

Det optimala skyddsspåret



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Teknik och samhälle

Examensarbete:
Cajsa Holmåker
Johan Trimark

© Copyright Cajsa Holmåker, Johan Trimark

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

Skyddsspår är en del av den svenska järnvägsanläggningen och utgör det säkraste front- och sidoskyddet vid hastigheter över 160 km/h. Vid projektering av skyddsspår finns ett fåtal föreskrifter att följa. Då dessa i vissa fall kan vara motsägelsefulla resulterar det i en viss osäkerhet för projektörerna. Examensarbetets syfte har därefter kommit till att bli att skapa en tydlighet för projektörerna, samt att komma fram till hur det optimala skyddsspåret utformas utifrån samtliga teknikområden inom järnvägen.

För examensarbetet valdes en kvalitativ analys då denna ansågs spegla arbetets syfte på bästa sätt. Vidare intervjuades åtta personer med olika infallsvinklar inom järnvägsbranschen. Detta för att erhålla ett bredare perspektiv, vilket i sin tur skulle ge ett mer trovärdigt resultat.

Litteraturstudien bestod av diskussionsområden som var relevanta för kommande analys. Studien innehöll en redogörelse av väsentlig data, och bestod av fakta kring järnvägens olika teknikområden.

Intervjupersonernas resultat varierade kraftigt. Vissa personer ansåg att skyddsspåret ej borde existera, andra ansåg att det var en liten del i deras arbete. En tredje åsikt var att skyddsspåret bör anpassas efter situationen och omgivningen. Det samtliga intervjupersoner var överens om var föreskrifternas otydlighet och förlegna texter. Resultatet i kombination med litteraturstudien gav underlag till kommande analys.

Då Trafikverkets föreskrifter inte är hänvisningar, utan kravställda regelverk som måste följas är det av största vikt att dessa är tydligt formulerade. Analysen behandlade områden såsom; skyddsspårets komponenter, isolerskarvens placering samt investering och underhåll.

Slutsatsen som kan dras är att föreskrifterna måste förtydligas, samt att förlegna namn på komponenter bör tas bort. Vidare bör skyddsspåret anordnas med stoppbock på 60E1 räl, med Pandrol Fastclip befästning och betongslipers. Skyddsspåret är en väsentlig del för järnvägen då Trafikverkets Nollvision vill uppnås. Därför bör det existera.

Nyckelord: *Skyddsspår, skyddsväxel, stoppbock, skarvfritt spår*

Abstract

Trap roads are a part of the Swedish railway facility and resembles the safest front- and side protection at speed above 160 km/h. When designing Trap roads, some regulations needs to be followed. As these, in some cases, may be contradictory towards each other, the planners become somewhat insecure. The purpose of the master thesis has thenceforth been to clarify for the planners, as well as to work out how the most optimal trap road is designed, by involving all technical areas within the railway.

A qualitative analysis was chosen for the master thesis, as it was considered to reflect the purpose of the thesis in the best possible way. Furthermore, eight people, with different area of expertise within the rail industry, was interviewed. This is order to receive a wider perspective of the subject, which in turn would result in a more credible conclusion.

The literature study consisted of different discussion areas that were relevant to the forthcoming analysis. The study contained an account of essential data, and consisted of facts about the different technical areas within the railway.

Interviewees' results heavily varied. Where some considered that trap roads should not exist, others considered the design of trap roads to be out of their area of expertise. Other interviewees thought that the trap roads design should be affected by the environment, and that the trap roads therefore should adapt to the situation. All interviewees agreed about one thing. The regulations unclear and outdated texts. The result, in combination with the literature study, provided the basis for the forthcoming analysis.

Since Trafikverkets regulations are not directions which should be followed, but rather must be followed, it is of the utmost importance that these are well formulated. The analysis treated areas such as: the trap roads components, the isolated joints placement, as well as investment and maintenance.

The conclusion which can be made is that the regulations must be clarified and that the old component names should be removed. Furthermore should the trap road be fitted with a buffer stop on top of a 60E1 rail, with Pandrol Fastclip fastening as well as concrete sleepers. The trap roads are an essential part of the railroad, as Trafikverkets wishes to achieve Vision Zero. Therefore the trap roads should exist.

Keywords: *Trap road, trap points, buffer stop, jointless track circuits*

Förord

Detta examensarbete är framtaget som en avslutande del på högskoleingenjörsutbildningen Byggteknik med inriktning järnvägsteknik vid Lunds Universitet, Campus Helsingborg. Utbildningen omfattar 180 högskolepoäng varav examensarbetet står för 22,5.

I samverkan med sektionschefen Thomas Axelsson på ÅF i Helsingborg har vi kommit på idén till detta arbete. Vi vill tacka Thomas för att vi kom igång så snabbt med arbetet, att du gav oss kontaktvägar till våra intervjupersoner och för stöttning längs arbetets gång. Vi vill även tacka Cornelia Tångne för ovärderlig hjälp vid framförallt uppstarten. Även övriga medarbetare vill vi tacka för råd och tips under examensarbetets gång.

Ett stort tack till vår akademiska handledare Andreas Persson på institutionen Teknik och Samhälle för att du längs hela vägen gett oss många värdefulla råd och synpunkter.

Vi vill också rikta ett stort tack till alla våra respondenter som tog sig tid och besvär att träffa oss, två nyfikna och förvirrade studenter. Om det längs vägen dykt upp nya frågor har ni varit väldigt snabba tillbaka med svar. Det roligaste med arbetet har varit att träffa er. Era svar blev en viktig del, om inte den viktigaste, för att få hela arbetet i mål.

