

Förbättringsåtgärder för ställverk 59



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Teknik och samhälle

Examensarbete:
Erik Andersson

© Copyright Erik Andersson

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 2013

Sammanfattning

Syftet med detta examensarbete är att presentera ett antal tekniska lösningar för att förbättra säkerheten och kapaciteten i ställverk 59. Ställverk 59 är den vanligaste ställverkstypen på Trafikverkets järnvägsnät. Grundkonstruktionen är utvecklad på 1950-talet, men ställverkstypen nybyggs fortfarande trots konstruktionens ålder.

Ända sedan järnvägen infördes har det funnits behov av att styra trafiken. Att spåren är fria från hinder och att tåget inte kör för fort i växelkurvor är två grundläggande krav för trafikstyrning. Dessa problem har man genom tiderna löst på olika sätt. I Trafikverkets modernare anläggningar används spårledningar för hinderfrihetskontroll och en kombination av optisk signalering och hyttsignalering för att ange tillåten hastighet.

För att kunna ge körsignal till ett tåg krävs att alla växlar bortom signalen är låsta i rätt läge så att tåget leds till avsett spår. Dessutom krävs att signaler på anslutande spår visar stopp, så att två tåg inte riskerar att krocka.

Ett vanligt problem är att en tungkontrollkontakt går sönder. I ställverk 59 innebär det att tåg måste passera signaler i stopp vilket får konsekvenser för såväl tidtabell som säkerhet. Genom att separera växelkontrollen så att växelns driv och tungkontrollkontakter kontrolleras separat kan man tillåta att körsignal med hastighetsbegränsning på 40 km/h ges trots att en tungkontrollkontakt är trasig.

Passagekontrollen i ställverk 59 uppfyller inte Trafikverkets krav för att låsa upp tågvägar. Den befintliga kopplingen motsvarar endast en förenklad variant av bakändespassage. Därför presenteras en ny krets som uppfyller kraven. Kopplingen innebär att såväl framändespassage som bakändespassage måste ha registrerats för att få låsa upp en tågväg automatiskt. Om denna koppling införs kan även kretsen för tågvägsupplåsning på tid (stoppanmälan) förbättras så att tiden börjar mätas så snart en framändespassage in på huvudspåret har registrerats, istället för vid en bakändespassage. Funktionen innebär en kapacitetshöjning för långa tåg.

I Cst-ställverket krävs att signalen vid tågvägens börjanpunkt visar stopp innan tågvägen kan låsas upp automatiskt. Denna funktion föreslås också införas i ställverk 59. Anledningen är att tågklararen ska uppmärksammas när det finns ett fel så att underhållspersonal kan kallas ut för felavhjälpning i ett tidigt skede.

I stomsatsen, som projektören utgår ifrån vid projektering av nya ställverk 59 står infarts- och utfartsblocksignalerna rygg i rygg. Vid lokalfrigivning får detta till följd att det saknas skyddsavstånd mellan lokalfrigivningsområdet, som begränsas av utfartsblocksignalen, och en tågväg med infartssignalen som slutpunkt. Enligt Trafikverkets regelverk krävs minst 100 m skyddsavstånd vid denna situation. Därför föreslås att infarts- och utfartsblocksignalerna dras isär med 100 m.

Många av de säkerhetskritiska reläerna i ställverk 59 som exempelvis passagekontrollreläet (Å) och signalreläerna (A, B och Fv) saknar motionskontroll. Det innebär att ställverket kan fungera normalt trots att ett relä är otillåtet draget. Detta skulle kunna få mycket allvarliga konsekvenser, varför en ny koppling för motionskontroll har utarbetats.

Ett par andra möjligheter till förbättring av ställverket har också identifierats: en PLS-baserad funktion för genomgångsdrift och möjlighet att ställa tågväg mot utfartsblocksignal i stopp. Dessa kräver dock vidare utredning.

Under arbetets gång har det framkommit att Trafikverkets styrande dokument innehåller en del motsägelsefulla regler. Därför rekommenderas Trafikverket att se över sina styrande dokument inom det signaltekniska området.

Slutligen uppmärksammas att det saknas regler för projektering av ställverk 59. Det som finns är stomsatser för tvåspåriga mötesdriftplatser på enkelspårslinjer och för kryssdriftplatser på dubbelspårslinjer. Ingenstans finns beskrivet hur kretsarna ska konstrueras om något avviker från detta. För att få anläggningarna mer enhetliga och enkla föreslås att Trafikverket utarbetar en projekteringshandbok för ställverk 59. På detta sätt skulle man spara tid och diskussioner vid såväl granskning och projektering som vid felavhjälpning.

Nyckelord: signalsäkerhetsanläggning, signalställverk, ställverk, relä

Abstract

The intention of this paper is to present a couple of technical solutions to improve the safety and the capacity of *ställverk 59*. *Ställverk 59* is the most common interlocking system in Trafikverket's railway. It was developed in the 1950s but is still being built.

Ever since the railway was invented, there has been a need to control the traffic. Two of the most common requirements are to ensure that the tracks are free from obstacles and that the trains don't drive too fast in point-curves. Through the ages there has been different ways to achieve this. In modern signal boxes track circuits are used to control that the tracks are free. To provide information about speed limits a combination of optical signals and cab signals are used.

To give green signal to a train, all points behind the signal needs to be locked in the right position. Furthermore, signals on connecting tracks need to show stop to avoid train crashes.

A common problem is that the electrical point control fails. It means that trains have to pass signals showing stop, leading to negative consequences for both timetable and security. By separating the control of the point motor and the electrical point controls it is possible to signal the route with a restrictive signal (maximum 40 km/h) when the electrical point control fails.

The pass detection in *ställverk 59* does not satisfy the requirements regarding the automatically unlocking of routes. Therefore, a new circuit for strict front and rear pass detection is presented. The circuit also means that time controlled unlocking of routes gets higher capacity for long trains.

Light control of the red light is proposed as a requirement to unlock routes automatically. This is a requirement in other interlocking systems. The reason is to indicate an error and call out maintenance staff early.

The signals that control entrance to and exit from a station are not separated in the standard design of *ställverk 59*. The regulation of Trafikverket requires a distance of at least 100 m between the entry signal and the exit signal at a station.

Many safety critical relays in the interlocking system are not function-checked. It may lead to dangerous situations. Therefore, a circuit to check the function of relays used to detect train passes and turns on the green light into signals, is proposed.

A few other functions, that needs more investigations are also proposed: A PLC-based function to lock the station and the possibility to lock a train route to the exit signal.

During the work, it has been noted that Trafikverket has lots of contradictory requirements in their interlocking systems, and that there are no structure guide how to design circuits in *ställverk 59* when the station layout differs from standard. To get uniformity in the signal boxes Trafikverket is recommended to write a designing structure guide for *ställverk 59* and revise its governing documents to eliminate all contradictions.

Keywords: signal safety, relay, signal box, interlocking

Förord

Detta examensarbete är avslutningen på min utbildning till byggingenjör med inriktning järnvägsteknik. Under arbetets gång har jag fördjupat mina kunskaper inom järnvägens reläbaserade signalteknik betydligt. Jag har ägnat åtskilliga dagar åt att läsa in mig på principer i olika reläställverk genom att studera anläggningsritningar och utbildningsmaterial inför skrivandet.

Mycket tid, mycket mer än planerat, har också gått åt till att komma fram till så smidiga och enkla kretslösningar som möjligt. Trots att mina kretslösningar nu är väldigt väl genomgångna finns det säkert ytterligare förbättringsmöjligheter.

Jag vill ta tillfället i akt att tacka alla signalare på Atkins. Det har varit mycket trevligt att tillbringa skrivandet på kontoret i Malmö och bra att ha kompetent folk att fråga. Speciellt tack vill jag rikta till Mattias Månsson som fungerat som handledare och kritiskt har granskat mina förslag och ständigt kommit med nya infallsvinklar. Tack även till Andreas Persson och Björn Hellrup för värdefulla synpunkter och för att ni har stått ut med mina ständiga frågor.

Utöver detta har jag under arbetets gång har jag fått värdefulla tips och svar på frågor från Mikael Strömsöe och Staffan Wiklund på Trafikverket, Sven Bjurdell på Intersignal, Sam Anderberg och Lennart Rosenstock på Atkins Danmark och Mattias Schönbeck på Atkins Sverige.

Tack även till Emil Axelsson och Thomas Zarnhall som uppmuntrat mig att bli färdig.

Södervidinge 2013-01-18

Erik Andersson

Innehållsförteckning

1	Innehåll	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Rapportens olika delar	1
2	Begrepp och definitioner	3
2.1	Trafikledning	3
2.2	Reläteknik	3
3	Signalsäkerhetsanläggningar för järnväg	5
3.1	Olika ställverkstyper	5
3.1.1	Friförbundna reläställverk	5
3.1.2	Geografiska reläställverk och datorställverk	5
3.2	Rörliga objekt – Växlar	6
3.3	Hinderfrihet	7
3.4	Rörelsevägar	9
3.5	Fjärrstyrning	9
4	Växelomläggning och -kontroll i reläställverk	10
4.1	Växelomläggning	10
4.1.1	Omläggningskretsar i reläställverk	11
4.1.1.1	Låsning	11
4.1.1.2	Omläggning	11
4.2	Växelkontroll	12
4.2.1	Kontrollkretsar i reläställverk	13
4.2.1.1	Elektriskt drivna växlar	13
4.2.1.2	Klotväxlar	14
5	Svk-funktion och separat TKK-kontroll	15
5.1	Allmänt	15
5.2	En vanlig felkälla	18
5.3	Anpassning till ställverk 59	18
5.3.1	Enkelspårig mötesdriftplats	18
5.3.2	Kryssdriftplatser	23
5.4	Förbud?	25
6	Tågvägsupplåsning	26
6.1	Funktionen i Cst-ställverk	26
6.2	Funktionen i ställverk 59	26
6.3	Kraven i regelverket - BVS 544.98027	27
6.4	Analys och ändringsförslag	27
6.4.1	Nya utlösningsskretsar i ställverk 59	28
7	Isärdragna infarts- och utfartsblocks signaler	35

8 Ljuskontroll av rött sken.....	36
8.1 Allmänt	36
8.2 Anpassningar i ställverk 59	36
9 Motionskontroll	37
9.1 Allmänt	37
9.2 Anpassning av ställverk 59.....	37
10 Övriga iakttagelser och förslag till ytterligare utredning	38
10.1 Genomgångsdrift.....	38
10.2 Tågväg mot utfartsblocksignal i stopp	38
11 Regelverkens samstämmighet.....	40
12 Projekteringshandbok	41
13 Slutsatser.....	42
14 Referenser	43

1 Innehåll

1.1 Bakgrund

Ställverk 59 är det i särklass vanligaste signalställverket på Trafikverkets järnvägsnät. Trots att grundkonstruktionen är utvecklad för mer än 50 år sedan nybygger man fortfarande denna typ av anläggningar på mindre trafikplatser. Man har naturligtvis utvecklat anläggningarna efterhand. Både på grund av att komponenter har slutat tillverkas och för att förenkla manöverkonstruktionen. Det saknas dock ett helhetsgrepp över utvecklingen.

1.2 Syfte

Ambitionen med detta examensarbete är att komma fram till tekniska lösningar för att införa funktioner som Trafikverket ställer krav på i sina styrande dokument. Dessutom ska tekniska lösningar utarbetas för att införa vissa funktioner som finns i moderna stora signalställverk (framförallt modell Cst) som kan bidra till ökad faktisk säkerhet, ökad driftsäkerhet och enhetlighet för trafiklednings- och underhållspersonal.

1.3 Rapportens olika delar

De inledande kapitlen 2-4 beskriver grundläggande funktioner i signalsäkerhetsanläggningar på Trafikverkets järnvägsnät.

I vart och ett av kapitlen 5-9 beskrivs en brist i ställverk 59 samt ges förslag på lösning. Problemen som tas upp är:

- Problemet med känsliga tungkontrollkontakter och de stoppsignalpassager som detta för med sig.
- Den automatiska tågvägsupplåsningen uppfyller inte de krav på passagekontroll som Trafikverket ställer.
- Stomsatserna för ställverk 59 är konstruerade för anläggningar där infarts- och utfartsblocksignalerna står rygg i rygg. Detta uppfyller inte kraven på skyddsavstånd mellan tågväg och lokalfrigivningsområde.
- I andra ställverkstyper krävs att signalen vid en tågvägs börjanpunkt måste visa rött sken för att tågvägen ska kunna låsas upp automatiskt. Här föreslås en lösning för att införa denna funktion i ställverket.
- Trafikverkets regelverk ställer krav på motionskontroll av reläer. Detta finns inte i ställverk 59.

I kapitel 10 presenteras ytterligare ett par förbättringsförslag som identifierats men borde utredas vidare.

I kapitel 11 och 12 resoneras kring några brister som iakttagits under arbetets gång, men inte direkt går att hänföra till något av de andra kapitlen:
Trafikverkets regelverks samstämmighet och bristen på projekteringsanvisningar för ställverk 59.

I kapitel 13 redovisas slutsatserna.

2 Begrepp och definitioner

För att kunna tillgodogöra sig texten i detta examensarbete är det på sin plats att inledningsvis förklara några grundläggande begrepp inom signalteknik vid järnväg. För ytterligare förklaringar hänvisas till BVS 544.93100 *Signaltekniska termer och definitioner* (Banverket 2009d).

2.1 Trafikledning

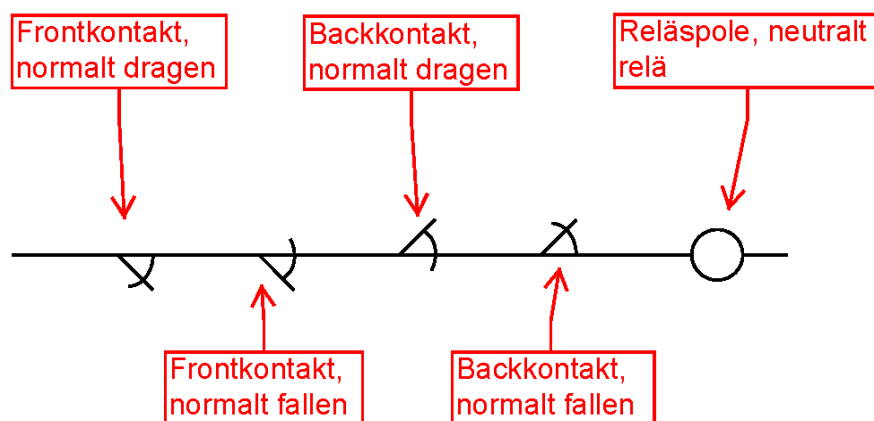
Driftplats benämns enligt JTF (Järnvägsstyrelsen 2008a, s.7) ”ett från linjen avgränsat område av banan som kan övervakas av tågklarerare (tkl) mer detaljerat än vad som krävs för linjen”. I praktiken innebär detta en plats med signaler och växlar som kan styras av en tkl. Styrningen sker med hjälp av ett signalställverk som genom sitt förreglingssystem svarar för säkerheten.

