till tågklarare.



Figur 4. Tre spårledningsreläer av JRK-typ.

### 3.2 Signaleringssträcka

Signaleringssträckan är sträckan mellan en igångsättningspunkt och plankorsningens mittpunkt. Sträckans längd bestäms vid projektering enligt kapitel 5.1, och dimensioneras efter bl.a. vilken hastighet som gäller på den aktuella kontrollsträckan, mängden trafik på vägen med mera. Eftersom olika hastigheter gäller på olika spår måste varje spår ha minst en egen signaleringssträcka i vardera riktning, sett från plankorsningen. Det innebär att en plankorsning alltid har minst två signaleringssträckor; en på vardera sida om korsningen, se Figur 5.

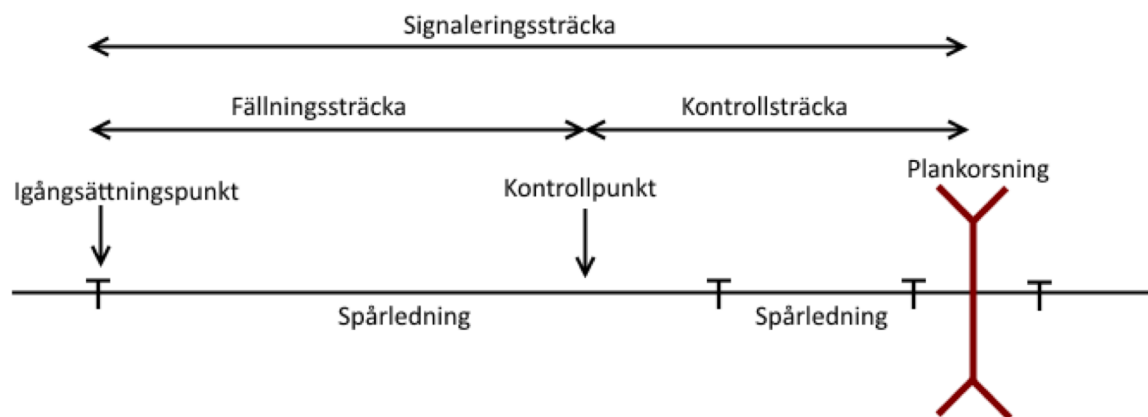


Figur 5. Varje spår in till plankorsningen har en egen signaleringssträcka. Heldragna linjer representerar spår och streckade linjer visar olika signaleringssträckor.

Signaleringssträckan består vid en bomanläggning av en fällningssträcka och en kontrollsträcka enligt Figur 6. Avståndet från plankorsningen till igångsättningspunkten bestäms alltså av fällnings- och kontrollsträckornas



sammanlagda längd. Om anläggningen saknar bommar finns inte denna uppdelning, utan kontrollsträckan utgör hela signaleringssträckan (Trafikverket, 2015c).



Figur 6. Signaleringssträckan och dess delar vid en bomanläggning.

Kontrollsträckan är sträckan mellan plankorsningens mittpunkt och en kontrollpunkt. Vid kontrollpunkten ska lokföraren ha möjlighet att kontrollera och avgöra vägskyddsanläggningens status. Där ska finnas antingen en orienteringstavla från vilken föraren kan se vägskyddsförsignalen eller vägskyddssignalen; en försignal som indikerar vägskyddsanläggningens status; eller en grundbalis för ATC. Kontrollsträckans längd beräknas utifrån ett referensfordon med sämst tänkbara tillåtna bromsegenskaper och är den sträcka som krävs för att fordonet ska ha möjlighet att bromsa eller stanna före plankorsningen. Vid en helbomsanläggning för motordrivna vägtrafikfordon ska ett järnvägsfordon kunna stanna före plankorsningen om anläggningen vid kontrollpunkten inte rapporterar statusbeskedet *beredd för passage*, medan det för övriga vägskyddsanläggningar räcker att järnvägsfordonet har haft möjlighet att bromsa (Trafikverket, 2015g).

Fällningssträckan är sträckan mellan igångsättningspunkten och kontrollpunkten. Från att järnvägsfordonet passerar igångsättningspunkten och varningssignaleringen startar, ska vägskyddsanläggningen ha tillräckligt med tid för att inta ett kontrollerat läge där fordonet får passera. Det kontrollerade läget ska ha intagits senast då fordonet når kontrollpunkten. Fällningssträckans längd är beräknad för ett referensfordon som håller den för sträckan gällande största tillåtna hastigheten. Kontrollerat läge innebär att varningssignalering startat; att eventuell hinderdetektor inte detekterar fordon i plankorsningen samt att eventuella bommar befinner sig i kontrollerat läge. Det sistnämnda innebär för en helbomsanläggning att bommarna är helt nere och för en halvbomsanläggning att de rört sig minst  $15^\circ$  från vertikalt läge. Anläggningen ska ha intagit kontrollerat läge senast då fordonet har nått kontrollpunkten för att fordonet ska få passera (Trafikverket, 2015d).

Signaleringssträckans längd kan vara rörlig eller fast, beroende på vilket trafikstyrningssystem (ATC, ETCS eller ingetdera) som används. Rörlig signaleringssträcka innebär att kontroll- och fällsträckornas längd beror på det aktuella fordonets egenskaper och används i ERTMS nivå 2 och nivå 3, medan fast signaleringssträcka används i övriga system, med några specifika undantag.

### 3.3 Skyddsalternativ

I Sverige finns ett antal vägskyddstyper definierade och standardiserade. Vilken sorts anläggning som behövs i en specifik plankorsning bestäms utifrån ett antal faktorer, däribland banans hastighet och antalet tåg som beräknas passera, samt vägspecifika parametrar såsom trafikmiljö, hastighet på vägen, siktmöjligheter med mera (Trafikverket, 2015e).

För att beskriva en anläggningstyp och hur den är bestyckad används olika typbeteckningar. Beteckningen består av en eller flera bokstäver där anläggningens grundskydd och eventuella tilläggskydd ges av beteckningens första respektive resterande bokstäver. Exempelvis beteckningen AFH innebär *helbomsanläggning (A) med förlängd förringningstid (F) och hinderdetektor (H)*.

#### 3.3.1 Grundskydd

A – helbommar



Figur 7. Helbomsanläggning i Holmsjö, Blekinge. Anläggningen har förstärkt ljussignalering i form av extra vägljussignaler.

Helbomsanläggningen har ljud- och vägljussignal, kryssmärken samt bommar med vilka vägens samtliga körfält stängs av. I Figur 7 visas ett exempel på en helbomsanläggning med förstärkt ljussignalering. Helbomsanläggningen är den anläggningstyp som erbjuder bäst skydd för gång- och cykeltrafikanter, varför den är vanligast i tätbebyggda områden (Mornell, 2006).

Förringningstiden, d.v.s. den tid från det att varningssignalering börjar tills att bommarna börjar fällas, ska ordnas till minst 10 sekunder. Om antalet spår är fler än ett eller om sicksackfällning benytts, blir förringningstiden istället minst 15 sekunder. Sicksackfällning kan användas vid anläggningar med fler än tre bommar, och innebär att utgångsbommarna fälls något senare än ingångsbommarna. Detta ger ökad möjlighet för eventuella kvarvarande fordon att utrymma korsningen.

Tiden från att bommarna är fällda tills ett spårfordon får passera plankorsningen måste uppgå till minst 10 eller 15 sekunder, beroende på om korsningen är avsedd att trafikeras av motordrivna eller icke motordrivna fordon.

Bomkontroll sker i våg, d.v.s. anläggningen anses vara i kontroll först då bommarna är helt nedfällda och befinner sig i vågrätt läge (Trafikverket, 2015g).

## B – Halvbommar



Figur 8. Halvbomsanläggning i Sillhövda, Blekinge.



Halvbomsanläggningen har bommar som stänger av endast det högra körfältet, från körriktningen sett. Det möjliggör utfart ur korsningen, även då bommarna är fällda.

Anläggningen varnar mot vägen via vägsignal med rött sken, ljudsignal och kryssmärken. Förringningstiden är normalt minst 5 sekunder, och bommar ska varit fällda i minst 15 sekunder innan tåg anländer till korsningen. Bomkontroll sker vid 75°, d.v.s. det kontrolleras endast att bommarna har rört sig minst 15° från vertikalt läge. Detta gör att körbesked kan medges i V-signalen något tidigare än vid helbomsanläggningen där bomkontroll görs först då bommen intagit vågrätt läge.

För att anordna en halvbomsanläggning krävs normalt en vägbredd på minst 6 meter (Trafikverket, 2015g).

### C – Ljussignalanläggning

I denna anläggningstyp sker varningssignalering mot vägen enbart via kryssmärke och vägljussignal. Anläggningstypen förekommer bara på ett tiotal platser i Sverige, och får ej nybyggas (Trafikverket, 2017b).

### CD – Ljus- och ljudsignalanläggning



Figur 9. Ljud- och ljusanläggning på Ringö, Blekinge.

Vägtrafikanter varnas här genom en kombination av kryssmärke, vägljus- och ljudsignaler (Trafikverket, 2017b).

## D – Ljudsignalanläggning

Vid denna anläggningstyp finns endast kryssmärke och ljudsignaler, båda monterade på samma stolpe. Ljudsignalen syftar till att varna främst gång- och cykeltrafikanter. Anläggningstypen är ovanlig och förekommer bara på ett tiotal platser i Sverige, och den får enligt Trafikverkets föreskrifter ej nybyggas (Trafikverket, 2017b).

## K – Kryssmärken



Figur 10. Kryssmärkesanläggning med stoppmärke på Verkö, Blekinge.

Enklare typ av anläggning, där vägtrafikanter uppmärksammas på plankorsningen enbart via kryssmärken. Anläggningstypen kompletteras ofta med en ljudsignaltavla mot banan, vilket innebär att annalkande tåg avger varningssignaler med fordonets ljudsignal då det närmar sig korsningen (Trafikverket, 2015b).

## O – Oskyddad

Plankorsning helt utan skyddsanordning. Används bara vid mycket sporadisk trafik på vägen, vanligtvis av lantbrukare och dylikt (Trafikverket, 2015e).

### 3.3.2 Tilläggskydd

Nedan listas de skydd med vilka en vägskyddsanläggning kan kompletteras.

## E – Enkel signal

Anläggningstypen kallas även för ägovägssignal, och får ej nybyggas. Anläggningen består av en rundstrålande lampa, en lanternin, som lyser fast då anläggningen får passeras och är släckt då tåg är på väg mot korsningen (Trafikverket, 2017b).

## F – Förlängd förringningssignal

Anläggningen är utrustad med förlängd förringningstid, vanligtvis 5-10 sekunder. Det innebär att förringningstiden, d.v.s. tiden från att varningssignaleringen börjar tills att bommarna börjar röra på sig, är längre än anläggningstypens grundtid (Trafikverket, 2017b).

## GF – Gångfälla

Plankorsningar där vägtrafiken består enbart av gång- och cykeltrafik kan utrustas med en gångfälla. Gångfällan har hinder som är placerade på ett sådant vis att trafikanten måste passera korsningen i låg hastighet. Exempel: En CD-anläggning kompletteras med gångfälla, och betecknas då CDGF (Trafikverket, 2017b). I Figur 11 visas en gångfälla på en lågtrafikerad bana i Norra Hamnen, Malmö.