Till sist vill vi även tacka varandra, vi kunde inte haft en bättre skrivkompis!

Helsingborg, maj 2018
Cajsa Holmåker och Johan Trimark

Definitioner och förkortningar

AKJ	Anläggnings specifika krav järnväg
Ballast	Det översta lagret av banvallen som sliprarna ligger på, består av grus eller makadam
Befästning	En anordning som används för att fästa rälen på slipern
BKS	Bakre korsningsskarv i en växel
Grenspår	Det avvikande spåret i en spårväxel
HIP	Hinderfrihetspunkt, anger hur nära växeln eller spårkorsningen ett spårfordon får finnas utan att inkräkta på det fria rummet för det anslutande eller korsande spåret
Huvudspår	Det spår som är avsett för tågfärd
Isolerskarv	Moderna järnvägar är av säkerhetsskäl indelade i olika sträckor, där varje sträcka alltid börjar och slutar med en elektriskt isolerad rälskarv
MF	Mängdförteckning
Relä	En elektriskt manövrerad strömbrytare i ställverk
Räl	Skena som spårfordon färdas på
Sidoskydd	Skydd som ska hindra ett spårfordon från att komma in i en tågväg från sidan
Sidospår	Annat spår än huvudspår
Sliper	En tvärgående balk som dels fördelar järnvägsspårets last över banvallen och dels, tillsammans med befästningen och räl ser till att rätt spårvidd och ett bra spårläge upprätthålls
Stamspår	Det raka spåret i en spårväxel

Stoppbock	En anordning som monteras på räls för att stoppa eller bromsa in tåg som riskerar att åka förbi järnvägsspårets slut
Spårledning	Huvudsyftet är att kontrollera om en del av spåret är fritt från fordon, det görs genom att fordonets hjulaxlar kortsluter mellan de två rälerna som elektriskt isolerats från varandra
TB	Teknisk beskrivning
Tungräl	Är en del av spårväxeln som är avsmalnande och kan röra sig i sidled så att den ansluter sig mot rakspårets räler
Växel	Anordning som gör det möjligt att framföra spårfordon från ett spår till ett annat

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.1.1 Sidoskydd	1
1.1.2 Spårriktningens betydelse	2
1.2 Syfte	2
1.3 Frågeställning	3
1.4 Avgränsning	3
2 Metod	4
2.1 Litteraturstudie	4
2.2 Intervjumetoder	4
2.2.1 Kvalitativa analyser	4
2.2.2 Kvantitativa analyser	5
2.2.3 Val av metod	5
2.3 Intervjuer	5
2.3.1 Inför intervjuerna	5
2.3.2 Under intervjuerna.....	6
2.3.3 Efter intervjuerna.....	7
3 Litteraturstudie	8
3.1 Bana	8
3.1.1 Utformning av huvudspår	8
3.1.2 Utformning av sidospår	9
3.1.3 Utformning av skyddsspår.....	10
3.2 El	11
3.2.1 Kontaktledning	11
3.2.2 Stolpplacering	12
3.3 Signal	12
3.3.1 Ställverk	12
3.3.2 Spårledning.....	13
3.4 Investering	13
3.5 Underhåll	14
3.6 Krafter i spår	15
3.6.1 Kurvor	15
3.6.2 Växlar och korsningar	17
3.6.3 Friktion	17
4 Resultat	18
4.1 Intervjupersonernas referering	18
4.1.1 Intervjupersonernas bakgrund.....	18
4.2 Trafikverkets föreskrift – Skarvfritt spår	19
4.3 Trafikverkets föreskrift – Stoppbockar	20
4.3.1 Spårkrafter	21
4.3.2 Spårkomponenter.....	22

4.3.3 Anordnande av skyddsspår	23
4.3.4 Förbättringsåtgärder av bilaga 11	23
4.4 El	24
4.5 Signal	24
4.6 Investering och underhåll	25
4.7 Vad händer om kraven i föreskrifterna ej uppfylls?	26
4.8 Det optimala skyddsspåret?	26
5 Analys och diskussion.....	28
5.1 Analys.....	28
5.1.1 Spårkomponenter.....	28
5.1.2 Isolerskarven.....	29
5.1.3 Val av stoppbocskonstruktion	29
5.1.4 Skarvfritt spår	30
5.1.5 El.....	30
5.1.6 Investering och underhåll	31
5.2 Diskussion.....	31
5.2.1 Litteraturstudie.....	32
5.2.2 Intervjuer	32
5.2.3 Metod	32
6 Slutsats	34
6.1 Vidare studier	36
7 Referenser	37
7.1 Elektroniska referenser	37
7.2 Interna referenser	38
7.3 Personliga referenser	38
7.4 Skriftliga referenser	38
Bilagor.....	40
Bilaga 1.....	40
Bilaga 2.....	41
Bilaga 3.....	42
Bilaga 4.....	43
Bilaga 5.....	44
Bilaga 6.....	45
Bilaga 7.....	46
Bilaga 8.....	47
Bilaga 9.....	49

1 Inledning

I denna del av examensarbetet kommer en bakgrund av arbetet ges, vad som är arbetets syfte och avgränsning samt vilken frågeställning arbetet kommer försöka besvara.