2.2 Reläteknik

Ett neutralt relä består av en spole och ett antal kontakter. Kontakterna är av två typer: frontkontakter och backkontakter. När reläets spole är strömlös är reläet fallet. Då är backkontakterna slutna och frontkontakterna brutna. Spänningssätts spolen drar reläet. Då bryter backkontakterna och frontkontakterna sluter.

I vissa sammanhang används remanenta reläer. De består av två spolar: en frontspole och en backspole. Även om spänningsmatningen till en spole bryts kommer reläet att förbli i det läge som den senaste spolen drog det till. Spänningssätts frontspolen drar reläet i front. Då sluter frontkontakterna och backkontakterna bryter. När backspolen spänningssätts drar reläet i back. Då sluter backkontakterna och frontkontakterna bryter.

De vanligaste symbolerna är uppritade och förklarade i figuren nedan. I övrigt hänvisas till BVF 544.93202 – *Symboler för signalteknisk dokumentation* (Banverket 2001).



Figur 1 Beskrivning av kretsritningarnas reläsymboler.

Till alla säkerhetskritiska funktioner används säkerhetsreläer. Säkerhetsreläerna karakteriseras av att kontakterna är säkerhetsstyrda, och uppfyller höga isolationskrav. Säkerhetsstyrningen innebär att om en kontakt skulle fastna, kommer de andra kontakterna av samma sort ändå att bryta, men kontakterna av den andra sorten kommer inte att sluta (Banverket 1999 s.28).

Vissa andra icke-säkerhetskritiska funktioner kan styras av industrireläer som inte uppfyller de höga krav som ställs på säkerhetsreläer.

3 Signalsäkerhetsanläggningar för järnväg

Ända sedan järnvägens barndom har det funnits ett behov av att styra och reglera järnvägstrafiken på ett helt annat sätt än exempelvis landsvägstrafik. Detta har flera orsaker. Den kanske mest uppenbara är det låga rullmotståndet. Det som är järnvägens fördel är också dess nackdel. Tack vare att friktionen mellan hjul och räl är mycket låg gör det järnvägstransporter energieffektiva. Nackdelen är att bromssträckan i regel blir väldigt lång.

Ett spårburet trafiksystem har dessutom den nackdelen att möte och förbigång måste ske på särskilt utrustade platser där det finns växlar och extra spår: driftplatser. På grund av trafikplatsernas komplexitet och möjligheten att ändra tågföljd behövs mer detaljerad styrning och kontroll av fordons positioner här än på linjen.

3.1 Olika ställverkstyper

3.1.1 Friförbundna reläställverk

Trafikverket bygger idag alla sina reläställverk (ställverk 59 och Cst-ställverk) friförbundna. Att ett ställverk är friförbundet innebär att alla kretsar måste ritas och byggas individuellt.

Cst-ställverken är anpassade till stora anläggningar med växlingsvägar. De har mycket höga krav på snabbhet och driftsäkerhet.

Ställverk 59 är ursprungligen anpassat till små, fjärrstyrda driftplatser utan växlingsvägar. För ställverk 59 finns och har funnits ett antal stomsatser, dvs färdigkonstruerade grundstommar för ett antal olika bangårdsutformningar. Stomsatsen gör det möjligt att snabbt och enkelt projektera ställverket. I dagsläget finns det två stomsatser för ställverk 59: ESIK (Banverket 2007a) och Kryss (Banverket 2007b). ESIK står för **enkelspår, samtidig infart, kort station**. Det är en tvåspårig mötesdriftplats på en enkelspårslinje. Kryss är anpassad till en liten driftplats på dubbelspår där det bara finns växelförbindelser mellan upp- och nedspår. Trots att det saknas stomsatser för förbigångsdriftplatser på dubbelspår utgivna som BVS nybyggs denna typ fortfarande. Ett exempel är Stehag.

3.1.2 Geografiska reläställverk och datorställverk

Utöver de friförbundna reläställverken finns det geografiska reläställverket ställverk 65, som bygger på reläsatser som kopplas samman enligt bangårdens utformning.

Det finns även datorbaserade ställverk: ställverk 85 och ställverk 950. Varken geografiska reläställverk eller datorställverk behandlas i detta examensarbete.

3.2 Rörliga objekt – Växlar

De farliga objekten på driftplatser är växlar. Om en växel läggs om under ett fordon i rörelse spårar det med stor sannolikhet ur. Samma fenomen kan uppstå om växeln inte är helt omlagd. D.v.s. att ingen eller båda tungorna ligger an mot stödrälen. I regel tillåter man lägre hastigheter genom en växels grenspår än genom dess stamspår. I en standardväxel med vinkeln 1:9 är den tillåtna hastigheten i grenspåret normal 40 eller 50 km/h, medan hastigheten i stamspåret normalt inte begränsas. Kör tåget för fort i grenspårets kurva finns det risk för urspårning. Detta innebär att det är viktigt att föraren i god tid får besked om vilken hastighet den aktuella färdvägen medger.

Det finns och har funnits flera olika metoder för att minska dessa risker. Den äldsta och kanske enklaste lösningen är att endast tillåta en låg hastighet (i regel 40 km/h) över hela driftplatsen oavsett om tågvägen leder genom växlar i raktläge eller kurvläge. Denna princip tillämpar man på driftplatser där växlar inte är kontrollbekräftade (förrglade) – d.v.s. det sker ingen automatisk kontroll eller låsning av växlar när signalen ställs om till körbesked. Här är det upp till driftplatsens tågvägsklargörare, tågvägsinspektör och tågklarare att manuellt lägga växlar i rätt läge, låsa eller bevaka omlägningsanordningarna, inspektera tågvägen och ställa signalen till kör. (Banverket 2000 §§ 54 och 55). Eftersom lösningen är väldigt personalkrävande samtidigt som säkerheten bara ligger på manuella rutiner och kapaciteten för genomfartståg är mycket låg har den i stort sett utrotats från det statliga järnvägsnätet, och finns därför inte med i det nu gällande trafikreglerna för Trafikverkets järnvägsnät.

En mer rationell metod är att införa kontrollbekräftade växlar och optisk hastighetssignalering. Det optiska signalsystemet på statens spårplanläggning i Sverige kan idag ge två olika hastighetsbesked: Kör 80 (ett fast grönt sken i en huvudljussignal) och Kör 40 (minst två fasta gröna sken i en huvudljussignal) (Järnvägsstyrelsen 2009 s.15-16). Historiskt sett har det även varit möjligt att signalera Kör 70 (Statens Järnvägar 1959a s.18). I och med införandet av ATC i större skala har denna signalbild blivit onödig och slopats. I regel signalerar man Kör 80 då ett tågs färdväg leder genom växlar stamspår, och Kör 40 då vägen leder genom en växels grenspår. Det finns dock en del undantag. Särskilt kan nämnas: när växeln tillåter hastighet ≥ 80 km/h då man signalerar Kör 80 även i grenspåret, och när tågvägens slutpunkt ligger närmre signalen än 800 m då man signalerar Kör 40 även om tågvägen leder genom en växels stamspår. Kör 40 signaleras också när slutpunkten är en liten signal, dvs en huvuddvärgsignal eller en slutpunktsstopplykta.

För att åstadkomma full säkerhet måste man säkerställa att lokföraren följer den signalerade hastigheten. Det finns flera exempel på olyckor där tåg spårat

ur när de kört för fort genom grenspåret i växlar, trots att den optiska signaleringen fungerat som den skulle. Ett exempel är en olycka i Stehag 1978 där 4 personer dödades och 12 skadades (Statens Järnvägar 1979 s.4). Dessa olyckor har berott på att föraren missat den signalerade hastighetsbegränsningen och fortsatt i full hastighet genom växelkurvan. Denna risk eliminerar man i stort sett med ATC-systemet, som ingriper och bromsar tåget ifall föraren inte bromsar i tid.

ATC-systemet kan även komplettera och ”uppgradera” den optiska signaleringen. Om en signal optiskt visar Kör 40 kan det mycket väl vara så att ATC:n anger att tåget får köra i 70 km/h. Detta medför en betydande kapacitetsökning – speciellt på enkelspåriga banor där tågmöten kan klareras snabbare.

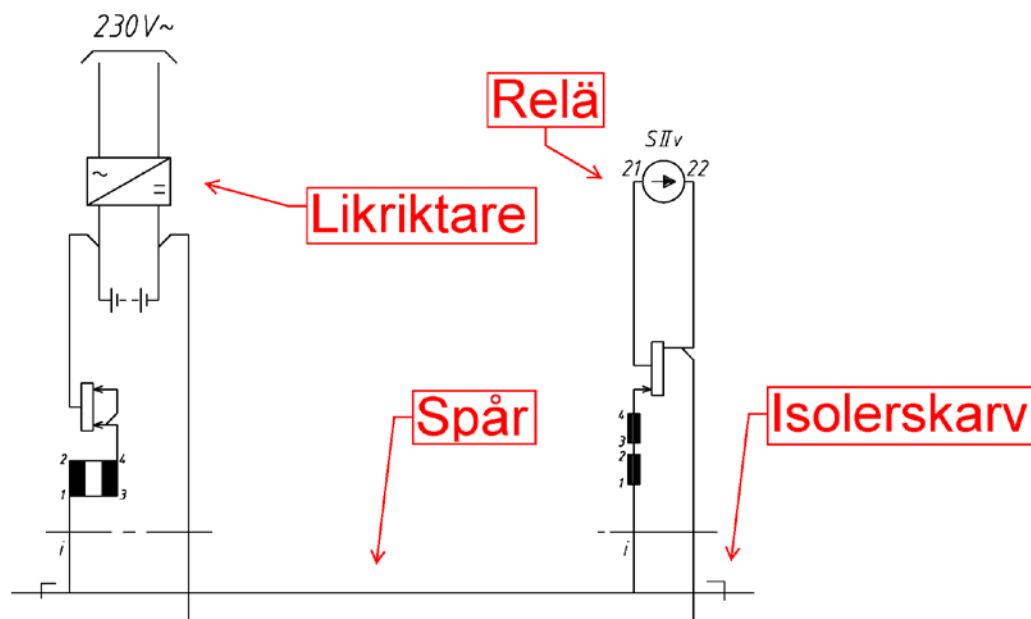
Det finns ytterligare typer av rörliga objekt såsom rörliga broar och spårspärrar. Eftersom dessa är relativt ovanliga i tågvägar behandlas de inte här. Principerna för låsning och kontroll av dessa har dock stora likheter med principerna för låsning och kontroll av växlar.

3.3 Hinderfrihet

En annan faktor som bidrar till olycksriskerna på driftplatser är att det kan finnas andra fordon här. Såväl växlingsrörelser som andra tågrörelser och uppställda fordon kan förekomma.

Ett av kraven för att få visa körbesked i en signal är att tågvägen och dess skyddssträcka är hinderfri. I Trafikverkets anläggningar används normalt spårledning för detta ändamål. Spårledningen (egentligen vilströmsspårledningen) bygger på att spåravsnittet som ska kontrolleras är avisolerat i båda ändar. Man skickar en svag ström genom ena rälen, över en reläspole och tillbaka genom den andra rälen. När spåret är fritt från fordon går strömmen genom reläspolen, och reläet är draget. Så snart ett fordon befinner sig på spåret shuntar dess hjulaxlar bort reläspolen och reläet faller. Detta kan ske eftersom motståndet är så mycket lägre genom hjulaxlarna än genom reläspolen. Konstruktionen är felsäker eftersom reläet kommer falla även vid andra fel som exempelvis rälsbrott (Banverket 2009a). Det finns dock en viss risk att lätta fordon inte får tillräcklig kontakt, speciellt om rälerna är belagda med exempelvis rost eller sand.

Den principiella uppbyggnaden för en spårledning redovisas i figuren nedan.



Figur 2 Principiell uppbyggnad av en likströmsspårledning.

Det finns dock andra metoder för att kontrollera hinderfrihet. På vissa driftplatser med enkla (=äldre) signalställverk kan spårledningar saknas helt, eller bara finnas på delar av driftplatsen. I så fall måste tågvägen inspekteras manuellt. D.v.s. tågklararen måste gå ut på bangården och själv kontrollera att det inte står något fordon på tågvägen innan signalen ställs till körbesked. Ett exempel på en sådan anläggning är Simrishamn (Trafikverket 2011d).

Ett annat alternativ för teknisk hinderfrihetskontroll är axelräknare. Det är en apparatur som räknar antalet hjulaxlar som rullar in på ett spåravsnitt, respektive antalet axlar som rullar ut från spåret. Om inte alla axlar som rullat in på spåret också har rullat ut indikeras spåret som belagt (Cederblad 1984 s.13). Axelräknare är ovanliga i Sverige. Enligt uppgift ska de dock finnas i Drogdöntunneln på Öresundsförbindelsen.

En av fördelarna med spårledningar är att man vid exempelvis banarbeten och olyckor snabbt och enkelt kan stoppa trafiken på ett spår genom att kortsluta det manuellt med kontaktdon (simulera ett uppställt fordon) som en extra säkerhetsåtgärd utöver de administrativa rutiner som finns för spåravstängning.

I vissa äldre signalställverk (Knappställverk) har man en minnesfunktion som i viss mån kompenserar för avsaknaden av spårledningar på huvudspåren. Där kan infartstågväg på normalhuvudspåret nämligen inte låsas upp på vanligt sätt om inte tåget har passerat även utfartsväxlarna. Konsekvensen blir att det första tåget vid ett möte alltid måste tas in på sidotågvägen. Risker för

kollision i högre hastigheter vid tågmöten blir därmed avsevärt mindre.
(Blomberg 1973a)

Ett annat sätt att minska riskerna för att tågväg ställs till ett spår där det mötande tåget redan står är att införa fast spårval. Historiskt sett har man tillämpat detta i Sverige. Om ett tågmöte ska ske under dessa förutsättningar finns det angivet i förarens tjänstetidtabell att på en viss driftplats ska infartssignalen visa exempelvis Kör 40. Har tågklararen av misstag ställt fel tågväg kan föraren uppmärksamma detta och stanna vid driftplatsgränsen och kontakta tågklararen (Statens järnvägar 1959b s.105). På detta sätt minskar man risken för att kollidera med ett mötande tåg. Sena spårändringar, växling och uppställda fordon tas dock ingen hänsyn till.

3.4 Rörelsevägar

Huvudsyftet med ett signalställverk är att kunna låsa och signalera rörelsevägar: i första hand tågvägar. I äldre anläggningar sker låsningen med en vanlig nyckel, som benämns K15. I moderna anläggningar sker låsningen genom att fälla ett remanent relä. Låsningen har tre huvudsyften: Förhindra växelomläggning i tågvägen, förhindra omläggning av de växlar och spårspärrar som skyddar tågvägen och förhindra låsning och signalering av fientliga (korsande och motriktade) tågvägar. Först när en tågväg är låst kan signalen vid tågvägens börjanpunkt lämna ett kör-besked.