Figur 11. Gångfälla på Terminalgatan i Malmö.

## H – Hinderdetektor

Någon typ av anordning, vanligtvis en induktiv slinga nerfräst i vägbanan mellan bommarna, som detekterar om där befinner sig något metallföremål, t.ex. en bil. Om så är fallet signalerar vägskyddsanläggningen stopp mot banan. Skäl varför en anläggning utrustas med hinderdetektor är om korsningen trafikeras av långsamma fordon eller fordon som riskerar att blockera korsningen (Trafikverket, 2015e).

## V – Ägovägsbom

Ny typ av vägskyddsanläggning med blixtljus och en ständigt fälld bom. För att öppna bommen används en typ av autentiseringsnyckel, vilken säkerställer att bommen enbart kan öppnas av behöriga personer och bara när inga tåg är på väg mot korsningen. Ägovägsbom är lämpligt vid sporadiska transporter samt vid plankorsningar för järnvägens interna behov (Trafikverket, 2017b).



## 1; 2; 3; 4 – Förenklad bevakning

För plankorsningar där det enbart förekommer tågtrafik med så låg hastighet att järnvägsfordonet vid behov kan stanna före plankorsningen, kan så kallad *förenklad bevakning* få användas som skyddsalternativ. Exempel där detta förekommer är på banor med mycket begränsad trafik eller inom hamn- och industriområden, där trafiken främst sker i form av

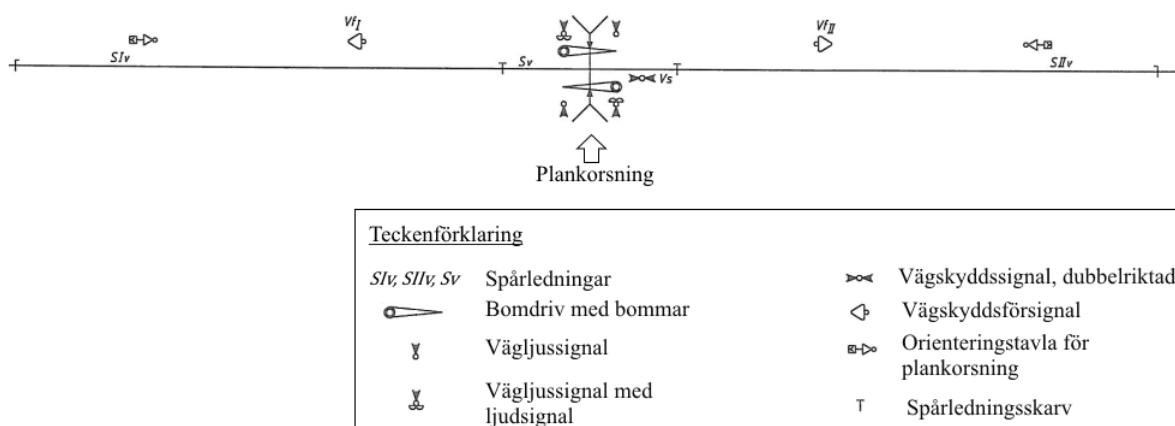


Figur 12. Oskyddad plankorsning med förenklad bevakning enligt alternativ 4 - vakt går före.

växling. De fyra alternativ som finns för förenklad bevakning är: *vakt bevakar*, vilket innebär att minst en vakt bevakar och gör vägtrafikanter uppmärksamma på korsningen; *stopp framför*, vilket innebär att fordonet behöver stanna omedelbart före korsningen och fortsätta först när föraren förvissat sig om att korsningen är fri från fordon; *sth 10* innebär att tåget får hålla en maximal hastighet om 10 km/h då plankorsningen passeras, och slutligen *vakt går före* där en vakt ska gå strax före tåget och varna vägtrafikanter med hjälp av en röd flagga eller lykta (Trafikverket, 2016a).

## 3.4 Vägskyddanläggningens ingående objekt

För att en vägskyddsanläggning ska kunna uppnå tillfredställande funktion krävs att information gällande anläggningens status kommuniceras till både lokförare och vägtrafikanter. Detta görs med hjälp tavlor och signaler samt, i de fall där ATC eller ERTMS används, baliser och lokdator. I Figur 13 visas en översiktlig bild där några vägskyddstekniska objekt och dess placering i relation till varandra åskådliggörs.



Figur 13. Översikt av en halvbofsanläggning med signaltekniska objekt markerade.

### 3.4.1 Signalering mot vägen

Vägskyddsanläggningens huvuduppgift är att uppmärksamma och varna vägtrafikanter på ankommande tåg i plankorsningen. Som beskrivet i föregående kapitel kan detta göras med hjälp av ett antal olika tekniska lösningar, där det främst är trafiksituationen för vägen på den specifika platsen som avgör vilken typ av skydd som krävs. Nedan följer grundläggande och översiktliga beskrivningar av de vanligast förekommande komponenter som används för att uppnå adekvat skydd (Trafikverket, 2015e).

Utformning och betydelse av de komponenter som är riktade mot vägen definieras i Vägmarkesförordningen, medan de objekt och den signalering som sker mot banan finns reglerat i Trafikverkets föreskrifter (Trafikverket, 2015d). I Figur 14 visas en halvbomsanläggning med några signaltekniska objekt markerade och namngivna.



Figur 14. Halvbomsanläggning med några signaltekniska objekt markerade och namngivna.

#### 3.4.1.1 Kryssmärke

Syftet med ett kryssmärke är att göra vägtrafikanter uppmärksamma på plankorsningen. Alla vägskyddsanläggningar ska ha minst två kryssmärken uppsatta, ett på varje sida om plankorsningen. De ska vara placerade på höger sida i vägtrafikens färdriktning. Om begränsad sikt föreligger eller vägen är bredare än fem meter, ska ytterligare kryssmärken sättas upp. Om plankorsningen går över fler än ett spår ska kryssmärke för flera spår sättas upp (Trafikverket, 2015h).



### 3.4.1.2 Vägljussignal

Vägljussignal, även kallad kryssmärkessignal, placeras på samma stolpe som kryssmärket. Den har som uppgift att varna vägtrafikanter och är således riktad mot vägen. Om rådande trafikmiljö på platsen gör att siktkrav ej uppfylls, t.ex. vid vägkorsningar, krävs att signaleringen förstärks med flera ljussignaler. Dessa kan placeras på samma eller en separat stolpe, och kan även monteras högre upp för att öka synligheten (Trafikverket, 2015h).

Signalen kan ha två eller tre ljusöppningar, där de två övre avger växelvis blinkande rött sken med 80 blinkningar per minut. Den tredje ljusöppningen, där sådan finns, visar vitt blinkande ljus med frekvensen 40 blinkningar per minut (Trafikverket, 2015d).



Figur 15. Äldre typ av vägljussignal med bara ett sken (Google Maps, 2013).

Det röda blinkande skenet indikerar att anläggnings varningssignalering är aktiverad och att tåg är på väg mot korsningen. Det är då förbjudet för vägtrafikanter att passera korsningen. På järnvägen gäller att en felaktig signalbild betyder stopp, enligt den så kallade *fail safe*-principen, vilken föreskriver att anläggningen vid fel alltid ska hamna i ett säkrare läge. Resonemanget kan dock inte överföras och anses gälla för vägtrafikanter, varför det är av vikt att den röda ljussignaleringen mot vägen fungerar. Det är ett av skälen varför det finns två röda ljusöppningar i vägljussignalen, så att åtminstone en fungerar i händelse att den ena skulle gå sönder (Trafikverket, 2015d).

Det vita skenet har enligt Vägmarkesförordningen ingen definierad betydelse, men indikerar att vägskyddsanläggningen tekniskt sett är i funktion (Trafikverket, 2015h). Det innebär att beskedet *vila* erhålls från vägskyddsautomatiken, bommarna (där sådana finns) befinner sig i kontrollerat uppläge, och inkommande kraftmatning finns (Trafikverket, 2017b). Denna funktionskontrollen görs via ett uppsamlingsrelä, som påverkas då anläggningen aktiveras och varningssignaleringen startar, varpå det vita ljuset upphör.

I äldre anläggningar förekommer ljussignaler med endast en ljusöppning med rött ljus mot vägen, se Figur 15. Vid modernisering och ombyggnad ersätts dessa med ovan beskrivna två- eller treskenssignaler (Trafikverket, 2015i).

### 3.4.1.3 Ljudsignal

Ljudsignalen placeras på kryssmärkesstolpen och finns i ett antal olika utföranden och modeller, beroende på vilken ljudstyrka som fordras. Avgörande för ljudsignalens styrka är bland annat närhet till bostadsbebyggelse. Signalens främsta syfte är att varna gång- och cykeltrafikanter, och en ljudsignalanläggning är alltid utrustad med minst två signaler, en på varje sida om spårområdet. Skälet till dubbleringen är att minska risken att ljudsignaleringen helt uteblir utifall en ljudsignal skulle sluta fungera.

Om anläggningen saknar bommar, börjar och upphör ljudsignalen samtidigt som anläggningens övriga varningssignalering, om sådan finns. Vid helbomsanläggning upphör ljudsignaleringen redan då bommarna nått kontrollerat nerläge, och vid halvomsanläggning så fort bommarna börjar lyfta, alltså efter att tåget har passerat och anläggningens avkopplingsprocess påbörjats (Trafikverket, 2015h).

### 3.4.1.4 Bommar

Syftet med bommar är att förstärka den varningssignalering som ges av ljud- och ljussignalerna, samt att fysiskt hindra trafikanter från att beträda korsningen då den är aktiverad. Bommar är vid hel- och halvomsanläggningar gula med röda reflexer och utrustade med röd bomlykta, medan de vid plattformsovergångar är vita med blå reflexer (Trafikverket, 2015h). En halv bom ska stänga av körfälten in i plankorsningen, och en helbom ska stänga av både in- och utgående körfält.

En halvomsanläggning har två bomdriv för vägtrafik, och eventuellt ytterligare bomdriv för gång- och cykelvägar där sådan trafik förekommer. En helbomsanläggning har två eller fler bomdriv. Bommarna är traditionellt sett tillverkade i trä vilket gör dem relativt tunga, även om nyare varianter i glasfiber finns. Trafikverkets förordar i sina föreskrifter att ett större antal bomdriv hellre än längre bommar bör användas vid helbomsanläggningar, för att kunna minska bommarnas längd och därmed vikt. Bomdriven har hittills varit försedda med motvikter för att hjälpa bomdrivsmotorn att lyfta den tunga bommen. Klämrisk föreligger vid dessa motvikter, varför det i upphandlingen för Alex-produkten finns krav på klämfria bomdriv (Trafikverket, 2018c).

Vid en helbomsanläggning med fler än tre bomdriv ska sicksackfällning ordnas där det är möjligt. Sicksackfällning innebär att utfartsbommarna börjar fällas något senare än infartsbommarna, för att förenkla utrymning av

korsningen ifall något fordon skulle befinna sig där då varningssignaleringen startar (Trafikverket, 2015h).

Vid anläggningar med hinderdetektering eller där banans STH är över 140 km/h ska samtliga bommarna utrustas med teknisk avbrottskontroll. Den består av en elektriskt ledande metalltråd inuti bommen. Tråden är del av en kontrollkrets i vägskyddsanläggningen. Om den slutna kretsen bryts, vilket sker då bommen och därmed metalltråden går sönder, indikeras detta som ett fellarm i anläggningen (Trafikverket, 2015h).