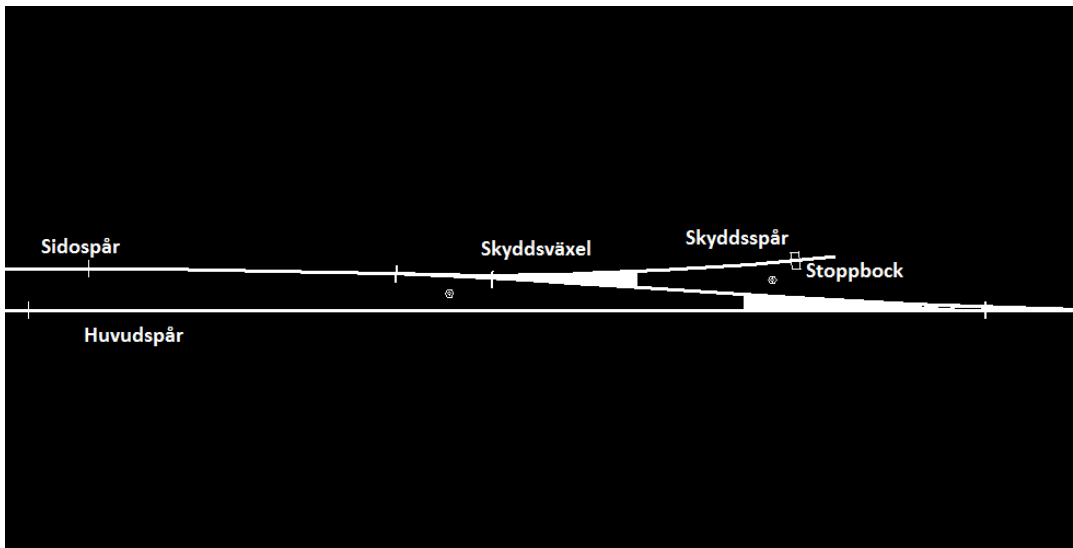
1.1 Bakgrund

Vid projektering av skyddsspår har projektörerna inte många riktlinjer att följa. I vissa fall kan även de riktlinjer som faktiskt existerar vara motsägelsefulla. Detta resulterar i en förvirring och osäkerhet kring skyddsspårslösningen för det aktuella projektet. Projektörerna får fatta egna beslut angående en rad olika tekniska komponenter, vilket innebär att det ena skyddsspåret inte är det andra likt. I de fallen då dessa beslut frångår Trafikverkets regelverk krävs dessutom en formell dispensansökan. Denna dispens ska innehålla information såsom en beskrivning av problemet, en beredningslogg som innehåller samråd med samtliga tillsynsmyndigheter eller andra berörda sakområden samt en välskrivna motivering för åtgärden (Trafikverket, 2015a).

Säkerheten präglar hela järnvägsbranschen. Trafikverket, tillsammans med övriga aktörer inom järnvägssektorn, jobbar ständigt för att skapa ett transportsystem där ingen dödas eller skadas allvarligt. År 2010 omkom 110 personer i järnvägstrafiken. Till år 2020 ska det antalet halveras, vilket är ett etappmål för Nollvisionen (Trafikverket, 2018a).

1.1.1 Sidoskydd

Ett sätt att förebygga att olyckor inträffar är att anordna ett sideskydd. Detta innebär att fordon som befinner sig i sidospåret förhindras att köra ut på huvudspåret. Därmed riskeras ej en annars möjlig kollision med järnvägsfordon som trafikerar huvudspåret. Idag används sideskydd i många olika utformningar och kan utgöras av signaler i stopp, spårspärrar, tunganordningar, tavlor, skyddsspår etcetera. Ett skyddsspår är ett typ av sideskydd där en skyddsväxel förhindrar tåg från att rulla ut på huvudspåret. Efter skyddsväxeln kommer den del som kallas för skyddsspår. Detta är en spårsträcka som leder fordonen ut och bort från huvudspåret. I slutet av skyddsspåret placeras en stoppbock för att förhindra fordonen att spåra ur, se figur 1 (Trafikverket, 2018b).



Figur 1 Exempel på utformning av skyddsspår. Källa: Egen, 2018.

När spårledningen i huvudspåret är belagd i motsatt riktning, gentemot fordonet som står på sidospåret, är omläggning av växeln förhindrad. I detta fall hade järnvägsfordonet på sidospåret, givet att det passerat växeln, letts in på skyddsspåret (Trafikverket, 2018c). Skyddsväxeln ger även möjlighet för samtidig infart, vilket innebär att ett tåg kan köra in på sidospåret samtidigt som ett annat tåg kör bredvid på huvudspåret i motsatt riktning. Detta önskas för att undvika stopp samt för en ökad kapacitet på banan (Andersson, Berg & Stichel, 2014).

1.1.2 Spårriktningens betydelse

I vissa fall uppstår, trots att en skyddsväxel är anordnad, fel som kan orsaka allvarliga konsekvenser. Ett sådant fall skedde vid Kimstad år 2008. En vagnuttagning, innefattande tolv vagnar samt två lok, hade inte kontrollerats tillräckligt. Det visade sig att endast loket framtill hade bromsförmåga eftersom huvudledningen genom vagnuttagningen var stängd. Resterande tolv vagnar samt det andra loket förblev därmed bortkopplade och kunde inte bidra med någon bromsande kraft. Då föraren närmade sig Kimstad visade signalen "stopp". Därefter försökte föraren, förgäves, stanna fordonet. Lyckligtvis leddes järnvägsfordonet in i en skyddsväxel varvid stoppbocken inte kunde hålla emot fordonets vikt i kombination med hastigheten på 41 km/h. Detta ledde till att fordonet stannade först 40 meter efter spårets slut. Eftersom skyddsspåret var riktat mot det intilliggande spåret utgjorde fordonet en kollisionsrisk för tåg som trafikerade det skyddade spåret (Statens haverikommission, 2009).