3.5 Fjärrstyrning

För att minska personalbehovet och öka flexibiliteten i tågföringen har man successivt infört fjärrstyrning av driftplatser. Den första svenska järnväg som utrustades för fjärrstyrning var Saltsjöbanan i slutet av 1930-talet (Lundberg 1950, s194). I Banskolans utbildningskompendium (Blomberg 1973a) *Reläställverk del 4:1* anges på sidorna 1-2 ett antal krav för att en driftplats ska kunna fjärrstyras. Det krävs bland mycket annat att signalställverket är fullständig och att det kan impulsmanövreras. Att ställverket är fullständigt innebär att hinderfrihetskontroll sker automatiskt på alla huvudspår och att det finns huvudsignaler som kan ge körtillstånd för utfartstågväg. På äldre lokalbevakade driftplatser saknas ibland dessa signaler. Där ges istället körtillstånd manuellt av tågklararen genom en vinkande rörelse med signalstav eller handsignallykta.

För att uppfylla dessa krav utvecklades ställverk 59 under slutet av 50-talet. För mindre driftplatser är det trots grundprincipernas ålder fortfarande standardvalet vid ställverksbyte.

4 Växelomläggning och -kontroll i reläställverk

4.1 Växelomläggning

Det finns ett antal olika metoder för växelomläggning. Den mest primitiva är ett växelklot monterat ute vid växeltungorna. För att låsa dess växlar använder man idag elektromekaniska växeltunglås (Banverket 2009b s.7). När växeln tillåts läggas om skickas spänning ut till en spärrmagnet som mekaniskt friger växeln för omläggning. I äldre anläggningar förekommer det att låsningen sker med speciella kontrollåsnycklar (K-nycklar).



Figur 3 Klotomlagd växel med elektriskt växeltunglås i Västra Torup.

Klotomlagda växlar kan av naturliga skäl bara manövreras lokalt. Om tågklararen ska kunna hantera ett tågmöte någorlunda rationellt är det därför önskvärt att kunna lägga om de tågvägsskiljande växlarerna centralt från ställverkets manöverorgan. Då måste de utrustas med driv. Normalt används elektriska driv.



Figur 4 Växel med ett elektriskt driv i Tyringe

4.1.1 Omläggningsskretsar i relästallverk

Slutsatserna i nedanstående stycken har dragits efter att ha studerat ritningarna i stomsatsen för ESIK-anläggningar (Banverket 2007a).

4.1.1.1 Låsning

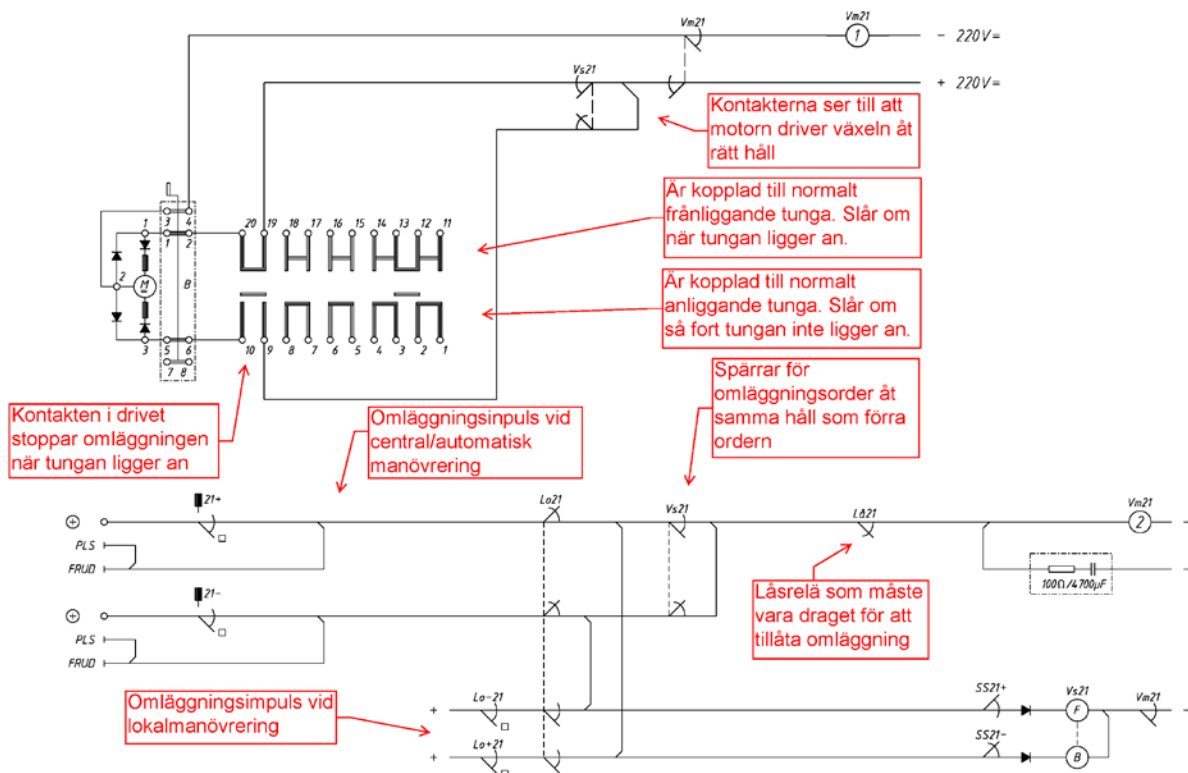
I ställverk 59 sköts låsningen av motordrivna växlar av relä Låxx där xx är växelns nummer. Är Lå-reläet fallet är växeln låst och går inte att lägga om. Kraven för att Lå-reläet ska dra är att ingen rörelseväg är låst genom växeln och växelns blockeringsspårledning är fri. Kravet på fri blockeringsspårledning gäller dock inte om växeln är lokalfrigiven. Alla växlar som går att lägga om centralt från ställverket måste ha en blockeringsspårledning. Blockeringsspårledningen sträcker sig normalt bort till de signaler som omger växeln. Syftet är att förhindra central omläggning av växeln när ett fordon är på väg mot den.

4.1.1.2 Omläggning

Det finns två viktiga reläer som styr växelomläggningen: Vs och Vm. Vs står för växelställare och är ett remanent relä som minns åt vilket håll växeln senast manövrerades. Reläet spärrar för en ny omläggningsorder åt samma håll. Så snart en omläggning påbörjats slår reläet om och en omläggningsorder åt andra hållet är förberedd. Vm står för växelmanöver. Två frontkontakter på detta relä ligger med i kretsen som förser växelmotorn med ström. Det speciella med detta relä är att det har två spolar. Det är spole två som först får

reläet att attrahera när en omlägningsorder ges. Spole två drar på spänning, och har försetts med motstånd och kondensator för fördröjd fällning så att magnetiseringen av Vs reläet kan fullbordas. Så snart Vs-reläet har slagit om kan växelns motor börja arbeta. Då spole ett i Vm-reläet ligger i serie med växelmotorn tar reläet självhållning och förblir draget till dess att växelomläggningen fullbordats och växelns är i kontroll i det andra läget. Spole ett i Vm-reläet drar först när ström flyter genom kretsen. Om växelns av någon anledning inte skulle gå att lägga helt om finns det en kontaktor som bryter motorströmmen efter ca 15 s.

Nedan visas en omlägningskrets för en centralomlagd växel. Kontakterna inne i drivet sluter endast när en kontaktbrygga är i spetsen på kontaktfingrarna. I figuren är alltså 19 och 20 slutna, men 17 och 18 är brutna liksom 9 och 10.



Figur 5 Kopplingschema för växelomläggning. Ritningen bygger på Trafikverkets stomritningar ESIK 125 (Banverket 2007a) och A2.705,1V (Banverket 2004).

4.2 Växelkontroll

Om inget annat anges bygger alla fakta i detta avsnitt på slutsatser dragna utifrån ritningarna i stomtsatsen för ställverk 59 ESIK (Banverket 2007a).

I såväl växeltunglås som driv finns det kontakter som sluter (går i kontroll) när växeln ligger i ändläge. D.v.s. att växeln är helt omlagd så att den ena tungan ligger an mot stödrälen. I växlar där tungorna är längre än 5,9 m och den tillåtna hastigheten genom växeln är större än 40 km/h krävs dessutom extra kontroll av tungans läge mitt emellan driven om det finns flera driv eller mellan tungrot och driv om det bara finns ett driv (Trafikverket 2011a). Kontrollen sker med en tungkontrollkontakt (TKK) och behövs bara på de tungor som ligger an mot stödrälen när hastigheten är över 40 km/h. Antal och placeringar av TKK framgår av utläggningsritningen för respektive växeltyp.

4.2.1 Kontrollkretsar i relästillverk

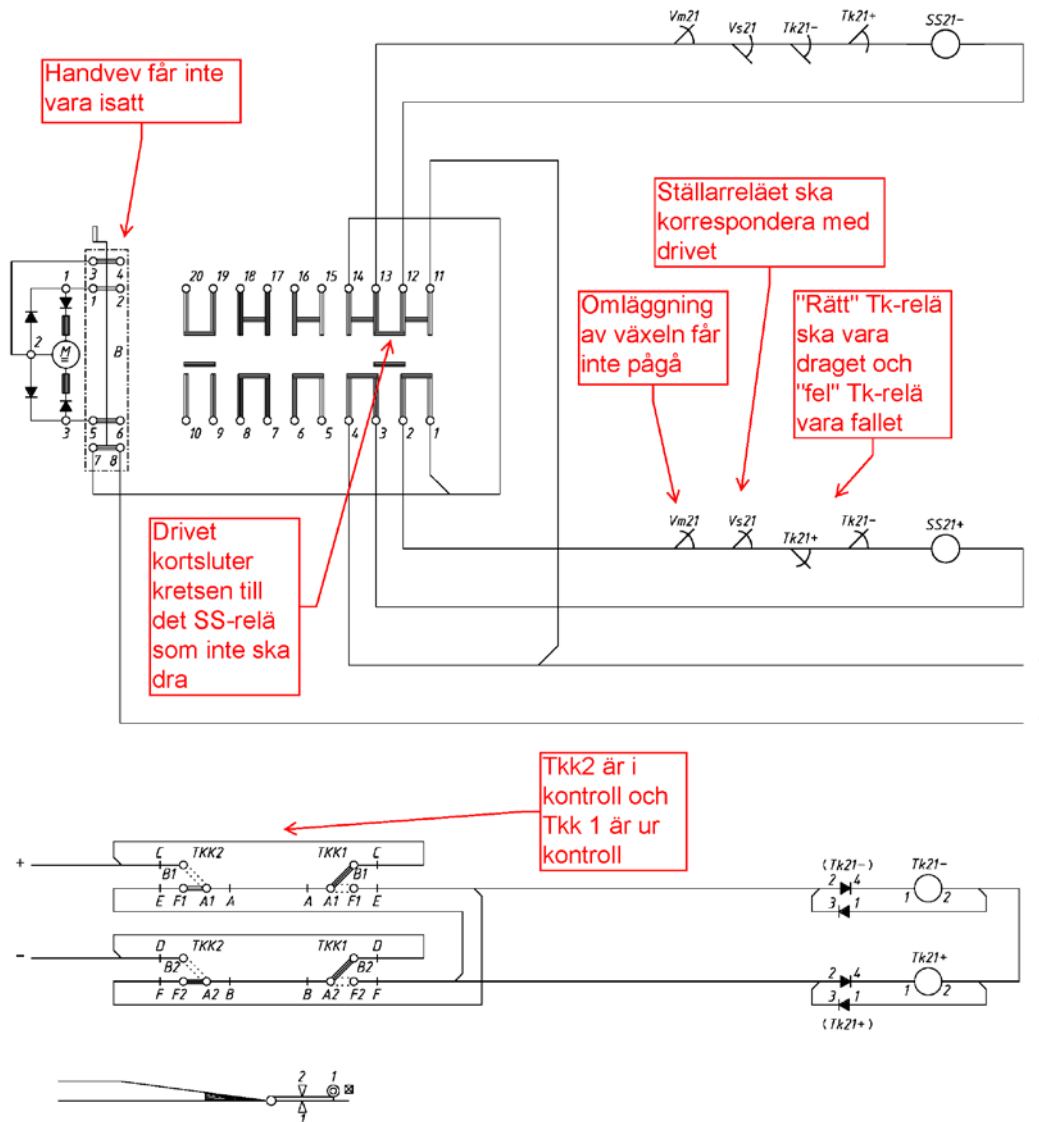
För att stillverket ska veta att en växel ligger i rätt läge finns det i regel två växelkontrollreläer för varje växel. De har standardbeteckningen SSxx+ och SSxx- där xx är växelns nummer (I vissa moderna 59:or har dock SS utelämnats för att inte förväxlas med det avvikande huvudspårets spårledning som betecknas just SS). I stillverkslogiken indikeras nämligen växlarnas läge som plus eller minus. Plus är samma sak som normalläge och minus är samma sak som omlagt läge. På signalanläggningens planritning framgår det till vilket spår en växel i ett visst läge leder till. Klotväxlar har den gula sidan på klotet vänt uppåt när de ligger i plusläge.

Säkerheten i relälogik bygger på att fel ska leda till säkert läge. Detta gäller exempelvis för växelkontrollreläerna. Växeln är i kontroll när reläet drar. Skulle spänningsmatningen till reläspolen försvinna, som den exempelvis kan göra vid en avgrävd kabel eller uppkörd växel, faller reläet. Då går det inte att lägga en tågväg över den aktuella växeln.

4.2.1.1 Elektriskt drivna växlar

Det finns en hel del krav som måste uppfyllas för att en eldriven växel ska gå i kontroll. Ute i spåret kontrolleras att växelns samtliga driv är i kontroll, d.v.s. att växelns anliggande tunga ligger an, den frånliggande tungan inte ligger an och att ingen handvev är isatt i något av växelns driv. Utöver detta krävs att eventuella TKK:er ger rätt besked. TKK:erna för den anliggande tungan ska vara i kontroll och TKK:n för den frånliggande tungan ska inte vara i kontroll. Slutligen kontrollerar man att växelmanöverreläet är fallet så att omläggning inte pågår, och att det remanenta växelstallarreläet korresponderar med växelns verkliga läge så att växeln inte går i kontroll om den läggs om pga uppkörning. När alla dessa krav är uppfyllda kan SS-reläet dra och växeln går i kontroll. Genom kontaktbryggorna i växeldrivets kortsluts kretsen till det motsatta SS-reläet för att säkerställa att det inte kan dra.

I figuren nedan visas en normal kontrollkrets för en växel med ett driv och en TKK i både stam- och grenspår.



Figur 6 Kopplingsschema för växelkontroll. Ritningen bygger på Trafikverkets stomritningar ESIK 125 (Banverket 2007a) och A2.702,1V (Banverket 2004).

4.2.1.2 Klotväxlar

För klotväxlar med eltunglås är kretsarna lite enklare. I normalfallet kan de bara låsas i ett läge – normalläge. I så fall finns bara ett SS-relä. För att det ska dra kontrollerar man att lokalfrigivning (omläggning) inte är medgiven, att eltunglåsets kontrollinjaler intar rätt läge (tungan ligger an mot stödrälen) samt att eltunglåsets spärrmagnet är fallen, d.v.s. i låst läge.