Kontakorer i bomdrivet känner av bommens läge, och meddelar till vägskyddsanläggningen då bommen befinner sig i upp-, ned- eller 75°-läge (Trafikverket, 2015d).



Figur 16. Vägskyddssignal i Holmsjö, Blekinge.

### 3.4.2 Signalering mot banan

För att kommunicera en anläggnings status till lokföraren behöver signaler och tavlor vara utplacerade på specifika platser utmed spåret. Dess placering är viktigt för att maximera synbarheten och förarens möjligheter att agera på ett signal- eller tavelbesked, om så krävs.

#### 3.4.2.1 Orienteringstavla, o-tavla

Orienteringstavlan placeras vid kontrollpunkten före plankorsningen, och är den punkt från vilken järnvägsfordonets förare ska avläsa och kontrollera signalbeskedet i vägskyddssignalen eller vägskyddsförsignalen (Trafikverket, 2015g). Kontrollpunktens, och orienteringstavlans, placering bestäms vid projektering enligt kapitel 5.1.

#### 3.4.2.2 Vägskyddssignal, v-signal

Vägskyddssignalen kommunicerar till lokföraren om vägskyddsanläggningen är säker att passera eller inte. Vitt sken indikerar *rörelse tillåten* medan rött sken signalerar att vägskyddsanläggningen inte är i kontroll, varpå fordonet måste bromsa (Trafikverket, 2015j). Vid kontrollpunkten ska antingen v-signalen eller v-försignalen vara synlig för lokföraren.

Signalen är placerat strax före, eller omedelbart bortom vägskyddsanläggningen (Trafikverket, 2016b), och kan vara enkel- eller dubbelriktad. Ljuskällan i dagens v-signaler består av en glödlampa och en ofärgad lins. Ovanför glödlampan finns en så kallad färgväxlare, vilken består av en röd glascylinder som vid beskedet *rörelse tillåten* hålls uppe av en spänningssatt elektromagnet. När signalen ska visa rött sken kopplas spänningen till elektromagneten från, vilket gör att den röda glascylindern med hjälp av gravitationen och en hjälpande stålfjäder dras nedåt, och hamnar "runt" glödlampan, mellan glödlampan och signallinsen. Detta resulterar i ett rött sken mot banan. Syftet med denna anordning är att anläggningen vid fel, t.ex. spänningsfall eller trasig elektromagnet, ska hamna i ett säkrare läge och visa röd signal (Trafikverket, 2015j).

#### 3.4.2.3 Vägskyddsförsignal, v-försignal

Vägskyddssignalen, som indikerar om vägskyddsanläggningen är i aktiverad och säker för järnvägsfordonet att passera, är placerad invid plankorsningen, vilket innebär att järnvägsfordon generellt saknar möjlighet att stanna om signalen skulle visa stopp. Vägskyddssignalens signalbesked behöver därför försignaleras vid en tidigare punkt, vilket görs med vägskyddsförsignalen. Den består av tre gula sken ordnade i triangel och visar samma signalbesked som vägskyddssignalen. Fast sken innebär att den följande v-signalen visar *stopp före plankorsningen*, medan blinkande sken betyder *passera* (Trafikverket, 2015d).

#### 3.4.2.4 ATC

Järnvägsfordon som framförs i hastigheter i över 80 km/h måste enligt *Trafikverkets trafikbestämmelser för järnväg*, TTJ, vara utrustade med *Automatic train control*, ATC (Trafikverket, 2017c). Vid en ATC-övervakad vägskyddsanläggning levereras information om anläggningens status till tågets lokdator via ATC-baliser placerade i spåret. En ATC-övervakad vägskyddsanläggning kan även trafikeras av tågfordon utan ATC, varför anläggningen måste utrustas med orienteringstavla och vägskyddsförsignal på ett avstånd dimensionerat för trafik i 80 km/h (Trafikverket, 2015f).

#### 3.4.2.5 ETCS

Vid en ETCS-övervakad vägskyddsanläggning ges information om vägskyddsanläggningens status till lokdatorn i form av MA-besked. Igångsättning av anläggningen sker genom att järnvägsfordonets lokdator skickar en begäran till ERTMS-systemet om körtilstånd över plankorsningen, varpå systemet svarar med att medge ett körtilstånd med restriktion. När vägskyddsanläggningen är i kontroll och minsta tillåtna tid för

varningssignalering beräknas kunna uppnås, återkallas restriktionen. Om så inte är fallet aktiveras istället en bromskurva med målpunkt före plankorsningen.

Om besked ges att vägskyddsanläggningen ej är i kontroll, sätts målpunkten till strax före plankorsningen, mot vilken lokdatoren ordnar en bromskurva. I ERTMS finns krav på att järnvägsfordon ska kunna stanna före plankorsningen (Trafikverket, 2015g).

### 3.4.2.6 Ljudsignaltavla

Ljudsignaltavla samt tilläggsskylt med bokstaven *V* ska sättas upp på platser där vägtrafikanter behöver uppmärksammas ytterligare, t.ex. där sikten är dålig eller där vägskyddsanläggning helt saknas. Lokföraren ska vid skylten avge ljudsignal enligt ett visst mönster och intervall (Trafikverket, 2015g).

### 3.4.3 Övriga objekt

#### 3.4.3.1 Spårledning

Majoriteten av vägskyddsanläggningarna i Sverige styrs av spårledningar. Igångsättning och avkoppling av varningssignalering sker genom att tåget passerar en spårledning i taget, i en specifik ordning.

En spårledning består av en matningskrets samt en eller två upptagskretsar, där matningskretsen matar 6 volts likspänning till de båda rälerna. I upptagskretsen finns ett spårledningsrelä som hålls draget av spänningen från matningskretsen. I kapitel 3.1 finns reläer och dess funktion beskrivet. Då spårledningsreläet är draget, alltså reläspolen är spänningssatt, så är spåravsnittet fritt från järnvägsfordon. När ett hjulpar från ett fordon kortsluter rälerna tappar reläspolen sin spänning och spårledningsreläet faller, vilket indikerar till vägskyddsautomatiken att spåravsnittet är belagt. Det är samma teknik som används i övriga järnvägssystemet för att avgöra var tåg befinner sig och vilka delar av t.ex. en blocksträcka som är belagd av fordon.



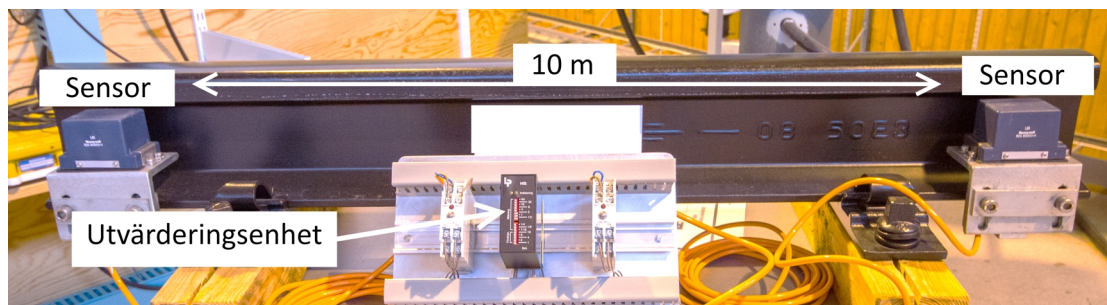
Figur 17. Spårledningskrets då spåravsnittet är belagt. Matningskrets till vänster, hjulpar som kortsluter spårledningen, och upptagskrets med ett faller spårledningsrelä till höger. När hjulparet befinner sig inom det av isolerskarvarna avgränsade spåravsnittet



Anordningen detekterar även rälsbrott, eftersom reläet i upptagskretsen faller om någon av rälerorna mellan matning- och upptagskretsarna inte är hel. En vägskyddsanläggning har normalt tre spårledningar, vilka betecknas *Iv*, *IIV* respektive *Sv*, se Figur 13. De två första fungerar som igångsättningsspårledningar, en på vardera sida om plankorsningen, och kan bestå av en eller flera fysiska spårledningar beroende på hur långa de är och hur långt avstånd som krävs för att erhålla tillräckligt lång signaleringssträcka. *Sv* är vägsparledningen som löper över själva plankorsningen. Det är den kortaste av de tre vägskyddsspårledningarna, och är vanligtvis bara några tiotal meter lång (Trafikverket, 2015h). Se Figur 17 för en schematisk bild av matnings- och upptagskretsar.

### 3.4.3.2 Hinderdetektering

Hinderdetektering sker vanligtvis via en induktiv slinga nerfräst i vägbanan mellan bommarna, och syftar till att detektera vägfordon i plankorsningen. Om ett metallobjekt, t.ex. en bil, detekteras i plankorsningen hanteras detta på olika sätt hos vägskyddsautomatiken beroende på vilken typ av anläggning det rör sig om. Huvudsakligen ges stopp-besked till ankommande järnvägsfordon, via vägskyddssignalen och i ATC-baliser, eller via körbeskedet om det är en ETCS-övervakad vägskyddsanläggning (Trafikverket, 2015h).



Figur 18. Demonstration av ett hastighetsinformationssystem. Utvärderingsenhet i mitten, och två HIS-sensorer placerade med 10 meters mellanrum.

### 3.4.3.3 Hastighetsinformationssystem, HIS

För att undvika onödigt långa liggtider för vägskyddsanläggningar kan på sträckor med olika slags trafik implementeras ett så kallat hastighetsinformationssystem, HIS. Det är ett system som består av två sensorer placerade utmed spåret med tio meters mellanrum, samt en utvärderingsenhet. Sensorerna detekterar då ett tåg passerar, och med hjälp av tidsdifferensen mellan sensorpassagera kan utvärderingsenheten fastställa fordonets hastighet. Därmed kan ett tåg med låg hastighet aktivera vägskyddsanläggningen senare än vad som är nödvändigt för ett tåg som håller högre hastighet. Ofta placeras vid HIS-detektorn även en HIS-tavla där själva

hastighetsdetekteringen sker, vilken anger den lägsta hastighet tåget måste hålla för att vägskyddsanläggningen ska aktiveras (Trafikverket, 2015g).

#### 3.4.3.4 Bomkjol

Bomkjolen är en anordning som fästs i och fälls ned tillsammans bommen, och täcker då utrymmet under bommen ner till vägbanan. Syftet med bomkjolen är att försvåra för gående att avsiktligt krypa under en fälld bom. Bomkjolen ska vara försedd med röd reflexfärg på gul reflexbakgrund, vilket förstärker anläggningens synlighet mot vägen (Trafikverket, 2016e).