1.2 Syfte

Det övergripande syftet med detta examensarbete är att skapa en tydlighet över Trafikverkets föreskrifter, främst för spårprojektörerna då de är först ut i

projekteringsprocessen. Signal- och elprojektörernas krav och synpunkter kommer även tas i beaktning för att få fram uppgifter om hur de anser att det optimala skyddsspåret ska utformas. Ett sekundärt syfte med arbetet är att få en förståelse över Trafikverkets val av komponenter gällande skyddsspåret.

1.3 Frågeställning

De frågeställningar som arbetet syftar till att besvara är följande:

- Hur utformas det optimala skyddsspåret?
- Vilka spårkomponenter i form av växeltyp, befästning, räl, sliper bör användas?
- Vilken längd, radie, lutning och rälsförhöjning ska spåret ha?
- Är ett skyddsspår att rekommendera?

1.4 Avgränsning

Denna utredning kommer endast behandla teknikområdena bana, signal och el vilket innebär att tele och kanalisation inte kommer att tas i beaktning. Detta på grund av att dessa teknikområden inte har så stor påverkan på skyddsspårets utformning.

Den kvalitativa analysen består endast av ett fåtal intervjuer då varje intervjuperson bidrar med väldigt mycket information (Davidsson & Patel, 2011). Antalet intervjuer begränsas av studenterna till ett antal som anses vara rimligt för den givna tidsramen.

2 Metod

Detta kapitel förklarar examensarbetets tillvägagångssätt, vilket görs genom en redogörelse av arbetets start till mål. Kapitlet innehåller delar såsom en beskrivning över datainsamlingen, val av intervjumetod samt intervjuernas procedur.

2.1 Litteraturstudie

Examensarbetets initierade skede bestod av tre steg. Problematiken som uppstod vid projektering var svår att få ett helhetsgrepp om. En diskussion med verksamma projektörer utfördes kontinuerligt för att erhålla en vidare uppfattning av problemet. Därefter skapades en litteraturstudie som brukades i en senare del av examensarbetet. För att få vetenskapligt stöd för litteraturstudien krävdes referenser som låg till grund för en uppföljning av problematiken. Referenserna brukades flitigt för att bevisa syftet med undersökningen och kom därmed till att vara en stor del av arbetet. De tidigare skedena låg till grund för att fullfölja nästa steg som var att skapa en frågeställning. Denna skapades i syfte att underlätta för intervjuerna som hölls i en senare del av arbetet.

Utöver detta studerades tidigare examensarbete för hjälp av struktur och innehåll av rapporten. Även flertalet böcker studerades för att erhålla mer information kring intervjumetodik, vilket gav en bra grund för intervjuerna som hölls.

2.2 Intervjumetoder

Det finns olika sätt att närma sig en intervju, olika metoder och strukturer resulterar i olika svar och slutsatser. Dessutom speglar arbetets syfte och frågeställning valet av intervjumetod. De mest frekvent använda intervjumetoderna är kvalitativa- och kvantitativa analyser (Lantz, 2013).

2.2.1 Kvalitativa analyser

En kvalitativ analys består ofta av en öppen intervjuform, vilket innebär att inga svarsalternativ finns tillgängliga för den intervjuade. Detta betyder att personen i fråga kan utveckla sina svar fritt utan att behöva utgå från något slags manus, även kallat semistrukturerad intervju. Intervjun erhåller därmed en låg grad av struktur och standardisering, vilket innebär att följdfrågor kan göras för förtydning av meningar och ord. Den kvalitativa analysen består av få intervjuer, vilket kan medföra problem med reliabiliteten. Däremot vägs detta upp genom att mer fokus kan läggas på kvalitén av intervjuerna. Den

kvalitativa intervjumetoden anses även innehålla kompletterande frågor och svar till utredningar som saknar tydliga direktions (Davidsson & Patel, 2011).

2.2.2 Kvantitativa analyser

Kvantitativa analyser avser mätbara egenskaper, vilket kan förenklas till allt som behandlar siffror. Den kvantitativa analysen kan sägas bestå av statistik, medan den kvalitativa analysen består av övrig insamling av information. Redan från arbetets start är slutsatsen någorlunda dragen. Det som kan saknas är påvisande bevis, vilket är tvärtom gentemot den kvalitativa analysen. Den kvantitativa analysen leder oftast till en strukturerad och sluten utfrågning, vilket innebär att svarsalternativ, alternativt enkäter, oftast finns tillgängliga vid intervjutillfället. Detta får till följd att intervjupersonernas svar begränsas (Lantz, 2013).

2.2.3 Val av metod

Det finns inga specifika siffror på vilken metod som är bäst, utan den som bäst passar in på arbetets syfte och frågeställning bör användas för bästa resultat (Lantz, 2013). Då arbetet behandlar en utredning som har bristfällig information erhålls den kvalitativa analysen. Detta grundar sig även i att intervjuer anses bli mer personliga där mest information utges utan att leda personen i fråga mot ett specifikt mål som eftersträvas. Eftersom slutsatsen ännu inte är dragen i detta skede anses den kvalitativa analysen bidra med tillräckliga kompletteringar för att bilda en uppfattning av, och lösa problematiken på bästa möjliga sätt.

2.3 Intervjuer

Intervjuer genomfördes med åtta olika personer. Både projektörer och projektledare intervjuades, men även personer på Trafikverket som är ansvariga för investering, underhåll samt diverse föreskrifter. De intervjuade har varit personer från nästan hela järnvägsbranschen. Allt från projektledare med olika infallsvinklar, till specialister på krafter i spår, till ansvariga för aktuella föreskrifter. Även personer inom järnvägens teknikområden, bana, signal och el intervjuades. Tillsammans skapade intervjupersonerna en stor bredd, vilket eftersträvades för att uppfylla examensarbetets syfte.