5 SvK-funktion och separat TKK-kontroll

5.1 Allmänt

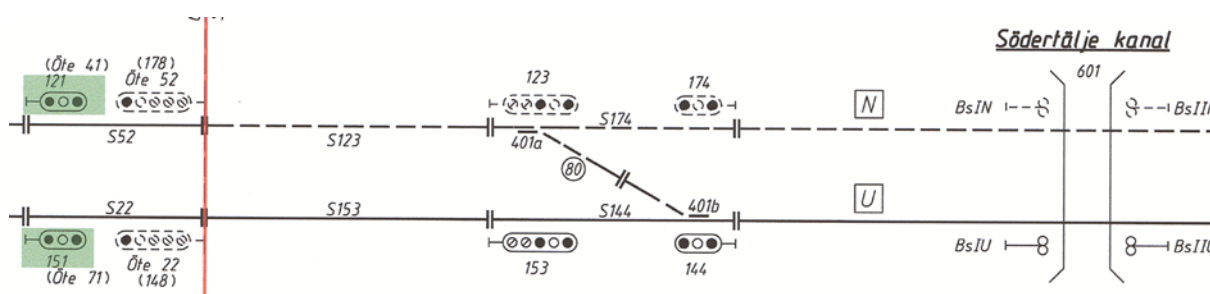
Ett av problemen med den normala kopplingen för växelkontroll är att tungkontrollkontakten är en känslig komponent som lätt går sönder. Eftersom ett av villkoren för att SS-reläet ska dra är just att tungkontrollkontaktarna är i kontroll innebär det att tågväg inte kan låsas över en växel med trasig TKK. En tågväg kan inte heller låsas om en skyddande växel har trasig TKK. Detta innebär att tåg måste passera signaler i stopp vilket får konsekvenser för såväl tidtabell som trafiksäkerhet. Vid en stoppsignalpassage måste tåget stanna före signalen, ringa till tkf och gemensamt med denne fylla i en blankett. Därefter får tåget fortsätta i halv siktfart fram till första växeln som inte är i kontroll. Där måste föraren hoppa av tåget och kontrollera att tungorna verkligen ligger rätt. Först efter detta får tåget passera växeln – i krypfart. Inte förrän tåget är framme vid nästa signal får hastigheten ökas till den normala (Järnvägsstyrelsen 2008b s.19). Det är med andra ord en mycket tidsödande process. Förseningarna leder till sena anslutningar och flyttade möten m.m. vilket gör att förseningar snabbt fortplantar sig i systemet. På de hårt belastade driftplatserna i Stockholmsområdet har man utvecklat olika lösningar för att minska konsekvenserna av trasiga TKK.

I Karlbergs ställverk av typen Cst som är byggt 2007 har man separerat kontrollen av växeldriven och TKK:erna. Kontrollen av växeldriven kallas här **spetskontroll** och kontrollen av TKK kallas **farbarhetskontroll**. Vid låsning och signalering genomförs alltid spetskontroll. Farbarhetskontroll genomförs däremot bara när växeln ska ingå i en tågväg. På så sätt kan en växel med trasiga TKK:er ändå användas som sidoskydd och ingå i växlingsvägar (Banverket 2005 s 15). Vid TKK-fel innebär detta att tågen kan köras på låsta växlingsvägar. Då bortfaller förarens inspektion av växlarna och krypfarten genom dem. På detta sätt snabbar man upp stoppsignalpassagerna.

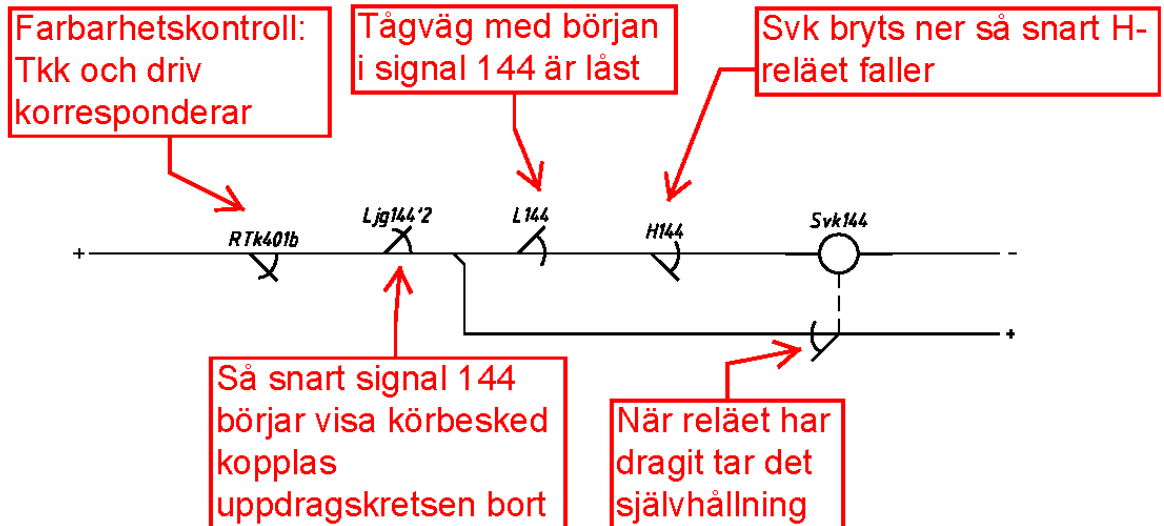
Denna lösning har förfinats ytterligare, och sedan 2008 finns **Svk-koppling** i växlarna mellan plattformarna i Stockholm S och Stockholm C. (Trafikverket 2011c), (Trafikverket 2011b). Den kommer även att finnas i det nya Cst-ställverk som håller på att byggas i Södertälje hamn. (Trafikverket 2012b). SvK står för SpårVäxelKontroll. Kopplingen innebär att ifall någon TKK som borde indikera att en tunga ligger an inte gör det kommer hastigheten i tågvägen att vara 40 km/h. Optiskt signaleras Kör 40 och i ATC:n ges beskedet 40/00. För att ge ett högre signalbesked i en tågväg måste SvK-reläet vara draget. SvK-reläet gör en engångskontroll av TKK:erna i tågvägen precis innan den börjar signaleras (fallet Ljg). Om denna kontroll lyckas kommer reläet att dra och ta självhållning över egenkontakt till dess att

tågvägsutlösningen påbörjas (det bryts ner av H-reläet). Frontkontakter på reläet används i kretsarna för signalreläerna och för styrsignalerna till ATC-kodarna. Backkontroll av SvK-reläet ingår som ett krav för att kunna låsa upp tågvägen. På så sätt säkerställer man att reläet inte har fastnat i draget läge. Med denna funktion slipper man alla stoppsignalspassager orsakade av trasiga TKK.

Ett utdrag från SvK-ketsen för signal 144 i Södertälje Hamn redovisas i figurerna nedan. Detta utsnitt av kretsen redovisar endast beroendena för tågväg genom växel 401b i vänsterläge. Eftersom Cst-ställverk har utflyttad växelkoppling är växelkontrollreläerna repeterade in till relärummet där själva förreglingslogiken sitter. Man repeterar inte in alla Tk-reläer till relärummet. I stället finns det ett RTk-relä per växel i relärummet som drar om SS- och Tk-reläerna i kiosken där växelkopplingen sitter stämmer överens. RTk kan således dra både om växeln är i normalläge och omlagt läge. Vilket läge växeln har får förreglingslogiken reda på genom kontakter på RSS-reläet, vilket är en ren repetering av det SS-relä som sitter i den utflyttade växelkopplingen.



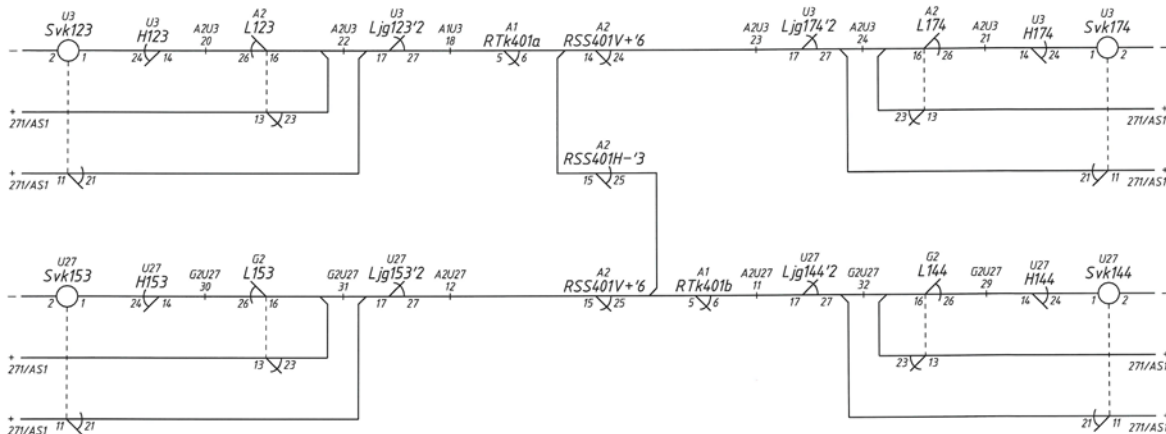
Figur 7 Utsnitt ur instruktionsritning för Södertälje hamn. Bygghandlingsritning 2580-021 bl.1 Å1225 (Trafikverket 2012b).



Figur 8 Kretsschema för relä Svk144 i Södertälje hamn. Kretsen är ett utdrag från bygghandlingsritning 2580-245,2 Ä1225 (Trafikverket 2012b).

I figurerna ovan är det RTK401b som är den viktiga kontakten. RTK401b säkerställer att växeln är farbar i högre hastigheter. Växeln läge är egalt. Det kontrolleras ju i tågvägskretsarna. Ljg144'2 bryter bort möjligheten för Svk144 att dra. Det innebär att man bara gör en engångskontroll av TKK innan signaleringen börjar. När väl Svk144 har dragit förses det med plusspänning över en egenkontakt. Backkontakten på L144 anger att förutsättningen att dra Svk144 är att en tågväg med börjanpunkt i signal 144 är låst. Vidare krävs att H-reläet 144 är draget. H-reläer används normalt för att signalera "snett vänster" eller "lodrätt" i dvärgsignaler. Just här finns dock inga dvärgsignaler. H-reläets frontkontakt har till uppgift att bryta ner Svk144.

Hela kretsen är mer komplicerad eftersom Svk-reläerna för alla signaler runt växelförbindelsen är sammanfogade i en krets. Det är signalerna 123, 153, 174 och 144. För att säkerställa att spänningen inte tar fel väg och drar ett annat Svk-relä behövs även kontakter på SS-reläerna för växel 401 och på Ljg- och L-reläerna för de andra signalerna. Hela kretsen ser ut så här:



Figur 9 Kretsen i bygghandlingsritning 2580-245,2 Å1225 (Trafikverket 2012b) – Svk-reläer för signalerna kring växelförbindelse 401.

5.2 En vanlig felkälla

I ett utdrag från Trafikverkets felrapporteringssystem Ofelia från perioden 2010-05-01 – 2012-04-30 (Trafikverket 2012c) finns totalt 900 fel där komponenten anges som "eTKK2" eller "mTKK" och åtgärden varit "utbyte av enhet". Det är alltså uppenbart att det handlar om trasiga tungkontroll-kontakter. De 900 felen bör dock tas med en nypa salt. Eftersom vissa av felrapporterna inte är fullständigt ifyllda har antalet fel sannolikt varit ännu fler. Detta innebär att det genomsnittliga antalet trasiga TKK:er är strax över 1,2 per dag. En normal tidsåtgång från felanmälan till dess att felet är avslutat är ca två timmar (Trafikverket 2012c), varför påverkan för tågtrafiken blir stor.

5.3 Anpassning till ställverk 59

Min uppfattning är att Svk-funktionen utan problem skulle gå att införa i ställverk 59. Vissa modifieringar skulle dock krävas. Mina kopplingsförslag redovisas nedan.

I Cst-ställverk är principen att det finns ett Svk-relä per signal. Det reläet kontrollerar alla växlar fram till nästa medriktade signal (Trafikverket 2011b). Eftersom ställverk 59 i huvudsak används på mindre driftplatser med ganska få samtidigtheter kan man tillåta att ett Svk-relä används för flera signaler. Detta förutsätter dock att signalerna är beroende av varandra och inte kan visa kör samtidigt.

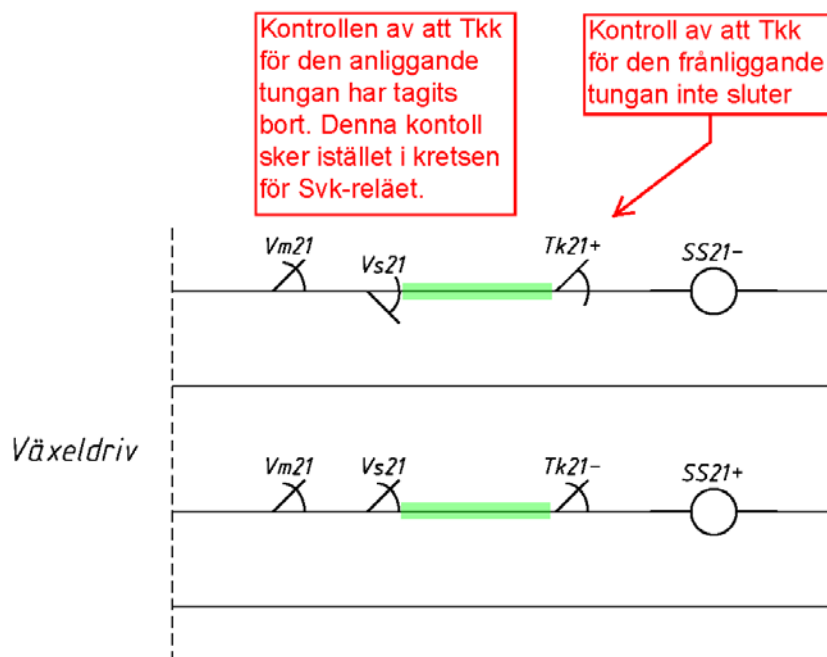
5.3.1 Enkelspårig mötesdriftplats

Så vitt jag kan bedöma räcker det med ett Svk-relä för en bangårdsände på en tvåspårig mötesdriftplats på en enkelspårig linje. Det skulle i så fall innebära att ett Svk-relä gäller för signalerna 21, 32 och 34 och ett gäller för 22, 31 och 33.