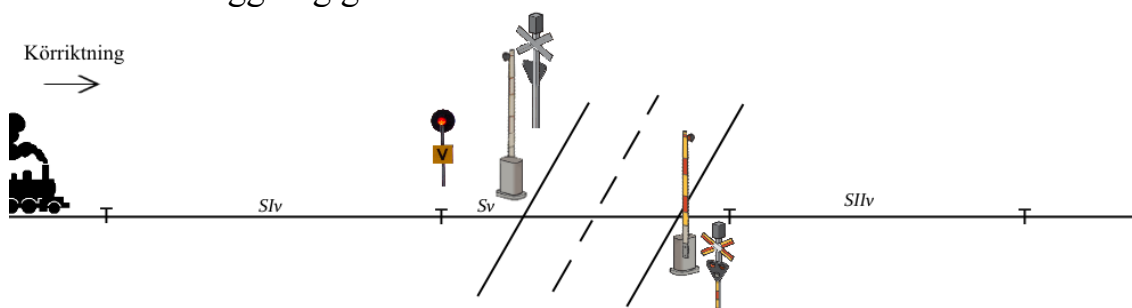
### 3.5 Autonom eller ställverksstyrd anläggning

Nästan alla vägskyddsanläggningar är automatiska och styrs av tågens rörelser. Det innebär att vägskyddet aktiveras då ett tåg närmar sig, och kopplar av då tåget har passerat anläggningen. Det finns två typer av automatiska anläggningar, autonom och ställverksstyrd. Den förstnämnda är, som namnet antyder, fristående från ställverket och håller, med hjälp av spårledning, själv reda på var tågen befinner sig och när det är dags att koppla på och av vägskyddsanläggningen. Det räcker således att ett tåg närmar sig för att anläggningen ska aktiveras (Trafikverket, 2018c).

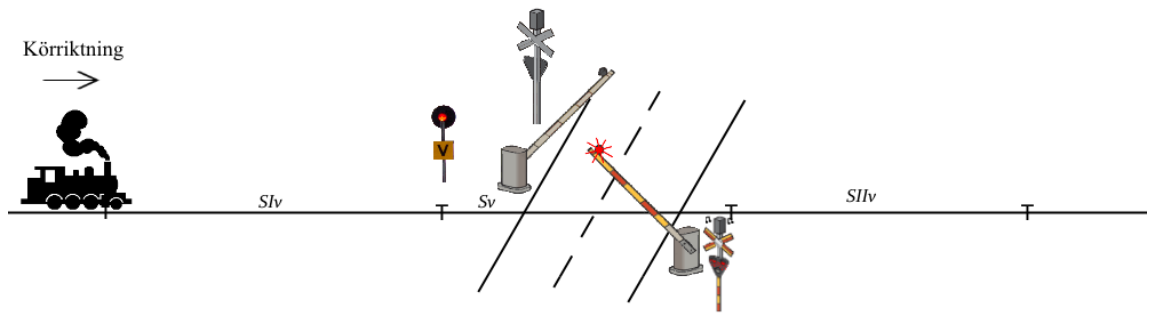
Den ställverksstyrda däremot används inom en driftplats, där det är ställverket som avgör när signaleringen ska starta och avslutas. Det går att ställa in olika typer av beroenden vilka måste vara uppfyllda för att anläggningarna ska starta. Det kan t.ex. vara att tåget måste ha körbesked efter plankorsningen för att varningssignaleringen ska sätta igång. Detta gör att det går att kalibrera och ställa in anläggningen för att minimera onödigt avstängd vägtrafik (Trafikverket, 2015c).

### 3.6 Beskrivning av en vägskyddspassage

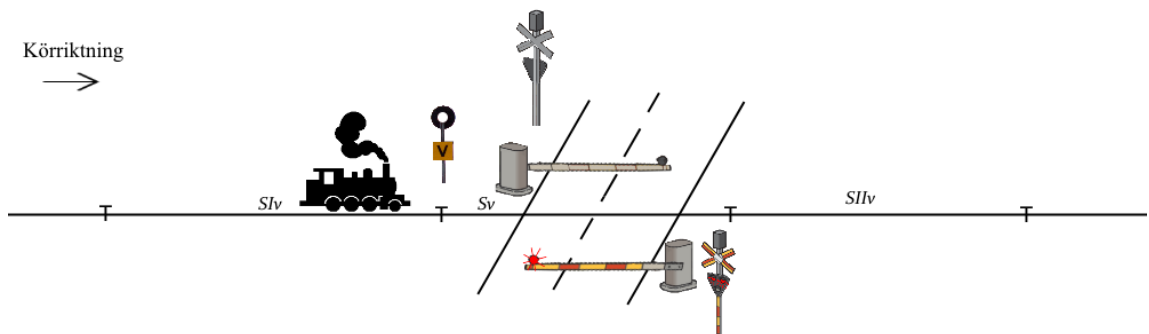
Figur 19 till och med Figur 24 visar översiktligt och förenklat hur en passage av en bomanläggning går till.



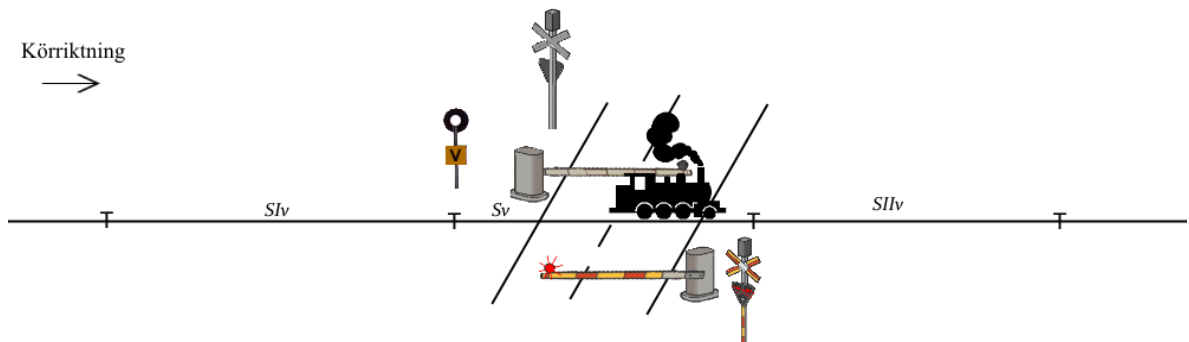
Figur 19. Ankommande tåg från vänster. Samtliga spårledningsreläer är dragna eftersom alla i vägskyddsanläggningen ingående spårledningar är fria. Vs:en lyser rött, och varningssignaleringen mot vägen är inte aktiverad.



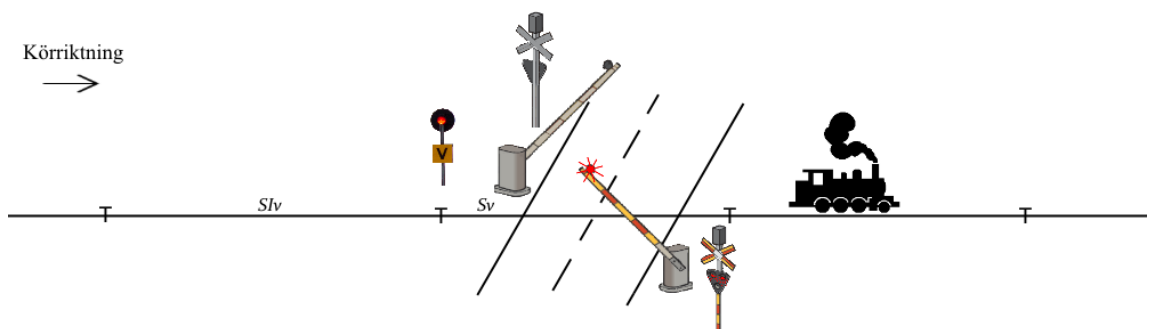
Figur 20. Igångsättningsspårledningen SIV är belagd av fordon, och anläggningen aktiveras. Varningssignalering startar och bommar börjar fällas.



Figur 21. Tåget har passerat kontrollpunkten, bommarna är fällda och ljudsignaleringen har upphört. Vs:en lyser vitt och indikerar "rörelse tillåten".

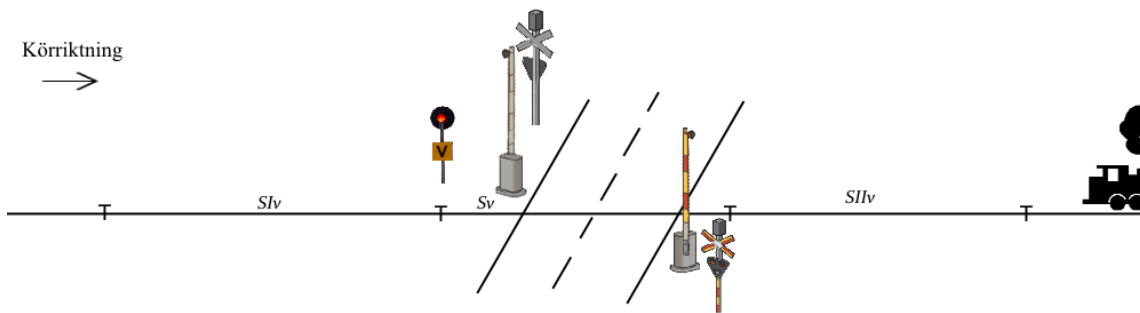


Figur 22. Tåget passerar över plankorsningen.



Figur 23. Tåget lämnar vägsparledningen Sv och belägger spårledningen SIV, vilket initierar avkoppling av signaleringen. Bommarna börjar röra sig uppåt.





Figur 24. Tåget har lämnat samtliga vägskyddspårledningar, och anläggningen har återställts till berett läge.

## 4 Modernisering av vägskyddssystemen

### 4.1 Dagens vägskyddsanläggningar och Alex

Dagens styr- och säkerhetssystem för vägskyddsanläggningar utvecklades på 1940-talet, i en tid då det på den svenska järnvägen hörde till standardförfarande att vid behov utveckla egna tekniska lösningar. För vägskyddsanläggningar baserades lösningen på relätekniken, i likhet med övriga delar av signalsäkerhetssystemet. Resultatet blev ett driftsäkert och generellt välfungerande system för vägskyddsanläggningar.

Idag är situationen en annan. Reläerna är dyra i inköp och av ekonomiska skäl sparas många komponenter från slopade anläggningar för att kunna användas vid underhåll av övriga anläggningar. Ett stort, och ökande, antal komponenter betraktas av Trafikverket som bristartiklar, d.v.s. artiklar som används på järnvägen men som inte längre tillverkas (Trafikverket, 2017c). I och med en övergång till Alex-systemen motverkas denna utveckling, då Alex-leverantörerna förbinder sig att utföra underhåll under en förvaltningstid på 25 år.

Det finns idag flera leverantörer som kan leverera beprövade, färdiga lösningar för signalanläggningen. Systemen kan bestå av delar och komponenter som finns tillgängliga på den öppna marknaden, vilket förenklar Trafikverkets reservdelshantering.

#### 4.1.1 Leverantörsoberoende

Trafikverket strävar efter att i så stor utsträckning som möjligt hålla produkten Alex leverantörsoberoende. Det innebär bland annat att inga specifika tekniska lösningar föreskrivs i upphandlingen av Alex, utan enbart krav gällande systemets funktion. I viss mån ställs även krav på det fysiska utförandet hos systemets ingående delar. Styrsystemet ska t.ex. kunna monteras i en av Trafikverket bestämd typ av teknikskåp där det ska uppfylla krav på bl.a. underhållsmässighet och tillgänglighet.

#### 4.1.2 Felhantering

I dagens vägskyddsanläggningar är felrapporteringen begränsad till två feltyper; driftfel och säkerhetsfel, förkortat D- respektive S-fel. Ett driftfel är ett icke-säkerhetsrelaterat fel, exempelvis att anläggningen varit aktiverad under onormalt lång tid eller haft strömavbrott i över en timme. Säkerhetsfel är allvarigare fel som innebär att anläggningens säkerhetssystem äventyras, t.ex. en avbruten bom, fellarm från hinderdetektor, bom som fastnat i

mellanläge eller trasiga glödlampor i varningssignaleringen (Trafikverket, 2015k).