2.3.1 Inför intervjuerna

Innan intervjuerna kunde ske krävdes ett par väl utformade frågeformulär (se bilaga 2 till 9). Formulärets funktion var tänkt som stöd under intervjuernas gång. Till en början skapades intervjufrågorna med en väldigt stor bredd. Detta för att täcka så stora diskussionsområden som möjligt. Efterhand omformulerades frågorna och optimerades för att erhålla en intervju av så hög

kvalitet som möjligt. Frågorna varierade i viss omfattning. Dels för att spegla intervjupersonernas diverse yrken, men även för att basera intervjun på de intervjuades erfarenheter och bakgrund. Intervjun bestod av öppna svarsformer, då den kvalitativa intervjumetoden eftersträvar just detta. Dessutom var frågorna av semistrukturerad karaktär sådan att följdfrågor kunde ställas, vilket skulle leda till en naturlig dialog. Under processen då skrivandet av frågor var aktuellt, hölls en kontinuerlig diskussion med medarbetare och handledare på ÅF Helsingborg. Små justeringar innebar förbättring av frågeformulären som i sinom tid stod klara.

I ett tidigt skede av examensarbetet gav studenternas handledare eventuella kontaktpersoners uppgifter och relevans. De potentiella intervjupersonerna kontaktades omedelbart och intervjutillfällen kunde därefter bokas in. Då intervjuförfrågningarna skickades i ett väldigt tidigt skede hade intervjupersonerna möjligheten att boka en tid som passade, vilket, i förhoppning, skulle innebära en mindre stressfylld intervju. Dessutom kunde frågeformuleringen i förväg skickas till de intervjupersoner som önskade detta, vilket fick till följd att intervjupersonerna var mer pålästa om ämnet och kunde därmed erhålla en viss trygghetskänsla.

2.3.2 Under intervjuerna

Intervjuerna utfördes på tre olika geografiska platser i Sverige, Helsingborg, Malmö och Göteborg. Majoriteten av intervjuerna hölls via ett personligt möte, men vissa var tvungna att hållas via ett Skype-möte. Detta kunde antingen bero på att personen som skulle intervjuas var bosatt för långt ifrån studenternas utgångspunkt, eller att en intervju låg för tätt inpå en annan, vilket innebar att tiden inte räckte till. Intervjuerna gjordes under loppet av två veckor, varvid en till två intervjuer utfördes per dag. Intervjuernas initiala skede bestod av en kort presentation av intervjupersonen. Därefter fortsatte intervjun med neutrala frågor. Detta för att försätta intervjupersonen i ett visst lugn, för att senare ställa de väsentligare fördjupningsfrågorna. Ledande frågor, negationer samt förutsatta frågor undveks till största mån. En del av frågorna som ställdes hade Trafikverkets föreskrifter som underlag. Detta för att utreda vilka otydligheter som existerade. Föreskrifterna som framförallt användes var *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar* samt *Banöverbyggnad - Skarvfritt spår, Krav vid byggande och underhåll*.

Samtliga intervjuer spelades in med hjälp av studenternas mobiler. En app, som hade funktionen att spela in samtal, laddades ner av båda studenterna. Appen hade som avsikt att underlätta i nästkommande skeden, kunna citera personen om det var nödvändigt, samt att kunna bibehålla ett högt fokus och en livlig diskussion under hela intervjutillfället utan att behöva anteckna allt för långa stycken. Efter samtycke för inspelning av samtliga intervjupersoner

kunde samtalen spelas in. Båda studenterna spelade in samtalet som backup om det skulle uppstå något fel med den ena inspelningen. Intervjuerna, som klassades som djupintervjuer, varade i allt från 30 minuter till en timme. Variationen i tid grundade sig framförallt i hur pratglad intervjupersonen var, men även mängden relevant information som intervjupersonen kunde uppge.

Båda studenterna tilldelades rollen som intervjuare. Detta eftersom studenterna ansåg att den intervjuade kunde känna ett lugn om en diskussion fördes kring fler än två personer. Dessutom kunde den andra studenten fundera på följdfrågor medan den första tänkte på nästkommande fråga.

2.3.3 Efter intervjuerna

När intervjuerna var genomförda påbörjades transkribering av samtliga intervjuer, vilket innebar att alla intervjuer renskrevs ordagrant. Detta gjordes i strävan av att dels kunna citera intervjupersonerna, och delvis för att sammanfatta den väsentliga informationen som hade framförts. Informationen brukades i ett senare skede av examensarbetet för att skapa ett resultat.

3 Litteraturstudie

I denna del kommer fakta ges, som i ett senare skede ska bidra som ett underlag för analysen. Litteraturstudien är indelad i underrubriker som beskriver och behandlar olika järnvägsområden.

3.1 Bana

När ett järnvägsspår ska projekteras måste det bestämmas hur det ska se ut, vilka radier som ska användas i både vertikal- och horisontalled, vilken lutning spåret ska ha i förhållande till horisontalplanet samt vilka spårkomponenter som ska användas. Det finns direktiv som behandlar utformningen av järnvägens huvud- och sidospår. Dessutom existerar några direktiv för skyddsspårets utformning.

3.1.1 Utformning av huvudspår

I huvudspåret ska radien normalt vara större än 500 meter. Dock kan radierna gå ner till 250 meter om sliprarna är gjorda av betong och 300 meter om det är träsliprar (Trafikverket, 2014). I Sverige är lutningarna på spåret inte mer än tio promille, detta för att underlätta för tunga godståg. På vissa banor som endast trafikeras av persontåg kan en större lutning förekomma. Ett spåravsnitt måste ha en längd på minst 20 meter då en konstant lutning förekommer. Normalt är det 4,5 meter mellan två spår, mätt från spårmitt till spårmitt. Om det däremot är tre eller fler parallella spår ska vartannat spåravstånd vara sex meter (Trafikverket, 2015b).