Eftersom tågvägarna i ställverk 59 inte i grunden bygger på växlingsvägar finns inga H-reläer som kan bryta ner SvK. Principen för låsreläerna skiljer sig också åt mellan de båda ställverkstyperna: I Cst-ställverk finns i regel ett låsrelä för varje börjanpunkt. Låsreläerna för mellansignalerna i ställverk 59 används däremot både vid låsning av börjanpunkter och slutpunkter. Kretsarna blir enklast om låsreläerna mot linjen används för att styra SvK, d.v.s. L21 och LL2 för den norra bangårdsändan

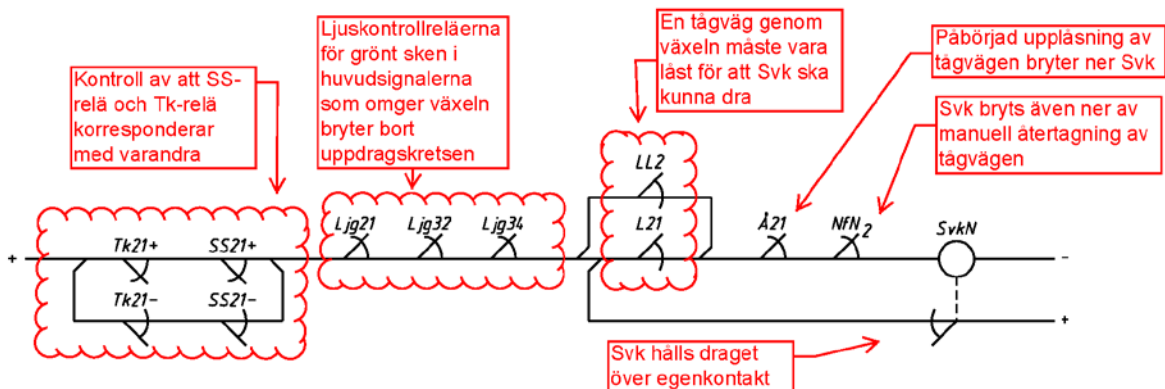
SvK-reläet måste funktionskontrolleras så att det kan säkerställas att reläet verkligen har varit fallet. Denna kontroll måste ske innan tågväglåsningen upphör för att ett relä som fastnat i draget läge inte ska kunna leda till en farlig situation. Min lösning innebär att funktionskontrollen av SvK-reläet görs direkt i utlösningskretsen för tågvägen. Eftersom ställverk 59 inte bygger på växlingsvägar får Å-reläet bryta ner SvK och ersätter därmed den funktion som H-reläet har i Cst-anläggningar.

Växelkopplingen i ställverk 59 är normalt är placerad centralt i relärummet. Därför ser jag ingen anledning att införa RTk-reläer på samma sätt som i Cst-ställverk. I stället kan man seriekoppla kontakter på Tk- och SS-reläer. Växelkontrollkopplingen behöver också förändras för att den separerade tungkontrollen ska fungera. Villkoret att TKK ska vara i kontroll måste plockas bort. Däremot ska kravet att TKK inte är i kontroll för frånliggande tunga finnas kvar. Den inre kretsen för SS-reläerna kommer då att se ut så här:



Figur 10 Växelkontrollreläerna i en anläggning med SvK-koppling. Grönmarkeringen visar vad som skiljer mot stomritningen ESIK 122a (Banverket 2007a).

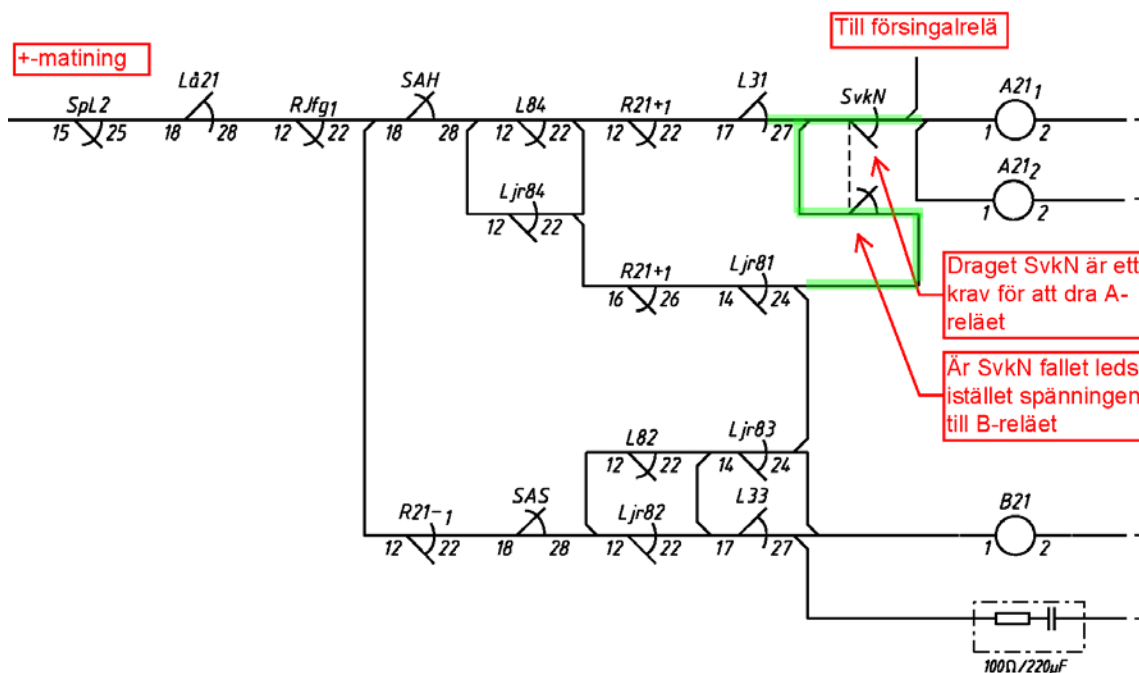
Utifrån resonemanget ovan ser mitt förslag på en SvK-krets för norra bangårdsändan på en godtycklig tvåspårig mötesdriftplats ut såhär:



Figur 11 Förslag till SvK-krets för en enkel mötesstation.

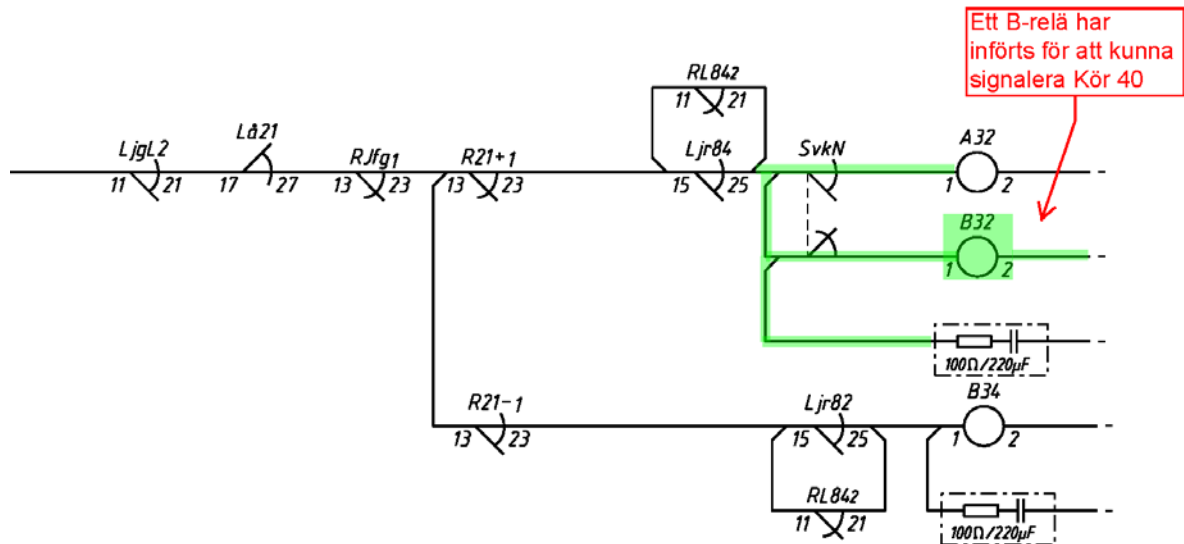
För att dra SvK-reläet krävs att Tk- och SS-reläerna korresponderar, att signalerna som ”använder” SvK inte visar Kör, att en tågväg genom växeln är låst, att upplåsning inte har påbörjats och att tågvägen inte har nödfallslöst. När SvK-reläet väl har dragit tar det självhållning över en egen frontkontakt och förblir draget till dess att en tågväg börjar låsas upp.

Kontakter på SvK-reläet används för att styra vilket signalrelä (A eller B) som ska dra, och vilket besked ATC-kodaren ska ge. För infartssignalen finns normalt redan både A- och B-relä. Införandet av SvK-funktion blir därför mycket enkelt. Se mitt kopplingsförslag i ritningen nedan.



Figur 12 Signalreläkretsarna för infartssignal med SvK-funktion. Grönmarkeringen visar vad som skiljer mot stomritningen ESIK 131.2 (Banverket 2007a).

Signalreläkretsarna för mellansignalen från sidotågvägen (34) påverkas inte alls eftersom den ändå bara kan visa Kör 40. Mellansignalen på huvudtågvägen (32) måste däremot förses med ett andra grönt sken och tillhörande B-relä. Kretsen i sig blir dock inte speciellt komplicerad. Se mitt ritningsförslag nedan.



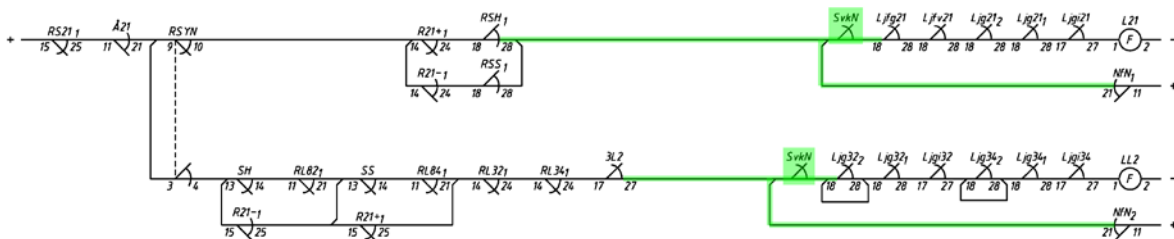
Figur 13 Signalreläkretsarna för mellansignaler med SvK-funktion. Grönmarkeringen visar vad som skiljer mot stomritningen ESIK 131.4 (Banverket 2007a).

Utöver den optiska signaleringen måste även hyttsignaleringen ATC, anpassas till SvK-kopplingen. Är inte TKK i kontroll ges i Cst-ställverket ATC-beskedet 40/00 eller 40/000 (Tillåten hastighet är 40 km/h, målhasigheten är 0 km/h och målpunkten är 40- eller 10-övervakad) oberoende av vad nästa signal visar. På detta sätt blir ATC-signaleringen ganska enkel att utföra.

I stomtsatsen för ESIK-driftplatser har A-balisen vid infartssignalerna en V4-kodare. Denna utnyttjas inte fullt ut, utan det finns plats för ytterligare signalbesked. Därför är det mycket enkelt att införa funktionen.

Mellansignalerna och de Rfsi:er som finns inne på huvudspåren behöver däremot förses med större kodare än de som föreslås i stomtsatsen. De normala kodarna är av typen V1, som bara kan ge två olika besked. Med SvK-funktion behöver kodaren kunna lämna tre besked, varför den måste ersättas av en större modell - förslagsvis V3. Det samma gäller eventuella Rfsi-grupper inne på bangården. Vid mellansignalerna finns ingen anledning att ge beskedet 40/00 som man normalt gör i Cst-ställverk, istället kan man låta Z-ordet (försignalbeskedet) vara fast kodat förutsatt att mellansignalerna är kopplad med utfartsblocksignalen som bara kan ge hastighetsbeskedet linje. Om det skulle finnas en SH-balis efter växeln kan dessutom hastigheten höjas så snart hela tåget har passerat växeln.

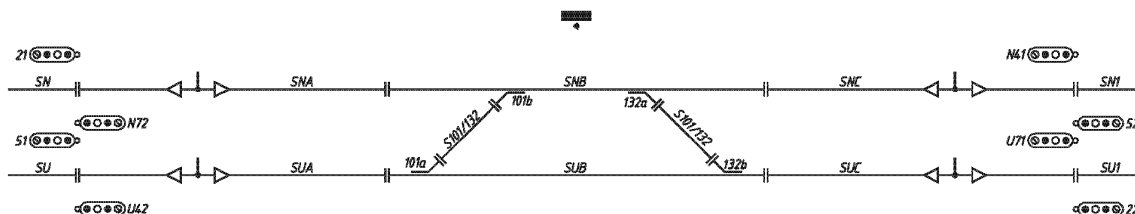
När Svk inte drar (TKK är ur kontroll) skickas en felindikering till tk1, så att felavhjälpare kan kallas ut. Min bedömning är att denna felindikering lämpligast hanteras av ställverkets PLS-manöversystem. För att säkerställa att Svk-reläet fungerar som det ska, och inte har fastnat i draget läge behöver man kontrollera att det har fallit. Denna backkontroll görs i samband med att tågvägen låses upp.



Figur 14 Backkontakter på Svk läggs in som ett villkor för att låsa upp tågvägen. Grönmarkeringen visar vad som skiljer mot stomritningen ESİK 142.1 (Banverket 2007a).

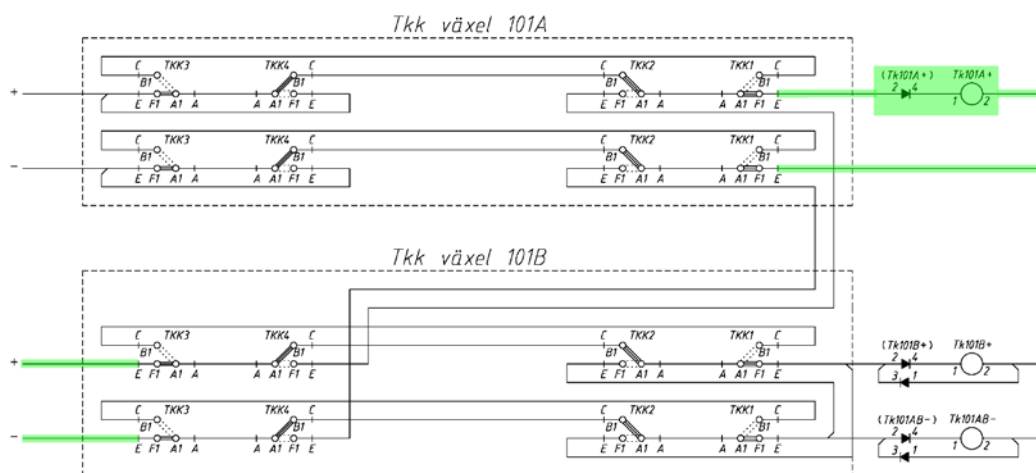
5.3.2 Kryssdriftplatser

På dubbelspåriga linjer finns med jämna mellanrum kryssdriftplatser. En typisk kryssdriftplats saknar mellansignaler, och består bara av två par kopplade växlar för att möjliggöra kryssning mellan spåren.