För vägskyddsanläggningar belägna ute på linjen, d.v.s. som inte tillhör en driftplats, rapporteras inträffade fel in till ställverket på närmaste driftplats. Om anläggningen istället är ställverksstyrd, och alltså finns på en driftplats, skickas felet direkt i ställverket. Den driftledningscentral som ansvarar för området hanterar larmet och utför nödvändiga åtgärder, t.ex. skickar ut tekniker till platsen (Ståhl, 2018).

Dagens system med felrapportering är till sin funktion relativt primitivt, och kan bara meddela en grov bild av allvarlighetsgraden i det inträffade felet; antingen är det ett driftfel, eller ett säkerhetsfel. Vilken komponent som orsakar felet framgår alltså inte av fellarmet till driftledningen. I många (äldre) vägskyddsanläggningar kan personalen på driftledningen inte heller se exakt vilken vägskyddsanläggning som skickat fellarmet, bara att det är någon av de anläggningar som är anslutna till den fysiska linjekabeln via vilken fellarmet inkommit. Det betyder att tillkallad underhållspersonal får börja med att hitta rätt vägskyddsanläggning, för att sedan lokalisera felande komponenter (Ståhl, 2018).

I upphandlingen av Alex har Trafikverket ställt kravet att felrapportering ska ske över specifika gränssnitt i anläggningen, för att kommuniceras till Trafikverkets IT-system via Trafikverkets IP-nätverk (Trafikverket, 2016f). Det innebär möjligheter till ett förbättrat system för felindikering och diagnostisering av anläggningen. Även systemkontroller av mer diagnostisk art kan utföras kontinuerligt och automatiskt för att förutse fel innan de inträffar. Felsökning ska i vissa fall kunna göras via nätverksanslutningen, utan att tekniker behöver befinna sig på plats vid själva anläggningen. Tillsammans möjliggör systemet ett mer effektivt underhållsarbete för vägskyddsanläggningar.

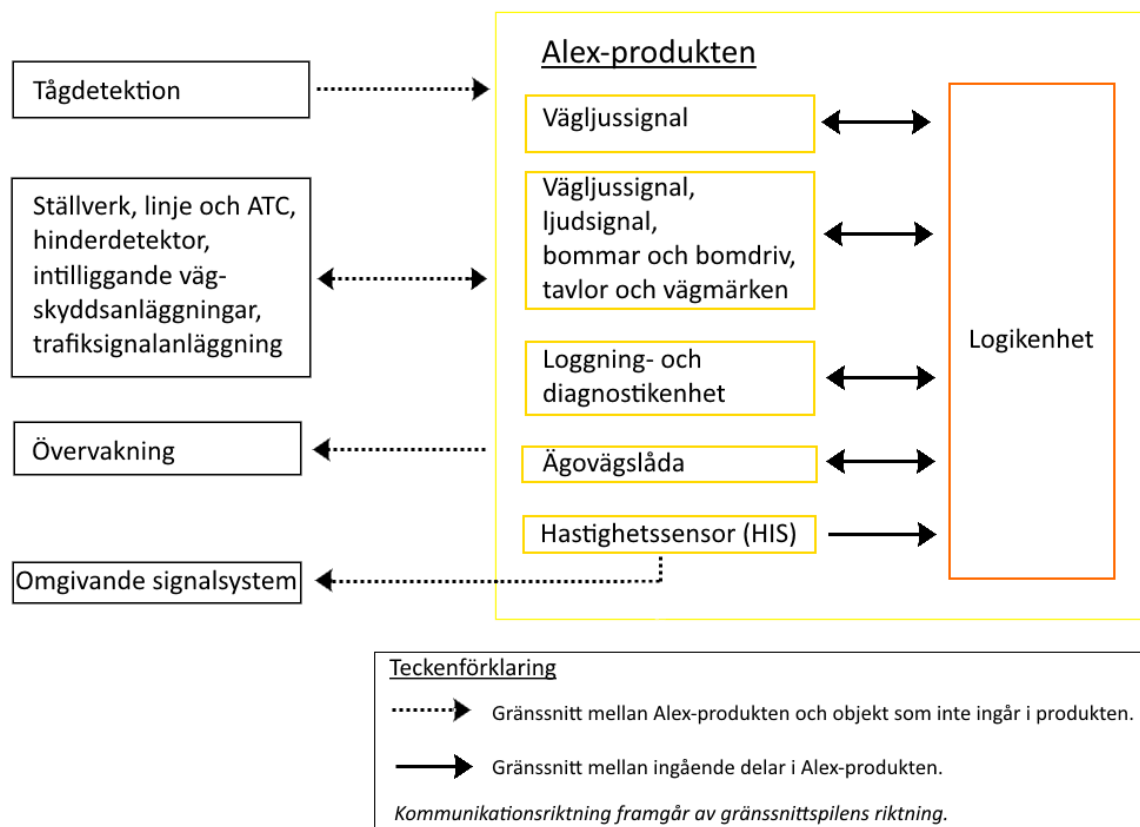
## **4.2 Beskrivning av produkten Alex**

Eftersom produkten Alex, i detta avsnitt benämnd *Alex*, kan bestå av i princip vilken teknisk lösning som helst så länge upphandlingskraven uppfylls, beskrivs Alex här utifrån dessa krav. Delar där det finns specifika krav på utförande, t.ex. bomdriv utan klämrisk, kommer i förekommande fall att beskrivas. Funktionskraven kan sägas syfta till att bibehålla nuvarande funktion, utöka nuvarande funktion samt introducera nya, önskade funktioner. Grundtesen är att Trafikverket önskar se en förbättrad anläggning med utökad funktionalitet, utan att på något sätt försämra eller minska användbarheten för underhållspersonal och brukare av anläggningen.

Nedan redogörs för de huvudsakliga krav på funktioner som föreskrivs i upphandlingsunderlaget, och som är nya eller en förbättrade i och med Alex. Anbudsgivande parter förväntas kunna leverera och underhålla funktionerna under installation- och förvaltningstiden.

#### 4.2.1 Gränssnitt mot omgivande järnvägsanläggning

Alex ska enligt kravspecifikationerna kunna kommunicera med ett antal externa delsystem i den omgivande signalsäkerhets- och vägskyddsanläggningen. Det innebär att utgångar i Alex ska av systemet kunna avkodas för att styra säkerhetsreläer. Vidare betyder det även att Alex-systemet ska kunna läsa av status på reläkontakter. I Figur 25 illustreras översiktligt de kommunikationsvägar som enligt kravspecifikationen för Alex ska finnas tillgängliga (Trafikverket, 2016f).



Figur 25. Översiktlig systembeskrivning, där Alex-produkten och dess kommunikation med yttre signaleringsanläggningen illustreras.

Ett exempel är tågdetektion som normalt sker med hjälp av spårledning, även om annan teknik såsom axelräknare eller rälskontakt kan användas. Tack vare kravet att Alex, via gränssnitt, ska ha möjlighet att läsa av status på reläkontakter, kan tågdetektering ske på i princip samma sätt som idag, d.v.s. med spårledning och spårledningsreläer.

## 4.2.2 Ökad säkerhet

Plankorsningar är på grund av mötet mellan tåg och antal vitt skilda vägtrafikslag en konfliktpunkt. Tåget har lång bromssträcka och ingen möjlighet att väja om hinder skulle uppstå. Kollisioner mellan järnvägsfordon och en vägtrafikanter är relativt ovanliga, men resulterar ofta i allvarliga konsekvenser. Således är säkerhetsaspekten den i särklass viktigaste av ett vägskydds funktioner, och det fundament i vilket samtliga resonemang kring en förändring av en plankorsning behöver förankras.

I Alex ingår en förbättrad säkerhetssituation vid vägskyddsanläggningar, med utökat intrångsskydd, bomdriv utan klämrisk, samt förbättrad loggning och diagnostik av anläggningstatus.

Intrångsskyddet består i att bommar med en längd på upp till sex meter ska kunna förses med ett kompletterande skydd i form av en så kallad bomkjol, vilket är en anordning som fästs i bommen och når ner till vägbanan. Syftet med anordningen är att försvåra för gående att avsiktligt passera fälld bom genom att krypa under den. Se vidare beskrivning av bomkjolen och dess funktion i kapitel 3.4.3.4. (Trafikverket, 2016e).

Alex innefattar krav på klämfria bomdriv (Trafikverket, 2016e). Det innebär en övergång från de bomdriv med motvikter som använts fram till idag, till en ny typ bomdriv utan externa motvikter, enligt exempel i Figur 26 respektive Figur 27. Detta medför minskad risk för klämskador vid manövrering av bommarna. Direktiven för detta är framtaget utifrån vad som föreskrivs i EU:s *Maskindirektivet, 2006/42/EG* (Europaparlamentet, 2006).

Förbättrad felutpekning med loggning och diagnostik av såväl fel som övriga driftavvikelser, ökar vägskyddsanläggningarnas övervakningsbarhet och i och med det den generella säkerhetssituationen på anläggningen. Att personal på driftledningscentralen får mer detaljerade felrapporter medför att en bättre utvärdering av säkerhetsläget kan göras. Anläggningen ska kunna logga utförlig information om bommarnas status, bland annat i vilket läge samtliga



Figur 26. Äldre typ av bomdriv med motvikter (Google Maps, 2013).



Figur 27. Enklare bomdriv utan motvikter.

bommar befinner sig, tid för att fälla och lyfta bommar med mera. Logikenheten i Alex ska kunna skicka all loggad data via Trafikverkets IT-lösning, och i upphandlingens kravspecifikation finns angivet att Alex-produkten ska “stödj felavhjälpning, t.ex. analys och utbyte av trasiga utbytesenheter”. Datakommunikationen ska ske via säkra, krypterade överföringsprotokoll, t.ex. SSH/SCP och TSL/SSL (Trafikverket, 2016f).

Teknikskåpen ska vara utrustade med inbrottsskydd och passagekontroll, vilket innebär att enbart den som har behörighet till det specifika skåpet ska kunna öppna det. Passagekontrollen ska ha larmfunktion och kunna larma vid obehörigt tillträde till skåpen.

#### 4.2.3 Mindre miljöpåverkan

Miljöpåverkan ska minskas jämfört med dagens vägskyddsanläggningar, varför det i upphandlingen för Alex har ställts krav gällande anläggningens energieffektivitet. En Alex-anläggning inte förbruka mer än 3 000 kWh/år inklusive utrustningens klimatkontroll, oavsett var i Sverige det är placerat (Trafikverket, 2016e). Detta kan jämföras med dagens vägskyddsanläggningar, som förbrukar ungefär 5 000 kWh/år (Tellefors, 2018).

Vägskyddsanläggningar är ofta belägna nära bebyggelse och det är viktigt att de utgör ett så litet störningsmoment för människor som möjligt. En vägskyddsanläggning med ljudsignalering har minst två ljudkällor för att öka hörbarheten för gång- och cykeltrafikanter. Med Alex ska det vara möjligt att ställa in ljudvolymen individuellt för varje ljudsignal, för att minska dess störande effekt hos kringboende (Trafikverket, 2016f).