När ett nytt spår ska byggas, eller om en befintlig spårsträcka ska upprustas ska sliprarna i första hand vara av betong och placeras på ett avstånd på 600 mm ifrån varandra (Trafikverket, 2014). Rälerna som används på de högt trafikerade banorna ska vara av typen 60E1, vilket innebär att rälsvikten är 60 kg/m. På övriga banor som är mindre trafikerade används 50E3, vilket i sin tur innebär att rälsvikten är 50 kg/m. På nyare banor läggs oftast 60 kg rälerna, vilka klarar 30 tons axellast. Jämförs utseendet är 60E1 bredare, högre och kraftigare än 50E3. Då båda rälsorterna förekommer ute i spåren krävs det vid övergången en så kallad övergångsräl. Det är normalt sett en tyngre räl, vilket i ena änden är nedsmidd så att den passar till den lättare rälen (Trafikverket, 2015c).

Befästningar är en spårkomponent som ser till att rälen kan fästas på slipern. Dess uppgift är att motverka de krafter som överförs från räl ner till ballast, se till att spårvidden hålls samt att förhindra att de längsgående krafterna blir för stora, annars riskeras en utbuktning av rälen. På grund av att trafiken genom åren ökat och spårtekniken utvecklats har befästningarna haft en rad olika

utformningar. Från början var det enkla spikfästen som användes på träslipern till idag då fjädrande befästningar används på betongslipern. Hey-back är en annan sorts befästning som började användas från mitten av 1950-talet och används först och främst på träslipers. Den består av en underläggsplatta som sitter fast i slipern med fyra rälsskruvar och en klämfjäder som klämmer fast rälsfoten mot plattan. Pandrol Fastclip är idag den befästning som används som standardbefästning på alla banor med en axellast på max 25 ton. Den förmonteras på slipern av tillverkaren, vilket innebär att inga lösa delar behövs ute i spåret. Pandrol Fastclip används för både 50- och 60-kilosrälen. Befästningen är godkänd för hastigheter ≥ 250 km/h (Trafikverket, 2018d).

För att kunna välja vilken växeltyp som ska läggas i spåret måste hastigheten och rälstypen i det avvikande spåret vara känt. En annan parameter som bör tas i beaktning är hur mycket plats som finns till förfogande då de olika växeltyperna är av olika storlekar. I tabell 1 nedan kan hastigheten i gren- och stamspåret utläsas. Utifrån vilken hastighet som är känd, framförallt grenspårets hastighet, kan växeltypen väljas. Växelmodellens namn beskriver hur växeln ser ut. Första delen av namnet motsvarar en enkel växel, med eller utan rörlig korsningsspets. Därefter beskrivs rälsorten, vilken radie samt vilken vinkel växeln har (Trafikverket, 2016a).

Tabell 1 Hastigheter och radier för järnvägens spårväxlar. Källa: Trafikverket, 2016a.

Spårväxel rakt utförande			
Växelmodell	Radie grenspår (m)	STH (km/h)	
		Grenspår	Stamspår
EV-BV50-300-1:9 (trä)	300	50	160
EV-60E-300-1:9 (betong)	300	50	160
EV-60E-760-1:15 (betong)	760-∞	80	250
EV-60E-1200-1:18,5 (betong)	1200	100	250
EVR-60E-300-1:9 (betong)	300	50	200
EVR-60E-760-1:15 (betong)	760-∞	90	250


3.1.2 Utformning av sidospår

Kraven som nämnts ovan ska vara vägledande även för sidospåret, dock tillåts det att sliprarna placeras upp till 750 mm ifrån varandra samt att kurvradierna kan gå ner till 200 meter. För att minimera risken att inga längsgående krafter kommer in snett i spårväxeln, ska spårstandarden i sidospåret vara lika med normalhuvudspårets i minst 50 meter före och efter spårväxeln. Med samma spårstandard menas att båda spåren ska ha samma typ av räl, sliper, befästning och ballast (Trafikverket, 2014).

3.1.3 Utformning av skyddsspår

Ett skyddsspår är ett typ av sidoskydd där en skyddsväxel förhindrar tåg från att rulla ut på huvudspåret. Skyddsväxeln följs av en spårsträcka som kallas för skyddsspår, detta spår sträcker sig ut och bort från huvudspåret (se figur 1 i kapitel 1.1.1 *Sidoskydd*) (Trafikverket 2014). Skyddsväxelns normalläge leder alltid tågen ut mot skyddsspåret, och endast om skyddsväxeln är i ett avvisande läge kan körsignal ges till det tåg som trafikerar det skyddade spåret (Nationalencyklopedin, u.å.).