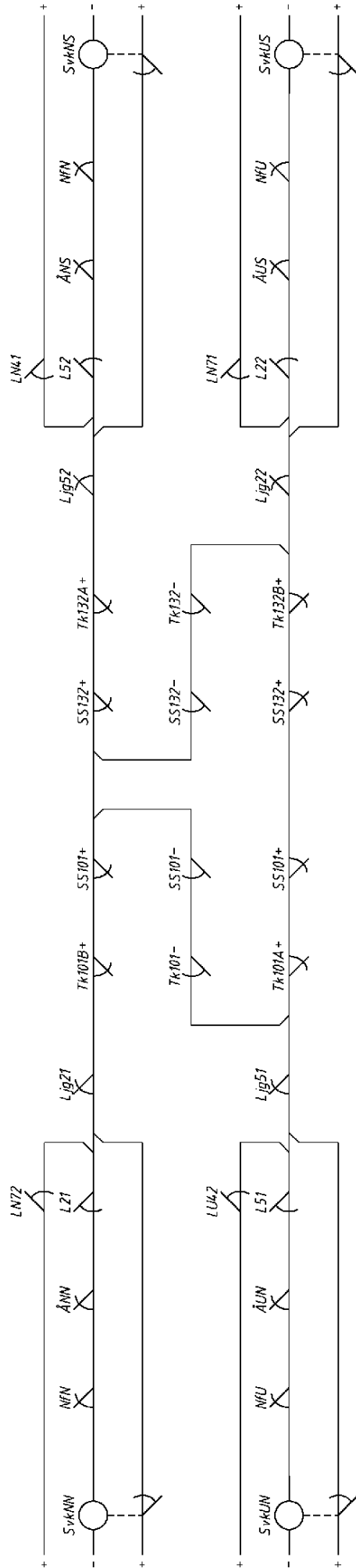
Figur 15 Instruktionsritning för en kryssdriftplats. Stomritning XA_021 (Banverket 2007b)

Växlarna är i regel kopplade. Därför finns bara ett Tk+ -relä och ett Tk- -relä per växelförbindelse. För att en trasig TTK i uppspårsväxeln inte ska påverka trafiken på nedspåret behöver tungkontrollen separeras. Mitt förslag är att bara ett extra Tk-relä införs. Det innebär att varje växelförbindelse får två Tk+ -reläer (ett per växel) och ett Tk- -relä. Kopplingsförslaget är uppskissat nedan.



Figur 16 Tk-reläer för en växelförbindelse i en anläggning med Svk-koppling. Grönmarkeringen visar vad som skiljer mot stomritningen.

Kretsarna för Svk-reläerna kommer att skilja sig en aning från ESIK-varianten. I min lösning behövs totalt fyra Svk-reläer – ett för varje infart. På nästa sida är mitt kretsförslag uppritat. Funktionen är densamma som för Svk-reläerna på mötesdriftplatserna.



Många kryssdriftplatser har växlar som medger ≥ 80 km/h. Därför visar den optiska signaleringen Kör 80 till alla tågvägar. För att införa Sv-koppling, som innebär att tågvägen optiskt signaleras med beskedet Kör 40, krävs därför att alla infartssignaler förses med ett B-relä som attraheras om Sv inte är draget. Principen blir den samma som i den lösning som föreslås för signal 32 på en ESIK-anläggning. Även principerna för backkontroll av Sv vid upplåsning av tågväg blir de samma som i ESIK-anläggningen.

5.4 Förbud?

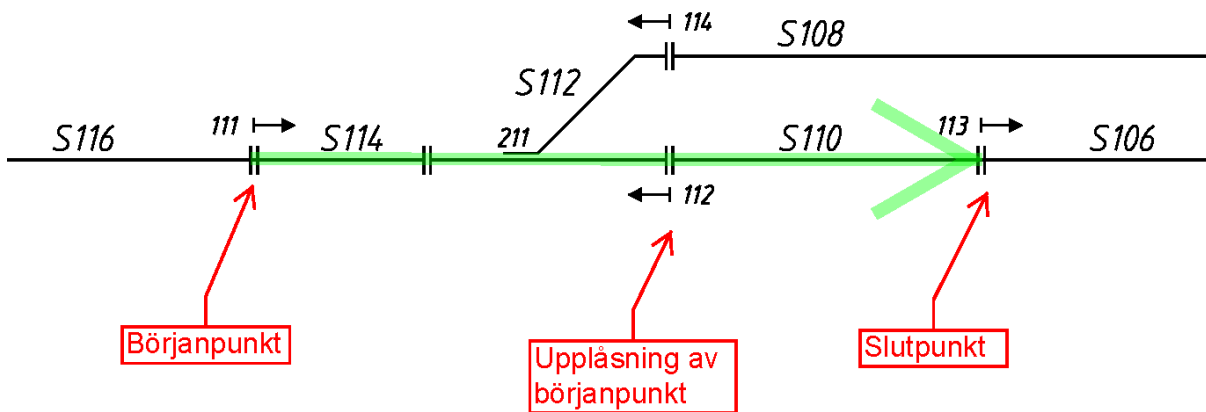
Under arbetets slutskede har Trafikverket infört ett förbud mot tågvägssignalering över trasiga TKK (Trafikverket 2012). Detta gör man p.g.a. ett tillbud där en växel gick i kontroll för mycket trång spårvidd. Ärendet ska utredas vidare innan principen eventuellt kan tillåtas igen. Om lösningen skulle förbjudas kan man delvis bortse från detta kapitel.

Det finns dock fortfarande åtgärder som kan utföras för att mildra konsekvenserna av trasiga TKK. På trafikplatser med kopplade växlar bör tungkontrollen separeras så att en trasig TKK på ena spåret inte ska påverka trafiken på det andra. Dessutom bör samtliga trafikplatser med skyddsväxlar gås igenom. På vissa driftplatser, exempelvis Hasslarp (Trafikverket 2009, ritning 001,1-2), finns det nämligen TKK skyddsväxlarnas spår som leder in mot stoppbocken. Dessa kan projekteras bort utan problem. Tekniska lösningar till dessa uppslag bör utredas separat.

6 Tågvägsupplåsning

6.1 Funktionen i Cst-ställverk

En tågväg i ett Cst-ställverk har en börjanpunktslåsning (L-relä) och en slutpunktslåsning (J-relä).



Ser bangården ut som på skissen ovan kommer börjanpunkten att låsas upp så snart en bakändespassage detekterats vid signal 112. Detta sker genom relä St111 som kommer att dra när S112 är dragen, S112B (frånslagsfördröjt) är dragen och S110 är fallen. Om en växel ingår i tågvägen och hastigheten är större än 100 km/h, vilket kan antas vara fallet här, krävs dubbla passagekontroller (Banverket 3 2009 pkt 11.2.2.3). Den första passagekontrollen görs i så fall vid isolskarven mellan S114 och S112. Varför man just satt gränsen till krav på dubbel passagekontroll vid 100 km/h har jag inte fått någon bra motivering till, men konsekvenserna vid en oavsiktlig växelomläggning framför eller under ett fordon ökar ju med ökad tåghastighet.

Slutpunkten kommer att låsas upp när börjanpunkten är upplåst och antingen en bakändespassage detekterats vid signal 113 eller efter en tidsfördröjning (fordonet har stannat).

6.2 Funktionen i ställverk 59

Upplåsningsskretsen skiljer sig en aning åt från Cst-ställverket. Bakändespassagekontrollen görs på liknande sätt, även om det inte finns ett separat St-relä. Det relä som i Cst-anläggningen skulle ha hetat S112B heter i ställverk 59 normalt Å111. I kretsen för Å-reläet ingår dessutom på nyare anläggningar kontakter på spänningskontrollreläer för att säkerställa att tågvägen inte löses ut felaktigt efter ett kort strömavbrott i anläggningen. Passagekontrollen är dock aldrig dubblerad på samma sätt som i Cst-ställverken. Utöver bakändespassagen krävs däremot även att samtliga spårledningar i tågvägen är fria. Om bangården ser ut på samma sätt som i skissen för Cst-anläggningen

ovan innebär det att för att låsa upp börjanpunkten krävs en detektering av bakändespassage vid signal 112. Utöver detta måste även spårledningarna S114 och S116(!) vara fria.

6.3 Kraven i regelverket - BVS 544.98027

BVS 544.98027 (Trafikverket 2 2010) är Trafikverkets regelverk för rörelsevägar. I avsnitt 8.2.1 beskrivs ett antal olika krav som för att en tågväg ska få låsas upp automatiskt. De två alternativ som är aktuella i detta sammanhang är:

1. En fram- och bakändespassage i vägdelens slut och vägdelens obelagd.
2. En framändespassage i vägdelens början och en tidsfördröjning enligt avsnitt 8.2.4.

Tågvägen i skissen i föregående avsnitt kan delas in i två vägdelar: En del mellan signalerna 111 och 112 och en del mellan 112 och 113. Båda vägdelarna måste kunna lösas ut enligt alternativ 1. Eftersom den andra vägdelens (112-113) är själva mötesspåret måste denna del även kunna lösas ut enligt alternativ 2.

I BVS 544.98027 (Trafikverket 2010b) definieras även vad passagekontroll innebär. En passagekontroll sker i två steg:

Framändespassage:

Steg 1: Spåret är belagt bakom kontrollpunkten och fritt framför.

Steg 2: Spåret är belagt både bakom och framför kontrollpunkten.

Bakändespassage:

Steg 1: Spåret är belagt både bakom och framför kontrollpunkten.

Steg 2: Spåret är fritt bakom kontrollpunkten men belagt framför.

Funktionen som minns att steg 1 i passagekontrollen har skett måste återställas efter två sekunder.

Enligt denna definition sker ingen riktig passagekontroll i varken Cst-ställverket eller ställverk 59.

6.4 Analys och ändringsförslag

Inget av de båda ställverken uppfyller de krav på automatisk tågvägsupplåsning som ställs i BVS 544.98027 (Trafikverket 2010b), inte ens nya anläggningar. Ställverk 59 saknar dessutom det krav på förstärkt upplåsning som finns i Cst-ställverket. På motsvarande sätt saknar Cst-ställverket det krav på att kontrollera att spårledningen före tågvägens börjanpunkt är fri, som finns i ställverk 59.

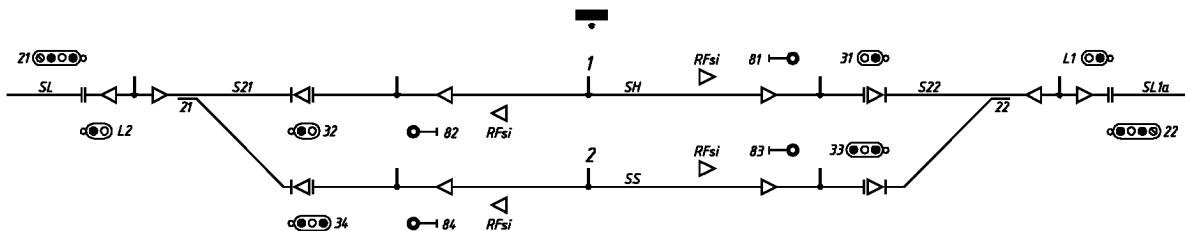
Då BVS:en tydligt anger att nya anläggningar ska utformas enligt dess regler bör ställverk 59 anpassas. Det är sannolikt ingen större vits med att utöver detta införa den förstärkta upplåsning som finns i Cst-anläggningar, eftersom BVS:en ställer krav på dubbla passagekontroller i alla sammanhang.

6.4.1 Nya utlösningsskretsar i ställverk 59

Mitt förslag är att utlösningsskretsarna för tågvägarna i en ESIK-anläggning byggs om och utformas enligt ritningarna nedan. På så sätt uppfylls kraven i BVS 544.98027 (Trafikverket 2010b).

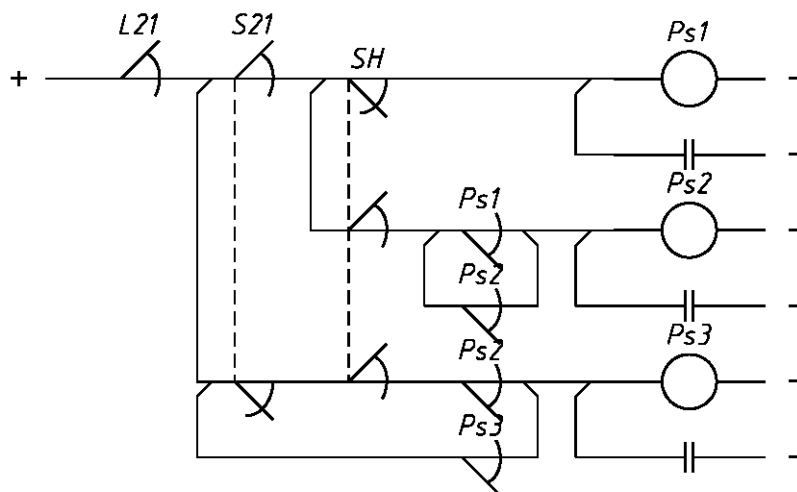
Kraven i BVS 544.98027 (Trafikverket 2010b) innebär att fram- och bakändespassagekontroll behövs vid signalerna 21 och 22 i riktning ut på linjen och 31, 32, 33 och 34 i riktning in på huvudspåren. Tack vare det faktum att anläggningen ligger på en enkelspårig linje kan samma relä användas för att göra passagekontroll vid både infart och utfart i samma driftplatsände. Eftersom spårledningsbeläggningen är densamma för steg två i framändeskontrollen och steg ett i bakändeskontrollen kan detta utgöras av ett och samma relä. Mitt förslag på kretsar för norra änden av en ESIK-anläggning redovisas nedan. Reläbeteckningarna utläses: Ps = Passagekontroll, N = norr, S = söder.

För att lättare kunna orientera sig visas först en instruktionsritning för driftplatsen. De följande passagekontrollkretsarna förutsätter denna bangårdsutformning:



Figur 17 Instruktionsritning för en ESIK-driftplats. Stomritning ESIK 021 (Banverket 2007a).

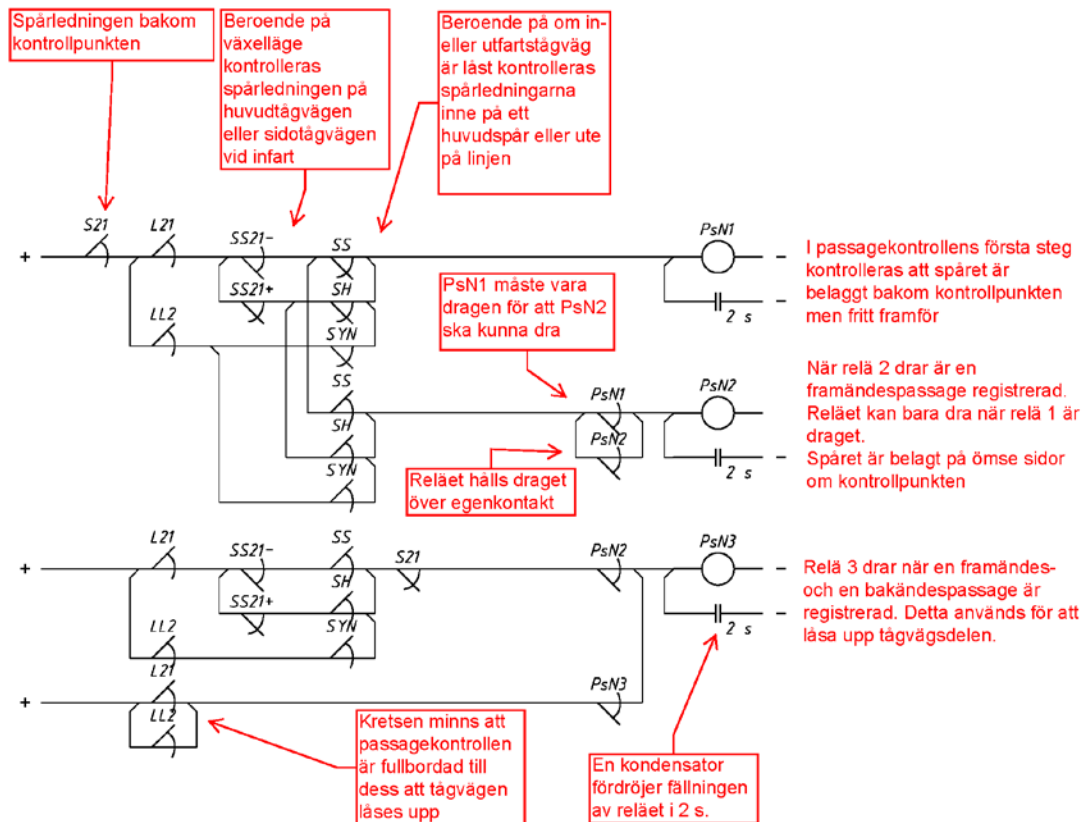
För att funktionen ska bli överskådlig redovisas först min principlösning. Den är anpassad till passagekontroll för infart på normalhuvudspåret (spår 1) i norra driftplatsänden (från signal 21).