#### 4.2.4 Effektivare underhållsarbete

Förutom det tidigare nämnda systemet för felloggning och felutpekning, finns i kravspecifikationerna för produkten Alex ett antal krav med syfte att effektivisera och förenkla underhållsarbetet vid vägskyddsanläggningar.

Då arbete på spåret vid en vägskyddsanläggning behöver utföras behöver ibland de igångsättande spårledningarna beläggas, av exempelvis spårburna arbetsfordon. För att undvika att varningssignaleringen är igång under arbetet och vägen avstängd för vägtrafikanter i onödan, kan anläggningen kopplas



Figur 28. Frånkopplingslåda och manöverlåda.

från. Frånkoppling görs via en så kallad frånkopplingslåda, FK-låda, som är placerad på utsidan av vägskyddskuren, se Figur 28.

Att vägskyddsanläggningen är i frånkopplat läge innebär att den inte startar trots att igångsättande spårledningar är belagda. Det gör att underhåll och annat arbete kan utföras på spåret nära plankorsningen, utan att vägtrafiken av fällda bommar och varningssignalering. I dagens vägskyddsanläggningar går det bara att koppla från varningssignaleringen för den ena av vägskyddets signaleringssträckor i taget, men med Alex kan man koppla från båda sidor samtidigt.

Loggfiler, diagnostik och driftinformation ska kontinuerligt skickas till Trafikverkets för syftet avsedda centrala IT-system, där det ska sparas för att kunna användas vid utvärdering och dylikt. Alex-anläggningen ska med detta system också kunna fjärrövervakas (Trafikverket, 2016g).

I upphandlingen av Alex ställs krav på hög nivå av underhållsmässighet och tillgänglighet. Med hög underhållsmässighet menas sannolikheten att underhållsåtgärder kan utföras med rimlig tidsåtgång och utan behov av oförutsedda verktyg, reservdelar eller dylikt. Det är alltså ett mått på möjligheten att utföra normalt underhåll på anläggningen, under normala förutsättningar. Med hög tillgänglighet åsyftas att anläggningen och de ingående komponenterna ska kunna leverera krävd funktion under rådande, normala förhållanden (Trafikverket, 2016f).

#### 4.2.5 Modulärt uppbyggda och standardiserade teknikskåp

Dagens vägskyddsanläggningar är byggda med reläteknik och utvecklades på 1940-talet av föregångare till Trafikverket. I en autonom vägskyddsanläggning placeras komponenterna i en vägskyddskur, se Figur 30. Tillgången på reservdelar minskar och många av dem håller höga priser, varför ett av huvudsyftena med projekt Alex har varit att den färdiga produkten ska bestå av så stor del standardiserade och lättillgängliga komponenter som möjligt.



Figur 29. Teknikskåp av standardtyp.



Komponenter till Alex ska kunna monteras i teknikskåp av standardtyp med 19 tumsrack. Det är samma typ av skåp som används för övriga teknikslag hos Trafikverket. Skåpen ska kunna monteras tillsammans i grupper enligt Figur 29, där varje skåp endast innehåller en funktion; ett för elkraft, ett annat för IT-utrustning, ett tredje för Alex o.s.v. Denna uppdelning medför att en reparatör bara har tillgång till just det skåp i vilket utrustningen reparationen avser finns.



*Figur 30. Vägskyddskur av den typ som används idag.*



## 5 Projektering av vägskyddsanläggningar

Syftet med detta kapitel är att beskriva den generella processen för projektering av vägskyddsanläggningarna så som den ser ut idag, för att sedan jämföra med den för Alex-kompatibla anläggningar tänkta projekteringsprocessen.

I ett första skede ska 16 pilotanläggningar projekteras med Alex, varav åtta ska gå erfarenhetsdrift i 6-12 månader, för att sedan utvärderas. Två leverantörer ska upphandlas för att tillhandahålla produkten Alex. Dessa ska leverera fyra vägskyddssystem vardera, ett av varje av följande typer:

- Ställverksstyrd helbomsanläggning med hinderdetektor och bomkylor
- Autonom halvbumsanläggning
- Helbomsanläggning för gång- och cykeltrafik
- Ägovägsbom

Beskrivning av de olika anläggningstyperna och dess kringutrustning finns i kapitel 3.3 respektive 3.4. Begreppen *ställverksstyrd* och *autonom* vägskyddsanläggning definieras och förklaras i kapitel 3.5.

Om pilotanläggningarna efter erfarenhetsdriften och utvärdering av Trafikverket anses uppfylla uppsatta krav gällande bl.a. säkerhet och tillförlitlighet, kommer det aktuella vägskyddssystemet att godkännas och serieinstallation kan påbörjas.

### 5.1 Projektering av dagens vägskyddsanläggningar

I och med att inga Alex-system finns projekterade eller byggda i Sverige, baseras informationen i detta avsnitt dels på uppgifter hämtade ur det av Trafikverket framtagna upphandlingsmaterialet för Alex-produkten, och dels på svar erhållna ur intervjuer med leverantörer av vägskyddssystemet.

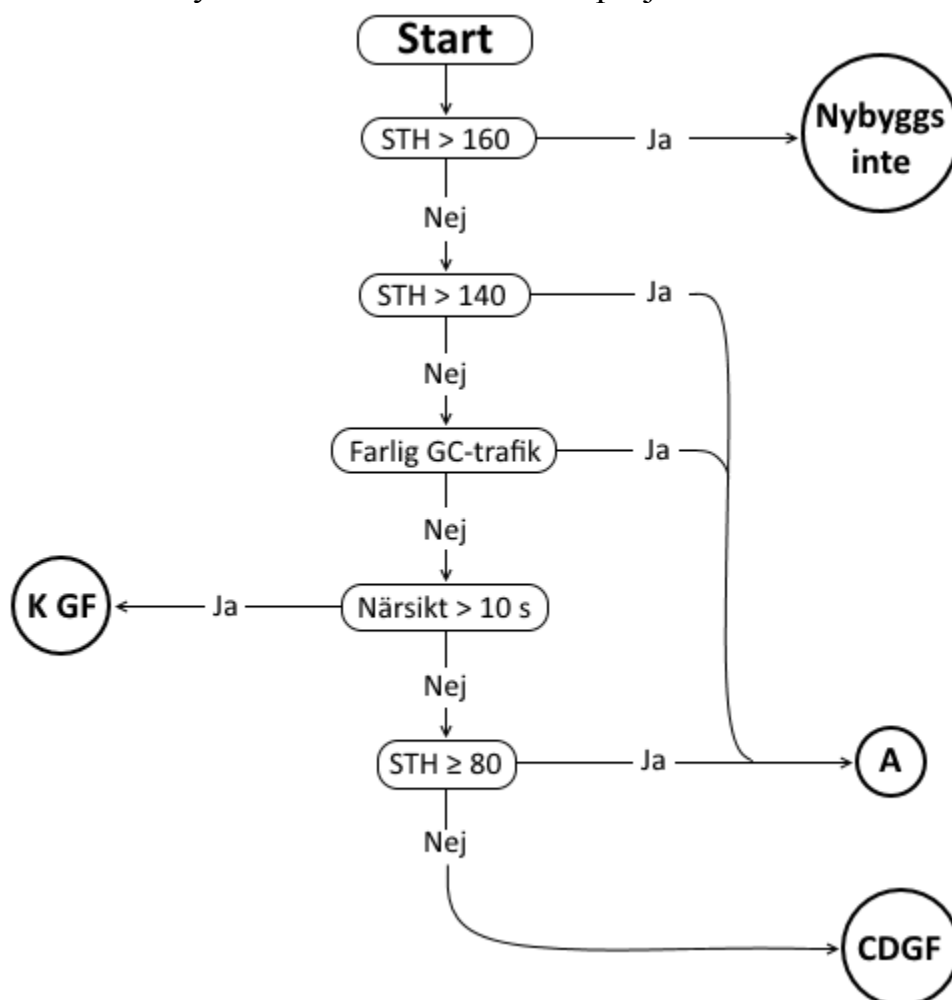
Vid projektering av dagens vägskyddsanläggningar utförs normalt hela projekteringsprocessen av samma aktör. Det omfattar både beräkning av signaleringssträckor och geografisk placering av signaltekniska objekt, men även den utrustning som hör till själva automatiken och återfinns inne i vägskyddskuren.

Nedan följer ett generellt och översiktligt schema för projektering av en vägskyddsanläggning, enligt dagens förfarande. Schemat har för läsbarheten och tydlighetens skull förenklats och i verkligheten ingår fler steg i projektörens arbete, exempelvis mängdavgivning. Dessa steg anses dock sakna betydelse för den tänkta jämförelsen, varför de utelämnats.

## 1. Val av skyddsalternativ

Det första steget vid projektering av en vägskyddsanläggning är att bestämma vilken typ av skydd som krävs. Se kapitel 3.3 för redogörelse av de olika skyddsalternativen. Trafikverket tillhandahåller i sina föreskrifter valscheman för bestämning av adekvat skyddsalternativ, se exempel i Figur 31 (Trafikverket, 2015e). Det är i första hand vägens karaktär, d.v.s. mängd och typ av trafik, som avgör vilket skyddsalternativ som behövs vid en plankorsning, men även andra parametrar såsom antalet spår, dimensionerande hastighet på banan och siktmöjligheter är av betydelse.

I normalfallet är det beställaren som i uppdragsbeskrivningen anger vilken typ av skydd som ska projekteras, men det förekommer även att uppgiften att bestämma skyddsalternativ hamnar hos projektören.



Figur 31. Exempel på valschema för bestämning av skyddsalternativ vid plankorsning där enbart gång- och cykeltrafik förekommer, enligt Trafikverkets föreskrifter TDOK 2017:0367 samt TDOK 2014:0995.

## 2. Utplacering av orienteringstavla och vägskyddsförsignal

När skyddsalternativ bestämts ska orienteringstavla och vägskyddsförsignal placeras ut på förbestämt avstånd från vägskyddssignalen. Avståndet för de

båda objekten bestäms utifrån ett av Trafikverket definierat valschema där parametrar såsom skyddsalternativ, STH på banan, siktmöjligheter med mera avgör utfallet (Trafikverket, 2015g). Orienteringstavlan placeras vid kontrollpunkten (se kapitel 3.1), där lokföraren ska ha sikt till antingen vägskyddsförsignalen eller vägskyddssignalen, för att på så sätt avgöra vägskyddsanläggningens status. Föraren ska från den punkten ha möjlighet att stanna (vid helbomsanläggning) eller bromsa (vid övriga anläggningstyper) före plankorsningen (Trafikverket, 2015g).

### 3. Placering av signaltekniska objekt

Övriga signaltekniska objekt, t.ex. teknikutrymmen, kryssmärken, bomdriv m.m. ska placeras ut. Här är det viktigt att avstämning sker med övriga teknikslag, för att säkerställa att objekten inte hamnar i konflikt med varandra. Kontroll av fastighetsgränser behöver göras för att undvika objektplacering utanför den egna fastighetsgränsen. I de fall det inte är möjligt kan det bli aktuellt med ytterligare markanspråk, vilket då också behöver ingå i projekteringen.