I slutet av skyddsspåret placeras en så kallad stoppbock. Det är en anordning som placeras på rälen för att stoppa eller bromsa in tåg som annars riskerar att köra förbi spårets slut. I föreskriften *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar* ska bilaga 11 användas vid anordning av skyddsspår (se bilaga 1). Stoppbocken har en glidsträcka på 17 meter, vilket erfordras på grund utav diverse tillsatselement som ska bidra till en bättre bromseffekt. Bilaga 11 redogör även användningen av förstärkningsräler. Rälerna och stoppbocken infettas med ett flänssmjörjfett, detta görs för att stoppbocken samt tillsatselementen ej ska rosta. Vidare ska stoppbocken monteras på komponenterna SJ/BV50 räl och träslipers, tillsammans med Hey-Back befästning. Ett av kraven som ställs på slipern är att den ska vara av god kvalitet minst fem meter framför stoppbocken samt hela bromssträckans längd. Spåret ska vara helsvetsat minst 40 meter framför stoppbocken eller mot närmsta växel, vilket ger en totallängd på minst 57 meter (Trafikverket, 2015d). I spår där hastigheten är lägre än 100 km/h kan längden på skyddsspåret, ur spårteknisk synvinkel, anpassas efter andra krav. Den kan även ha annan standard än normalhuvudspåret (Trafikverket, 2014). Vidare motsvarar den minsta radien som stoppbocken får placeras på 1000 meter. Denna radie gäller även 20 meter framför stoppbocken samt hela glidsträckans längd. I enlighet med Trafikverkets föreskrift skall en isolerskarv placeras minst två meter framför stoppbocken, förslagsvis så långt ifrån stoppbocken som möjligt (Trafikverket, 2015d). Den största delen av information som nämnts ovan kan även utläsas från en äldre version, en slopad föreskrift från år 1984 (se figur 2) (Statens Järnväg, 1984).

 Huvudkontoret
Banavdelningen

Redaktion: Spår- och bangårdsteknik
Spårteknik, 3391

SJF 541.56

Utgåva 3

Gäller fr o m 1984-10-01

Figur 2 Slopad föreskrift av stoppbockars utformning. Källa: Statens Järnväg, 1984.

Vid val av stoppbock uppmanar Trafikverket att en kontroll, i form av fem frågor, bör göras. Följande text, hämtad från Trafikverkets regelverk: *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar*, kapitel 6.1, lyder:

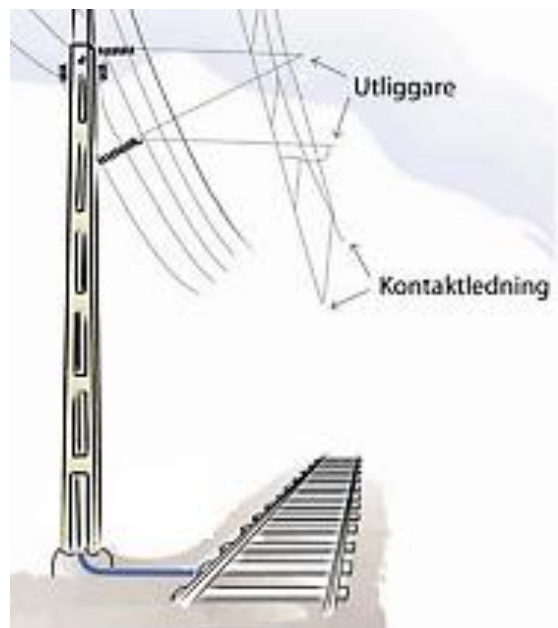
- *“Vilken är den största hastighet, som stoppbocken beräknas bli påkörd med?”*
- *Vilka tågvikter beräknas förekomma?*
- *Finns bakom stoppbocken byggnader eller anordningar som fordrar extra skydd?*
- *Finns intill stoppbocken huvudspår, som särskild hänsyn måste tas till?*
- *Kan erforderlig bromsväg erhållas? Skall stoppbocken uppsättas på skyddsspår?”*

Genom att svara på frågorna kan lämplig stoppbock väljas utifrån medföljande bilagor samt rekommendationer (Trafikverket, 2015d).

3.2 EI

3.2.1 Kontaktledning

Kontaktledningens huvudsyfte är att, utan alltför stora spänningsförluster, förse järnvägsfordonen med ström. Kontaktledningen hålls upp ovanför spåret med hjälp av en så kallad utliggare. Utliggaren sitter fast högt upp i kontaktledningsstolpen. Vidare existerar två sorters utliggare, en som trycker tråden från sig och en som drar den till sig (se figur 3). Dessa utliggare placeras växelvis för att få rätt trådföring, vilket innebär att tråden monteras i ett zick-zack mönster. Detta för att tågens strömavtagare ska få ett jämnt slitage. När ett tåg kör igenom en växel måste den hela tiden ha kontakt med kontaktledningen, annars förloras strömtillförseln. Utliggaren som befinner sig precis före växlingspunkten, från grenspåret ut till huvuspåret, kallas för en växelutliggare (Banverket, 2006).



Figur 3 Utliggare i järnvägsnätet. Källa: Banverket, 2006.

Eldrivna spårfordon får sin ström från kontaktledningen via en strömavtagare. Det är viktigt att kontakten mellan strömavtagaren och kontaktledningen sker kontinuerligt och utan avbrott. Idag har svenska strömavtagare en bredd på 1800 mm. De banor som ska Europaanpassas kräver att strömavtagaren har en bredd på 1600 mm (Trafikverket, 2015e).

3.2.2 Stolpplacering

När ett nytt spår ska byggas placeras linje- och bryggstolparna 3,35 meter från spårmitt. Växelstoplen ska, i stamspåret, placeras 2,75 meter från spårmitt och stolpen i det avvikande spåret ska placeras 3,15 meter från spårmitt (Trafikverket, 2015f). Stolparna placeras normalt mellan 60-65 meter ifrån varandra. Avståndet kan dock minskas vid kraftiga kurvor eller på vindkänsliga platser (Trafikverket, 2018e).

3.3 Signal

3.3.1 Ställverk

Ställverken i den svenska järnvägen styr alla signaler och växlar. Deras huvudsakliga uppgift är att manövrera ett järnvägsfordon genom ett spårområde utan att säkerheten åsidosätts. För att en tågväg ska kunna låsas måste vissa kriterier vara uppfyllda. Om en tågväg är lagd på ett specifikt spåravsnitt kan inte ett annat järnvägsfordon få körbesked på samma spår. Ställverken är därmed järnvägens säkerhetssystem, vilket innebär att extremt höga krav ställs på dess konstruktion och funktion, men även på besiktning och skötsel av dem (Trafikverket, 2010).