Figur 18 Principritning för ny tågvägsupplåsning för tågvägen 21-31.

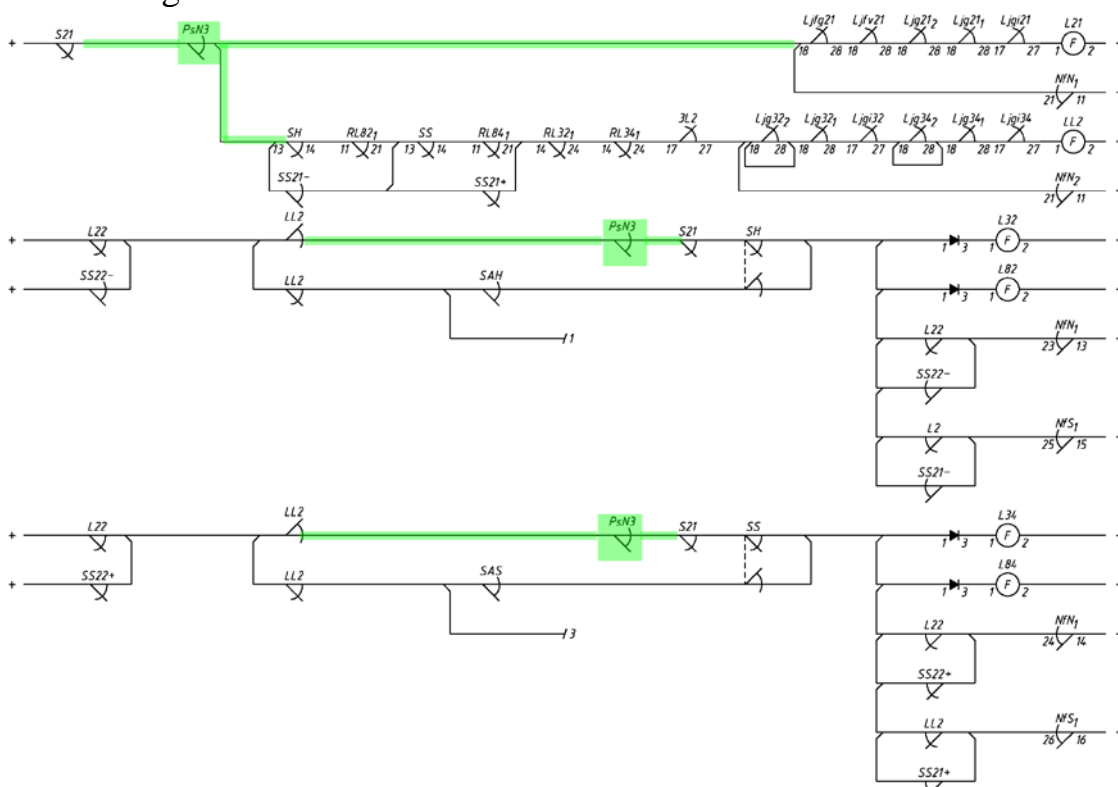
Passagekontrollen aktiveras endast när en tågväg är låst; därav backkontakten på L21. Första steget i sekvensen är att S21 är belagd och SH fri. Då drar Ps1. När tåget rör sig framåt kommer SH att falla. Spänningsmatningen till Ps1 bryts men kondensatorn håller kvar det i 2s. Detta möjliggör att Ps2 kan dra. När det har dragit tar det hållning över egenkontakt så det inte gör något att Ps1 faller. I detta skede har en framändespassage registrerats. Så snart tågets bakände passerar kontrollpunkten, som i detta fall är den motriktade signal 32, drar S21 vilket möjliggör att Ps3 kan dra. Det hålls sedan draget till dess att tågvägen låses upp. En bakändespassage är registrerad.

Kretsen för en bangårdsände på en ESIK-anläggning blir en aning mer komplicerad eftersom tre olika tågvägar ska påverka samma serie reläer. Här registreras nämligen utöver passage förbi signal 32 även passage in på sidotågvägen vid signal 34 och passage ut på linjen vid signal 21. Det är dock fortfarande samma princip som ovan.



Figur 19 Förslag till passagekontrollkrets för norra driftplatsänden på en ESIK-anläggning.

Krestarna för upplåsning av tågvägar kommer att behöva förändras en hel del. Mitt förslag ser ut så här:

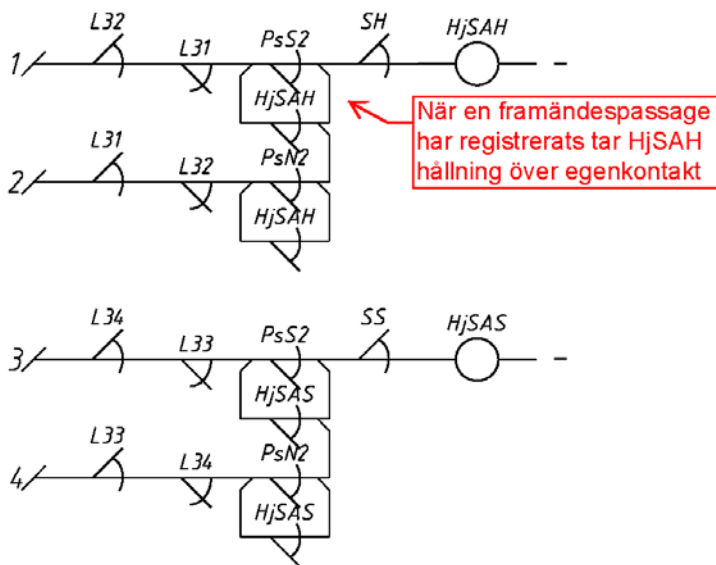


Figur 20 Tågvägsupplåsning för en ESIK-anläggning med passagekontroll enligt ovan. Grönmarkeringen visar vad som skiljer mot stomritningen ESIK 142.3 (Banverket 2007a).

Hänvisningarna 1 och 3 går till HjSA-kretsarna som visas i nästa figur.

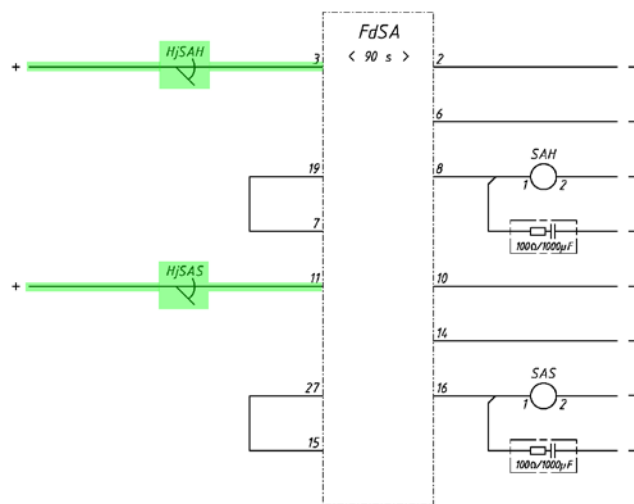
För att lösa ut tågvägen kontrolleras alltså passagekontrollrelä 3 och att alla spårledningar som ingår i tågvägsdelen är fria. För att låsreläerna för huvudspåren ska lösa ut (L32/82 och L34/84) krävs antingen att utfartstågväg är låst och tåget fortsätter på den, eller att tåget stannar på huvudspåret. Det sistnämnda gäller dock endast om tågväg är låst till mellansignalerna. För tåg som stannar registreras en framändespassage in på huvudspåret samt en tidsfördröjning. Tidsfördröjningen sker i tillsatsen FdSA som efter en projekterad tid får SAH eller SAS att dra.

FdSA kommer att behöva styras av ett hjälprelä: HjSA. Kretsen för det reläet ser ut så här:



Figur 21 Kretsar för HjSA-reläerna. Hänvisningarna 1 och 3 spänningsmatas från föregående figur.

HjSA-reläerna aktiverar FdSA och i sin tur dra SA-reläerna som tillåter att tågvägen låses upp. Så här ser kretsen för SA-reläerna ut:



Figur 22 Kretsar för SA-reläer. Grönmarkeringen visar vad som skiljer mot stomritningen ESIK 141 (Banverket 2007a).

Om tåget fortsätter på utfartstågvägen kommer passagekontrollen ske vid driftplatsgränsen (motriktad infartssignal). Då låses huvudspårslåsreläet eller reläerna och utfartslåsreläet upp när fram- och bakändespassagekontroll indikerats här.

Även kretsarna för tågväglåsning måste förändras. Det måste nämligen säkerställas att passagekontrollreläerna verkligen är fallna innan en ny tågväg låses. Därför läggs backkontakter på Ps-reläerna in omedelbart före B-spolen på låsreläerna för infart och utfart. När tågväg låses in till ett huvudspår behövs dessutom backkontroll av HjSA och SA för det aktuella spåret. Dessa kontakter läggs in som ett krav för att dra låsreläet för infart. Låsreläkretsarna för udda tåg kommer då att se ut så här:

Tågvägsupplåsningen på kryssdriftplatser kommer att kunna följa samma koncept, med den skillnad att tåg som stannar på driftplatsen inte ska kunna lösa ut en tågväg och att passagekontroller endast kommer att behöva göras då tåg passerar den motriktade infartssignalen i ritning ut från driftplatsen.

7 Isärdragna infarts- och utfartsblocks signaler

Enligt stomsatsen för ställverk 59 ESIK (Banverket 2007a) ska infartssignalen stå rygg i rygg med utfartsblocks signalen. Detta harmoniserar dåligt med BVS 544.98009 *Skyddsavstånd, skyddssträcka och frontskydd* (Trafikverket 2010c) enligt vilken det krävs ett skyddsavstånd på minst 100 mellan en tågvägs slutpunkt och lokalfrigivningsområde. Syftet med detta krav torde vara att ett tåg ska kunna passera en stoppsignal med 100 m utan att riskera att kollidera med något. Om driftplatsen lokalfriges för växling får växlingsrörelsen röra sig fram till utfartsblocks signalerna samtidigt som tåg kan vara på väg mot infartssignalerna. Står dessa signaler på samma plats saknas skyddssträcka. Vissa nya ställverk 59 byggs med isärdragna signaler. Min bedömning är att det borde införas som ett obligatoriskt krav och inarbetas i stomsatsen.

8 Ljuskontroll av rött sken

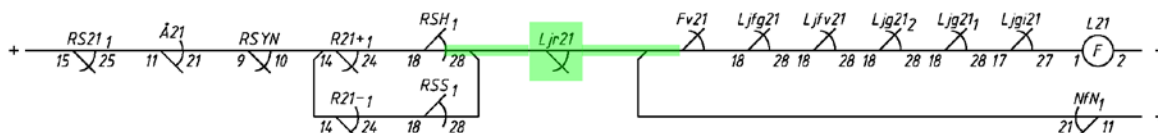
8.1 Allmänt

För att automatiskt låsa upp en tågvägs börjanpunkt finns i Cst-ställverken krav på att alla gröna och vita sken i huvudsignalen är släckta och att det röda skenet är tänt. Manuell upplåsning av tågvägen tillåts dock även utan att det röda skenet lyser. Genom att tågvägen inte kan låsas upp automatiskt får tkl reda på att någonting är fel, och felavhjälpare kan tillkallas i ett tidigt skede.

I ställverk 59 kontrolleras endast att ingen vit eller grön signallampa lyser. Min bedömning är att det är lämpligt att införa lampkontroll av det röda skenet även i ställverk 59, dels för att signalanläggningarna ska uppträda konsekvent mot tkl-personal och dels för att trasiga lampor ska upptäckas.

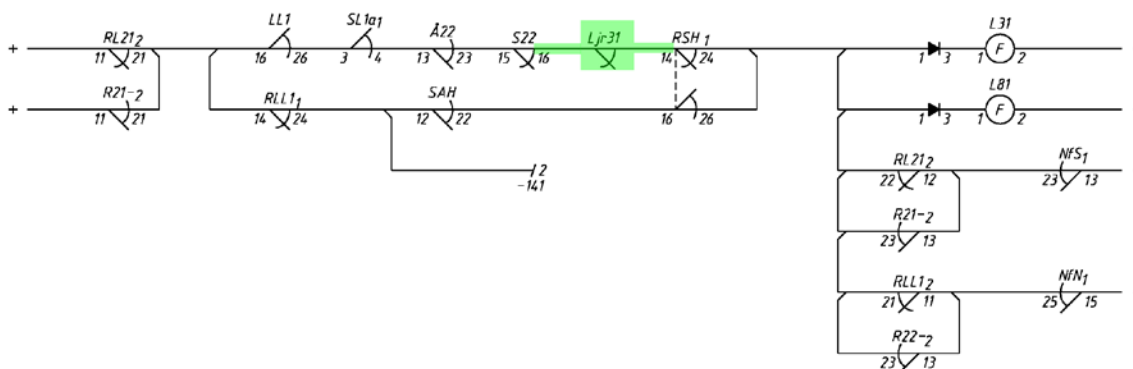
8.2 Anpassningar i ställverk 59

För infartssignal 21 på en ESIK-anläggning är mitt förslag att kretsen utformas enligt nedan för att åstadkomma ljuskontrollfunktionen.



Figur 24 Upplåsningskrets för L21 i en ESIK-anläggning. Grönmarkeringen visar vad som skiljer mot stomritningen ESIK 142.1 (Banverket 2007a).

Trots att mellansignalernas låsrelä används både som slutpunkts- och börjanpunktslåsrelä för tågvägar fungerar det att lägga in beroendet även här. Då läggs kontakten i kretsdelen som används där L31 fungerar som börjanpunktslåsning vid utfartstågväg .