### 4. Bestämning av signaleringssträcka

I detta skede ska signaleringssträckorna beräknas. Varje spår med anslutning till plankorsningen ska ha en egen signaleringssträcka. Sträckans längd beräknas genom att först bestämma kontrollsträckan, vilket gjordes i steg 2. Kontrollsträckan är sträckan mellan plankorsningens mittpunkt och en kontrollpunkt, där orienteringstavlan för vägskyddsanläggningen placeras. Ett referensfordon med dåliga bromsegenskaper ska på kontrollsträckan hinna bromsa från banans STH till en lägre hastighet. För en helbomsanläggning gäller att fordonet ska kunna stanna före plankorsningen, medan det för övriga anläggningstyper räcker att fordonet hunnit bromsa.

Om anläggningen är utrustad med bommar behöver även en fällningssträcka beräknas. Det är den sträcka vilken ett fordon tillryggalägger från att igångsättningspunkten passeras, tills att bommarna är helt fällda (vid en helbomsanläggning) eller har passerat 75°-kontrollen (vid en halvomsanläggning). Om anläggningen saknar bommar utgörs hela signaleringssträckan av kontrollsträckan, någon fällningssträcka finns då inte (Trafikverket, 2015c). Se kapitel 3.1 för en mer utförlig beskrivning och bestämning av signaleringssträckan.

Placeringen av vissa signaltekniska objekt i en vägskyddsanläggning är av betydelse då signaleringssträckan ska bestämmas. Ett exempel är om avståndet mellan vägljussignal och spårmitt överstiger ett specifikt värde, vilket medför att signaleringstiden, och därmed också signaleringssträckan, ökar.

Signaleringssträckan kan vara fast eller rörlig beroende på vilket signaleringssystem som används. För ERTMS nivå 2 och 3 (E2 respektive E3) används rörlig, och med övriga system fast. Den fasta signaleringssträckan beräknas på olika sätt beroende på vilken typ av trafik som ska passera plankorsningen, om vägskyddsanläggningen är utrustad med ATC eller inte, eller om tågslagsselektering kan förekomma på sträckan (Trafikverket, 2015c).

## 5. Projektering av automatiken

När projektering av de yttre signalanläggningsdelarna i föregående steg har genomförts behöver automatik- och manöverdelar, alltså de som normalt sett finns inne i vägskyddskur och teknikskåp, projekteras.

Projektering av automatiken utgår normalt från så kallade stomritningar. Stomritningar kallas även för 1000-ritningar, och kan beskrivas som grundritningar som finns färdiga för olika typer av standardanläggningar. Normalt förfarande är att projektören utgår från den stomritning som bäst beskriver den anläggning som ska projekteras, och gör de ändringar som är nödvändiga för den specifika anläggningen. Det kan t.ex. gälla förstärkning av varningssignalering mot vägen med fler vägljussignaler, eller dylikt. Stomritningarna är generellt gamla och uppdaterade, och det är vanligt att projektören behöver genomföra kompletteringar mot gällande regelverk, uppdatera artikelnummer på ingående delar med mera.

## 6. Anpassning till omgivning

Då varje vägskyddsanläggning, åtminstone till sin geografiska placering, är unik, skiljer sig gällande förutsättningar åt mellan anläggningar. Därför är det nödvändigt att en anpassning till omgivande och angränsande järnvägsanläggning görs. Det kan t.ex. handla om andra närliggande vägskyddsanläggningar eller driftplatser vilka inkräktar på signaleringssträckan för den anläggning som ska projekteras.

## 7. Ritningsgranskning

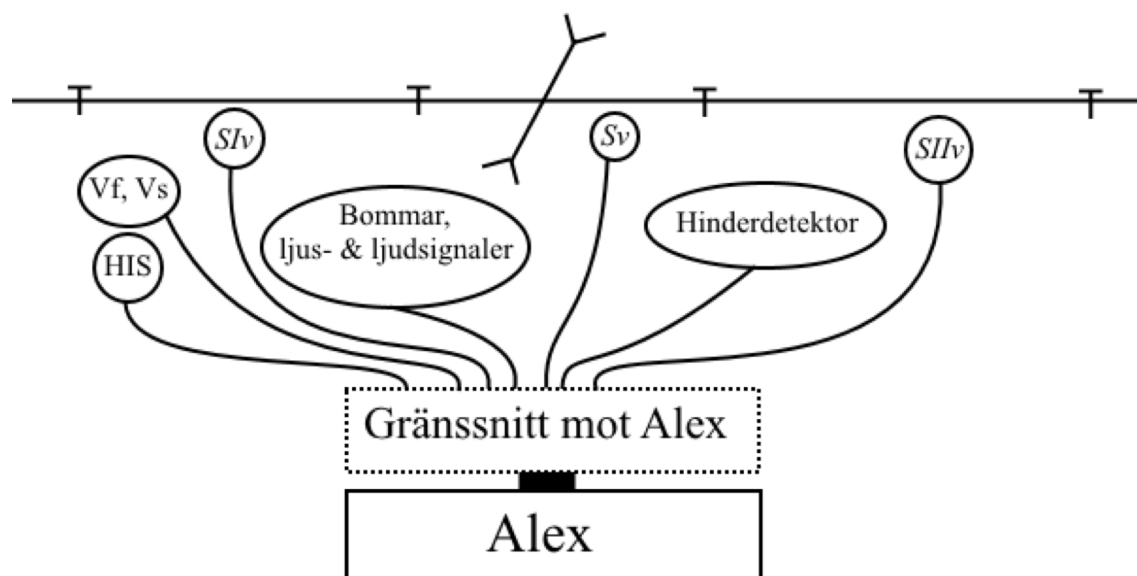
När steg 1-6 är genomfört behöver ritningar kontrolleras och granskas för att säkerställa att de inte innehåller några felaktigheter. Granskningsproceduren ser olika ut hos olika projektörer, men vanligt är att någon typ av interngranskning görs, med syftet att eliminera slarvfel och dylikt. När det är gjort ska ritningarna genomgå säkerhetsgranskning, vilket kan utföras av en person med behörigheten *Signalteknisk säkerhetsgranskare* (Trafikverket, 2015l).

När samtliga granskningar är genomförda kan ritningarna överlämnas till beställaren, varefter en entreprenör kan ta vid och bygga enligt det framtagna ritningsunderlaget.

## 5.2 Projektering av Alex-kompatibla anläggningar

Som beskrivet i föregående avsnitt görs projektering av vägskyddsanläggningar idag i normalfallet av en och samma aktör. Det innefattar hela förfarandet med projektering av såväl de yttre delarna, d.v.s. bestämning av signaleringssträckor och utplacering av signaltekniska objekt med mera, till de delar som återfinns inne i anläggningens teknikutrymmen. Projekteringsprocessen för Alex-systemet kommer istället att delas upp i flera delar. De yttre delarna kommer även fortsättningsvis att hanteras av samma projekterande aktörer som tidigare. De delar som omfattar automatik- och logikutrustningen däremot, d.v.s. steg 5: *Projektering av automatiken* enligt projekteringsschemat i kapitel 5.1, kommer istället att projekteras och tillhandahållas av Alex-leverantörerna. Det innebär i praktiken att den yttre projekteringen sträcker sig till teknikutrymmet och fram till själva gränssnittet mot Alex-produkten, så som det har definierats av Trafikverket. Gränssnittet består i praktiken, något förenklat, av en kopplingsplint till vilken yttre utrustning för tågdetektion, hastighetsinformationssystem och dylik utrustning ansluts. I Figur 32 visas en illustration av förhållandet mellan objekt och gränssnittet mot Alex-produkten.

Gränssnittet mellan den yttre signalanläggningen och Alex-produkten, d.v.s. kopplingsplintarna, kan ses som en fysisk avgränsning vid vilken de båda aktörernas respektive ansvarsområden börjar och slutar.



Figur 32. Översiktlig illustration av kopplingarna mellan några objekt och Alex-produkten, via det fysiska gränssnittet.

### 5.3 Samarbetet mellan projektör, leverantör och beställare

En projekterande aktör samt ett antal av de leverantörer som lämnade anbud på upphandlingen av Alex har tillfrågats kring vad de tror om det framtida samarbetet mellan projekterande aktörer, leverantör och beställaren. Eftersom inga anläggningar till dags datum (maj 2018) har byggts eller ens projekterats, har de enbart att utgå ifrån de upphandlingsdokument Trafikverket publicerat gällande krav på funktion och säkerhet med mera.

Trafikverket föreskriver att viss utrustning ska tillhandahållas av dem själva, medan andra delar ska ingå i Alex-produkten (Trafikverket, 2016h). Det kan alltså bli så att en Alex-leverantör, trots att den har en kompatibel komponent i sitt sortiment, inte får leverera den med Alex-produkten. Henning Waldén på Scheidt & Bachmann Sverige AB ser därmed en viss risk att detta kan orsaka merarbete för dem, på grund av att de som leverantörer behöver ansvara för systemkompatibilitet mellan sin Alex-produkt och kringutrustning från andra leverantörer. Han ser också en ökad risk för svårigheter kring ansvarsutkrävning vid eventuella garantiärenden ju fler aktörer som är inblandade (Waldén, 2018).

När det gäller var leverantörens ansvarsområde börjar respektive slutar, anser leverantörerna generellt att gränserna är väl definerade och tydliga. Leon Nilsson på Amparo Solutions AB anser dock att det finns vissa otydligheter gällande i vilken utsträckning leverantören ska tillhandahålla och installera eventuella tillval i anläggningarna, i de fall detta förekommer. Han ser att det hade varit lämpligt med en tydligt definierad ansvars- och avgränsningslista, för att undvika missförstånd (Nilsson, 2018). Henning Waldén anser att ansvarsgränserna är tydligt definierade i upphandlingsdokumenten (Waldén, 2018). Gert Andersson på Industrispår i Ystad AB ser en möjlig risk för oklarheter kring systemsupport och hur den ska utföras (Andersson, 2018). Anders Naucélér har inte fördjupat sig i projektet Alex, men ser en potentiell risk för konflikter mellan olika parter innan rutiner kring projektering och konstruktion av Alex-system har etablerats. De förändringar Alex medför för den projekterande aktören, jämfört med dagens process för vägskyddsprojektering, består främst i att uppdragets omfattning minskar (Naucélér, 2018).

## 6 Diskussion och slutsats

Plankorsningar utgör en konfliktpunkt mellan väg- och järnvägstrafikanter, och är årligen skådeplats för ett antal allvarliga olyckor. De skyddssystem som finns för att skydda vägtrafikanter och varna dem för annalkande tåg är byggda med gammal, omodern teknik. Anläggningarna är av flera skäl dyra att underhålla, och det finns idag färdiga, beprövade system att köpa på den öppna marknaden. Av bland andra dessa orsaker har Trafikverket valt att initiera upphandling av ett nytt, modernt system för vägskyddsanläggningar, benämnt *produkten Alex*. Jämfört med dagens anläggningar förväntas det nya systemet vara mer driftsäkert och billigare att underhålla.

Trafikverket har i upphandlingen av Alex-produkten ställt krav gällande bland annat säkerhet, underhållsmässighet och tillgänglighet. Därutöver har inga krav gällande produktens tekniska lösning definierats, utan detta är upp till leverantören själva att välja. Resultatet blir i praktiken en leverantörsberoende lösning, där Trafikverket för varje specifik anläggning kan välja vilken av leverantörernas produkt man önskar använda.