Figur 25 Upplåsningskrets för L31 och L81 i en ESIK-anläggning. Grönmarkeringen visar vad som skiljer mot stomritningen ESIK 142.2 (Banverket 2007a).

9 Motionskontroll

9.1 Allmänt

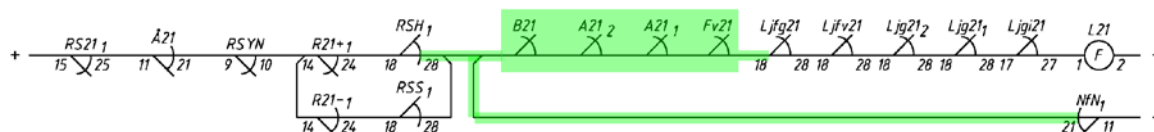
En annan viktig princip som skiljer ställverk 59 från Cst-ställverk är motionskontrollen av reläerna. I Cst-ställverk görs backkontroll av nästintill samtliga reläer (utom spårledningar och Ljr) för att säkerställa att de inte har fastnat i draget läge. I ställverk 59 saknas merparten av denna kontroll.

Fail-safe principen bygger på att ett ensamt fel inte ska orsaka någon säkerhetsrisk och det ska upptäckas innan fler fel som i kombination med det första felet kan leda till fara uppstår. För att åstadkomma detta bör så många funktioner som möjligt backkontrolleras för att möjliggöra att ett fel upptäcks direkt (Banverket 2009d).

I *BVS 544.98050 – Konstruktionskrav reläteknik* (Banverket 2008) finns krav på motionskontroll, exempelvis att signalreläerna ska kontrolleras fällda innan tågväg löses ut. Det gör man inte i stomsatserna för ställverk 59 ESIK (Banverket 2007a) och kryss (Banverket 2007b). Utöver backkontrollen av signalreläerna bör man även backkontrollera de reläer som sköter utlösningen av tågvägarna när tågvägen låses. Detta innebär att Å-reläet och SA-reläerna behöver backkontrolleras om passagekontrollen följer stomsatserna, eller alla passagekontrollreläer, HjSA och SA-reläer för den aktuella tågvägen ifall upplåsningen är utförd enligt förslaget i tidigare kapitel.

9.2 Anpassning av ställverk 59

Mitt förslag är att upplåsningskretsen enligt ESIK-stommen (Banverket 2007a) för L21 anpassas enligt ritningen nedan för att åstadkomma motionskontrollen:



Figur 26 Upplåsningskrets för L21 med motionskontroll av signalreläerna. Grönmarkeringen visar vad som skiljer mot stomritningen ESIK 142.1 (Banverket 2007a).

Motionskontrollskontakterna läggs alltså efter nödutlösningen.

10 Övriga iakttagelser och förslag till ytterligare utredning

Under arbetets gång har ytterligare ett par förslag till mindre förbättringar dykt upp. Dessa skulle behöva utredas närmare.

10.1 Genomgångsdrift

Under mycket snöiga vinterdagar snöröjs inte växlarna på alla driftplatser. För att inte riskera att en växel går ur kontroll eller att en inkopplad automat i ställverkets styrsystem av misstag förlägger mötet till en icke snöröjd driftplats skulle man kunna låsa driftplatsen för genomgångsdrift. I tidiga ställverk 59 finns denna funktion inbyggd, avsedd att användas då fjärrstyrningen är ur bruk (Blomberg 1973b). Denna låsning sker då med ett remanent relä. I modernare anläggningar saknas denna funktion.

Då genomgångsdrift är aktiverad låses alla växla på driftplatsen, linjeblockeringarna på ömse sidor om driftplatsen kopplas samman och driftplatsen fungerar som en vanlig blocksträcka.

Min bedömning är att en modern låsningen för genomgångsdrift inte behöver påverka själva reläkretsarna i ställverket, utan bara det PLS-system som manövrerar ställverket. Det kan bli ytterligare en automat som tkl kan koppla in och är överordnad all annan automatik.

10.2 Tågväg mot utfartsblocksignal i stopp

Möjlighet att ställa tågväg mot en utfartsblocksignal i stopp förutsatt att linjeblockeringen är vänd i riktning ut från driftplatsen är en annan funktion som skulle kunna arbetas in i ställverk 59. I anläggningar där utfartsblocksignalen står långt från mötesspåret, eller det finns vägskydd i tågvägen ut från mötesspåret skulle kapaciteten kunna förbättras om tåget kan påbörja färden ut mot driftplatsgränsen innan blocksträckan utanför driftplatsen är fri. Speciellt för resandetåg som har uppehåll finns tid att tjäna. I sådana tåg kan avgångsproceduren ta mer än 15 sekunder, och den får inte påbörjas förrän tåget har fått körtillstånd. Denna förändring innebär givetvis inga förbättringar vid tågmöten, men väl vid kolonnkörning. På driftplatser där det är mer än 450 meter mellan mellansignalen för utfart från ett av mötesspåren och utfartsblocksignalen borde detta införas som standard. Anledningen till just 450 meter är att *BVS 544.98011 Yttre signalering* (Trafikverket 2010a) ställer krav på att avståndet mellan en huvudsignal som visar kör 40 och en som visar stopp måste vara minst 450 meter. Ska avståndet göras kortare krävs en annan signaltyp.

Det kommer att behövas en spärrfunktion som förhindrar nedtrappning av signalbeskeden i mellansignalerna om utfartsblocksignalen skulle gå till stopp. Relänamn och kretslösning för denna funktion bör standardiseras!

11 Regelverkens samstämmighet

I Trafikverkets dokumentserie finns det många motsägelsefulla uppgifter, och det framgår inte vilka dokument som är överordnade andra. I detta examensarbete har tre motsägelser i regelverket för signalsäkerhetsanläggningar uppmärksammats: villkoren för automatisk tågvägsupplåsning, isärdragna infarts- och utfartsblocks signaler och motionskontroll (backkontroll) av signalreläer. Med största sannolikhet finns det ytterligare sådana. Med anledning av detta borde Trafikverket göra en genomgripande genomgång av sina styrande dokument inom signalområdet för att korrigera denna typ av motsägelser.

12 Projekteringshandbok

I dagsläget är kraven på ställverk 59 en aning diffusa. Det finns visserligen stomsatser att utgå ifrån vid projektering av mötesdriftplatser på enkelspåriga banor och kryssdriftplatser för dubbelspårslinjer, men så snart spårkonfigurationen blir lite mer komplicerad, det saknas linjeblockering på anslutande linje, det finns vägskydd inom driftplatsen, driftplatsen är väldigt kort eller består av ett förbigångsspår på dubbelspårslinje saknas det fastställda standarder för hur ställverken ska konstrueras. En mötesdriftplats med en industrispårsanslutning någon kilometer bort från mötesspåret dit växlingsvägar ska kunna ställas är ett talande exempel hämtat från verkligheten. Låsning och upplåsning av rörelsevägarna där kan konstrueras på många olika sätt, men det finns ingen handbok som berättar hur det ska göras för att få enhetliga lösningar; och det är lätt att misslyckas.

För Cst-ställverk finns det en mycket omfattande projekteringshandbok där ställverkstypens uppbyggnad och alla reläers funktion och syfte förklaras grundligt. Något liknande borde utarbetas för ställverk 59. Bristen på handbok gör att ställverken utvecklas åt olika håll i olika delar av landet. Ett bra exempel på detta är funktionen som hindrar nedtrappning av signalbesked (från Kör 80 till Kör 40). Efter att ha ägnat några timmar åt att titta igenom ritningar har jag hittat fyra olika lösningar på samma problem och lika många olika relänamn. Klevshult (Trafikverket 2011f, ritning 131,3) Glasberga (Banverket 1999 s.213), Östertälje (Trafikverket 2010d, ritning 131,3) och Stora Höga (Trafikverket 2011e, ritning 119,1). Med en projekteringshandbok skulle detta kunna undvikas.

En projekteringshandbok skulle leda till att anläggningarna blir mer homogena och därmed enklare att sätta sig in i vid felsökning. Projektering och granskning blir enklare och billigare eftersom det finns tydliga riktlinjer för principerna även i specialanläggningar.

13 Slutsatser

Det finns ett antal förbättringsåtgärder som bör införas i ställverk 59:

Genom att införa Sv-kfunktion slipper man tidsödande och farliga stoppsignalpassager när en tungkontrollkontakt slutar att fungera. Eftersom tungkontrollkontakten är en känslig komponent som lätt går sönder finns det tid och kapacitet att vinna på denna koppling. Det finns redan i vissa ställverk av modell Cst, och har här anpassats till ställverk 59.

En ny säkrare koppling för automatisk tågvägsupplåsning bör införas för att uppfylla Trafikverkets egna krav på passagekontroll vid automatisk tågvägsupplåsning. Med denna lösning finns möjlighet att på ett enkelt sätt anpassa kretsen för tågvägsupplåsning på tid (stoppanmälan) för att öka kapaciteten för långa tåg. Genom att bara kräva en framändespassage in på huvudspåret för att tiden för stoppanmälan ska börja mätas sker stoppanmälan ske på samma tid för långt tåg som för korta tåg.

En kontroll av att signalen vid en tågvägs börjanpunkt visar rött sken innan tågvägen kan låsas upp automatisk bör införas. På så sätt upptäcker man lampfel snabbt. Denna funktion finns i exempelvis Cst-ställverk. Införs den i ställverk 59 kommer de båda ställverkstyperna att uppträda på liknande sätt mot tågklarerarna.

Isärdragna infarts- och utfartsblocksignaler bör vara standard och arbetas in i stomritningarna för ställverk 59. Motionskontroll av säkerhetskritiska reläer är en annan förbättringsåtgärd som också bör införas för att uppfylla Trafikverkets krav.

Det noteras särskilt att Trafikverket har en mängd motstridiga krav på signalsäkerhetsanläggningarna i sina styrande dokument och att det saknas standarder för hur ställverk 59 ska utformas så snart det skiljer sig från stomritningarna. För att få enhetlighet i anläggningarna rekommenderas därför att Trafikverket utarbetar en projekteringshandbok för ställverkstypen samt går igenom sina styrande dokument inom signalteknikområdet för att ta bort alla tvetydigheter.

14 Referenser

Banverket (1999). *BT 95086 Signalteknisk information Reläteknik.*

Utgivningsdatum 1999-05-01

Banverket (2000). *BVF 900.3 Säkerhetsordning – Trafiksäkerhetsinstruktion (SÄO).* Giltig från 2000-06-13

Banverket (2001). *BVF 544.93202 Symboler för signalteknisk dokumentation.*
Utgivningsdatum: 2001-02-02

Banverket (2004). *BVS 544.21011 Stomsats växeldrivkopplingar – Yttre växeldrivkopplingar med 9-trådkoppling.* Giltig från 2004-03-01

Banverket (2005). *Karlberg Nytt signalställverk Anläggningsbeskrivning Signal.* Revision C 2007-12-11

Banverket (2007a). *BVS 544.21002 Stomsats ställverk 59 – Anläggningstyp ESIK.* Giltig från 2007-09-10

Banverket (2007b). *BVS 544.21001 Stomsats ställverk 59 – Anläggningstyp Kryss.* Giltig från 2007-09-10

Banverket (2008). *BVS 544.98050 Konstruktionskrav reläteknik – Grundläggande signaleringskrav.* Giltig från 2008-01-28

Banverket (2009a). *BVS 544.98017 Spårledningar - Grundläggande signaleringskrav.* Giltig från 2009-09-30

Banverket (2009b). *BVS 544.98025 Spårväxlar och spårspärrar – Grundläggande signaleringskrav.* Giltig från 2009-09-30

Banverket (2009c) *Signalställverk modell Cst Anläggningsuppbyggnad.* Giltig från 2009-02-01

Banverket (2009d) *BVS 544.93100 Signaltekniska termer och definitioner*
Giltig från 2009-03-31

Blomberg, H (1973a) *Reläställverk Del 1.* Utbildningskompendium SJ-skolan, Ängelholm

Blomberg, H (1973b) *Reläställverk Del 4:1.* Utbildningskompendium SJ-skolan, Ängelholm

Cederblad, C-G (1984) *Spårledningar Del 1. Utbildningskompendium*
Banverket banskolan Ängelholm

Järnvägsstyrelsen (2008a). *JvSFS 2008:7 bilaga 1* Utkom från trycket den 11 juli 2008

Järnvägsstyrelsen (2008b). *JvSFS 2008:7 bilaga 8H* Utkom från trycket den 11 juli 2008

Järnvägsstyrelsen (2009). *JvSFS 2008:7 bilaga 3S* Rättad version 16 mars 2009

Lundberg, T (1950) *Kompendium för signalavdelningens reparatörskurs*

Statens Järnvägar (1959a) *Säkerhetsordning (Säo)*. Giltig från 1959-05-31, Ändringstryck 7 giltigt från 1970-01-01

Statens Järnvägar 2 (1959b) *SJH 010 Säo-kommentarer (Säok)*. Giltig från 1959-05-31, Ändringstryck 6 giltigt från 1965-01-01

Statens Järnvägar (1979). *Säkerhetstjänsten 1978*. Centrala driftavdelningens säkerhetssektion

Trafikverket (2009), *Ritningssats 2710 Hasslarp*. Förvaltningsdata signalanläggning, Ä-not 0935

Trafikverket (2010a) *BVS 544.98011 Yttre signalering – Grundläggande signaleringskrav*. Giltig från 2010-12-10

Trafikverket (2010b) *BVS 544.98027 Rörelsevägar – Grundläggande signaleringskrav*. Giltig från 2010-12-10

Trafikverket (2010c) *BVS 544.98009 Skyddsavstånd, skyddssträcka och frontskydd – Grundläggande signaleringskrav*. Giltig från 2010-12-10

Trafikverket (2010d) *Ritningssats 2569 Östertälje*, Förvaltningsdata signalanläggning, Ä-not 1015

Trafikverket (2011a) *BVS 1523.015 Spårväxel Standardutförande anläggningsdel, komponent*. Giltig från 2011-06-28

Trafikverket (2011b) *Ritningssats S350 Stockholm C*, Förvaltningsdata signalanläggning, Ä-not 1149

Trafikverket (2011c) *Ritningssats S270 Stockholm S*, Förvaltningsdata signalanläggning, Ä-not 1126

Trafikverket (2011d) *Ritningssats 2095 Simrishamn*, Förvaltningsdata signalanläggning, Ä-not 1118.

Trafikverket (2011e) *Ritningssats 3188 Stora Höga*, Förvaltningsdata signalanläggning, Ä-not 1105

Trafikverket (2011f) *Ritningssats 3232 Klevshult*, Förvaltningsdata signalanläggning, Ä-not 1121

Trafikverket (2012a) *Beslut om förtydligande av BVS 1523.015 Spårväxel. Standardutförande anläggningsdel, komponent angående TKK*

Trafikverket (2012b) *Ritningssats 2580 Södertälje Hamn*, Bygghandling signalanläggning, Ä-not 1225

Trafikverket (2012c), Utdrag ur Ofelia över rapporterade signalfel 2010-05-01 till 2012-04-30. Uppgiftslämnare: Magnus Backman 22 maj 2012