På komponentnivå är en leverantörs produkt inte nödvändigtvis kompatibel med andra leverantörers motsvarigheter. Det kommer därför inte att vara möjligt att i en och samma anläggning blanda komponenter från olika leverantörer. Däremot har samtliga leverantörer samma krav gällande anslutning till gränssnitt mot övriga signalanläggningen, och även när det gäller den fysiska monteringen i teknikutrymmena. Det ska därför, åtminstone i teorin, vara möjligt att byta från ett befintligt komplett system från en leverantör, till en annan leverantörs motsvarighet, om detta av någon anledning skulle bli nödvändigt.

Svaren på de intervjufrågor som har ställts till leverantörer av Alex-produkten behöver ses i ljuset av att ingen av de tillfrågade har genomfört någon projektering eller leverans av ett Alex-system, eftersom några sådana ännu (i maj 2018) inte har realiserats i Sverige. Däremot har respondenterna erfarenheter från liknande projekt i andra länder, vilket ger tyngd åt deras vittnesmål och åsikter.

Den stora skillnaden för de aktörer som idag projekterar hela vägskyddsanläggningen, d.v.s. både de delar som finns inuti och de som finns utanför teknikutrymmet, är att de i och med Alex enbart kommer att projektera de yttre delarna. Den största delen av de i teknikutrymmet belägna delarna, alltså automatik- och manöverutrustningen, innefattas i Alex-produkten och kommer således att projekteras och tillhandahållas av respektive Alex-

leverantör. Sett ur dagens vägskyddsprojektörers synvinkel är detta en försämring då deras del av projekteringsprocessen, och därmed den ekonomiska vinstmöjligheten, kommer att minska jämfört med dagens situation.

De tillfrågade leverantörerna anser att Trafikverket tydligt har definierat var respektive aktörs ansvarsområde börjar respektive slutar, med några mindre undantag. Inga tydliga konfliktpunkter mellan Alex-leverantörerna, projektörer och beställaren (vanligtvis Trafikverket) har kunnat fastställas. En leverantör uppgav att de ser en generell risk för konflikter då fler aktörer är inblandade i projektering och leverans av produkten, medan en annan poängterade att de har ett arbetssätt där konflikter i ett tidigt skede förebyggs, innan de bryter ut och orsakar några problem.



## 7 Referenser

- Andersson, G. (den 21 Maj 2018). VD, Industrispår i Ystad AB.
- Banverket. (2009). *Järnvägen i samhällsplaneringen - Underlag för tillämpning av miljöbalken och plan- och bygglagen*. Banverket.
- Europaparlamentet. (2006). *Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/42/EG*. Europaparlamentet.
- Google Maps. (2013). *Google Maps*. Hämtat från <https://goo.gl/maps/FoHuQvkJ5n> den 2 Maj 2018
- Mornell, O. (2006). *Kartläggning av plankorsningar*. Borlänge: Banverket.
- Naucér, A. (den 18 Maj 2018). Signalprojektör, Sweco Rail AB.
- Nilsson, L. (den 8 Maj 2018). Vice VD, Amparo Solutions AB.
- Ståhl, D. (den 13 Mars 2018). Lärare signalteknik, Trafikverksskolan.
- Tellefors, H. (den 18 April 2018). Projektledare för projekt Alex (Trafikverket).
- Trafikanalys. (2016). *Uppföljning av de transportpolitiska målen 2016*. Stockholm: Trafikanalys.
- Trafikverket. (2015a). *Transportpolitisk måluppfyllelse – Nuläge och förväntad utveckling: Underlagsrapport till Inriktningsunderlag 2018-2029*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015b). *TDOK 2014:0995 - Plankorsningar, Bygga nytt, Bygga bort, Val av skyddsalternativ*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015c). *TDOK 2013:0271 - Vägskyddsanläggningar, Projektering av signaleringssträcka*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015d). *TDOK 2014:0467 - Vägskyddsanläggningar, teknisk beskrivning*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015e). *TDOK 2015:0311 - Plankorsningar - val av skyddsalternativ*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015f). *TDOK 2014:0466 - Vägskyddsanläggningar, Signalering mot banan via ATC*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015g). *TDOK 2013:0270 - Vägskyddsanläggningar, Signalering mot banan*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015h). *TDOK 2014:0499 - Vägskyddsanläggningar, Signalering mot vägen*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015i). *TDOK 2014:0468 - Vägskyddsanläggningar, förbättringsåtgärder*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015j). *TDOK 2014:0377 - Vägskyddsanläggningar gränssnittsspecifikation*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015k). *TDOK 2014:0378 - Vägskyddsanläggningar konstruktionskrav*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2015l). *Signal- och övervakningssystem - del a) Signalsystem*. Borlänge: Trafikverket.

- Trafikverket. (2016a). *TDOK 2016:0051 - Trafikbestämmelser för järnväg, modul 10*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2016b). *TDOK 2016:0061 - Trafikbestämmelser för järnväg, Modul 20*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2016d). *ALEX16-015 - Alex Vägskyddssystem – Krav vid projektgenomförande*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2016e). *ALEX16-018 - Alex Vägskyddssystem - Krav på utformning av fysiska objekt*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2016f). *ALEX16-006 - Alex Vägskyddssystem - Krav på funktioner och gränssnitt i Alex-produkten*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2016f). *ALEX16-011 - Krav på RAM och RAM-program*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2016g). *ALEX16-012 - Krav på säkerhet och säkerhetsstyrning*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2016h). *ALEX16-044 - Översikt Alex vägskyddssystem*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (November 2017a). *Presentation: Alex - Automatic LX. Vägskyddssystem för plankorsningar*. Hämtat från [https://www.trafikverket.se/contentassets/78da3b88b04b47fd9569df1b4cee68b8/presentation\\_alex\\_1711103.pptx](https://www.trafikverket.se/contentassets/78da3b88b04b47fd9569df1b4cee68b8/presentation_alex_1711103.pptx)
- Trafikverket. (2017b). *TDOK 2017:0367 - Trafikverkets hantering av plankorsningar*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2017c). *Bristartiklar i Trafikverkets järnvägsanläggning*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2017c). *Trafikbestämmelser för järnväg, Modul 3H*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2018a). *Trafikverket Plankorsningar, PLK-webb*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2018b). *Trafikverkets verksamhetsplan 2018-2020*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2018c). *Alex, Automatic Level Crossing*. Hämtat från <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/anlaggningssteknik/vagskyddsanlaggningar/alex/>
- Trafikverket. (2018d). *ERTMS17-348 - Generisk anläggningsutformning*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2018e). *Uppdragsbeskrivning, konsultuppdrag. För upprättande av förfrågningsunderlag för utförandeentreprenad - vägskyddsanläggningar ALEX*. Borlänge: Trafikverket.
- Waldén, H. (den 7 Maj 2018). *Scheidt & Bachmann Sverige AB, Sales & projekt*.

## 8 Bilagor

### 8.1 Intervjufrågor

#### 8.1.1 Alex-leverantörer: Scheidt & Bachmann Sverige AB, Amparo Solutions AB samt Industrispår i Ystad AB

1. Baserat på processbeskrivningen i kapitel 5.1, i vilket skede anser ni att er roll som leverantör börjar och slutar?
2. Anser ni att det är oklart vilka som är era ansvarsdelar i Alex? Beskriv isåfall.
3. Ser ni några potentiella konfliktpunkter mellan er och någon annan aktör i projektet, t.ex. beställaren? Beskriv isåfall dessa.
4. Har ni några övriga kommentarer kring Alex, och projektet hittills? Det kan vara vad som helst.

#### 8.1.2 Projekterande aktörer: Sweco Rail AB

1. Vilken eller vilka delar i den bifogade processbeskrivningen i kapitel 5.1 anser du förändras för dig som projektör i och med Alex? På vilket sätt förändras den/de?
2. Anser du att det är oklart var dessa gränser går?
3. Ser ni några potentiella konfliktpunkter mellan er och någon annan aktör i projektet, t.ex. beställaren eller Alex-leverantören?
4. Har ni några övriga kommentarer kring Alex, och projektet hittills? Det kan vara vad som helst.

### 8.2 Intervjusvar

#### 8.2.1 Henning Waldén, Scheidt & Bachmann Sverige AB (leverantör)

1. We assume that the pilot systems have been approved, and serial production have started. All pre-engineering are to be made by Trafikverket (or another sub-contractor). Our work starts when we have an order for the project from TV, and receive all relevant docs: Project systemdefinition, Drawings, Cable plan, Pictures, Regulations, alterations, etc. When we have built the system, there will be an internal FAT and a SAT with the customer (or its sub-contractor). We will deliver the system on site, or another place specified by TV. Our job is finalized upon delivery as all installation work will be done by Trafikverket (or its sub-contractor).
2. The tender document ALEX16-044 describes pretty clearly which parts of the system which is our responsibility. As we explained before, it's best that you contact Trafikverket in order to get this document.

3. It can be slightly more complicated with several suppliers, and we would of course have preferred to supply a complete system from S&B. We need to integrate elements from other suppliers in our system solution, and it will mean extra work. If there's a fault in a system within the warranty period, we could end up in a situation where it's hard to establish which part of the system is faulty, ours or the other supplier. The same applies to spare part management, where Trafikverket would need to purchase and stock spare parts from several different suppliers.
4. No, but we would like to start the project ASAP.

#### 8.2.2 Leon Nilsson, Amparo Solutions AB (leverantör)

1. Vi levererar utrustning för en vägskyddsanläggning efter det att projektören/beställaren har fyllt i vår checklista med placering av alla objekt (km-tal), timing diagram etc. Checklistan innehåller alla uppgifter vi behöver från projektören för att kunna säkerställa att vi kan bygga anläggningen för den aktuella platsen.
2. Ja, det har till exempel för oss varit oklart i vilken utsträckning vi skall utföra ombyggnation i samband med tillvalsbeställningar. Det hade varit av hjälp att ha en tydlig avgränsningslista/ansvarslista i upphandlingen.
3. Vi arbetar på så sätt att vi i så fall försöker klara ut dessa direkt så att alla vet vad som gäller.
4. *Inget svar.*

#### 8.2.3 Gert Andersson, Industrispår i Ystad AB (leverantör)

1. Vi kommer in när det översänts en rambeskrivning med de olika förutsättningarna. Vår roll som leverantör avslutas när vi levererat komplett sats av alla ingående detaljer.
2. Ser ingenting som oklart. Ingenting mellan beställare och oss samt oss och entreprenören. Möjligtvis när det gäller support.
3. Det skulle möjligtvis vara leveranstiden för pilotprojektet. Det kan också vara så att entreprenörerna kräver mer support än vad som är skäligt. Frågan är hur enkelt det är att "omvandla" personal som har vana att jobba med reläteknik till elektroniskt styrt system.
4. Det är inte bra att det går över ett år mellan att man lämnat anbud tills man får en order. Det sker personella förändringar både på beställarsidan och leverantörssidan. När det gäller skåpens utformning och placering, så kommer säkerligen reaktioner. Personal som är vana att gå in i en varm kur, ska nu ligga på knä utomhus för att klara servicen.

#### 8.2.4 Anders Nauc ler, Sweco Rail AB (projekterande aktör)

1. Den stora förändringen l r ligga i att vi inte längre projekterar automatiken utan endast vilka in- och utsignaler som ska ingå.
2. Ja, då jag inte har sett några exempel på hur det kan se ut.
3. Det kommer säkert att bli en del konflikter gällande gränsdragningen i början innan rutiner är på plats.
4. Inga andra kommentarer.