Olika typer av ställverk resulterar i annorlunda utfall, vilket får till följd att det finns ett antal olika ställverk i Sverige idag. Främst nyttjas ställverk 95 eftersom det är ett datorbaserat ställverk. Signalställverket, som det även kallas, används framförallt för att styra och övervaka större driftplatser samt sträckan mellan två stationer. Ett datorbaserat ställverk innebär att två datorer styr och lägger tågvägar genom kommunikation sinsemellan (Trafikverket, 2017a). Det finns även reläbaserade ställverk såsom ställverk 59. Detta ställverk brukas vid mindre bangårdar som saknar mer modern teknik. Tågvägen låses fjärrstyrt genom en tågklarare. Eftersom ställverket är fjärrstyrt krävs bland annat spårledningsövervakning, fullständig signalering samt att tågföraren svarar för stoppanmälan. När spårledningen har konstaterats som "fri" ges "kör" i signal genom att tågklararen anger både start- och slutpunkt för tågvägen (Trafikverket, 2017b).

För att järnvägssystemet ska kunna bibehålla en så pass hög säkerhet går anläggningen vid enstaka fel alltid till ett säkrare läge, även kallat "failsafe". Detta innebär att en signal går till "stopp" istället för det vanliga "kör" då ett fel inträffar. Ett av kraven som ställs för att kunna låsa en tågväg är att de växlar, vilka agerar som skydd för påkörning, ligger i normalläge, är i kontroll och är låsta. Om hastigheten är över 160 km/h på det spåret som ska skyddas kan sidoskyddet endast utgöras av en så kallad skyddsväxel. Detta innebär att skyddsväxeln, följt utav ett skyddsspår, är det bästa skyddet som är aktuellt i Sverige idag (Trafikverket, 2010).

3.3.2 Spårledning

Spårledningen är det system som Trafikverket använder för att se om en viss spårsträcka är fritt från fordon eller ej. Denna fungerar genom att ett relä hålls "draget" av en ström som går från en strömkälla via det ena reläet, genom relälindningen, via ett annat relä för att sedan ledas tillbaka till strömkällan. Om ett fordon befinner sig på spåret kommer dess hjulaxlar att kortsluta strömkretsen, vilket orsakar att reläet kommer "falla". Därefter upplyses ställverket kring fordonets position och tågklarare kan tydligt se vilket specifikt spåravsnitt fordonet trafikerar för tillfället. Vid varje spårlednings början och slut finns en elektrisk isolerad rälsskarv som ser till att strömmen inte kan överföras till nästa spårledning. På grund av spårtekniska skäl får inte isolerskarven placeras närmare en stoppbock än två meter, samtidigt som den inte får placeras mer än tre meter ifrån. Detta för att ett litet fordon inte ska kunna stå mellan isolerskarven och stoppbocken (Trafikverket, 2018f).

3.4 Investering

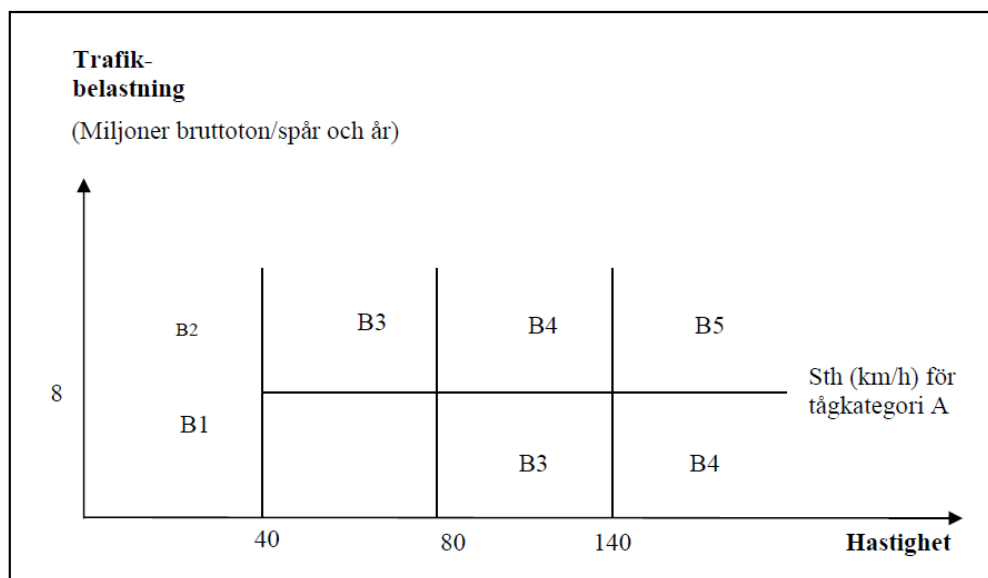
Trafikverkets investeringsavdelning tar fram planer och avtal för att kunna styra och leda investeringsprojekt. Detta ska möjliggöra att den givna tidsramen och tilltänkta budgeten hålls. Trafikverket fastställer budgeten på en övergripande nivå, vilket resulterar i att många järnvägsprojekt blir dyrare än budgeterat. I vissa fall, när detaljprojekteringen startar, uppmärksammar projektören att det ej är genomförbart på det sätt som står beskrivit i AKJ. Utfallet blir därefter ett dyrare projekt än tilltänkt då en ny projektering måste verkställas (Trafikverket, 2016b). I tabell 2 kan priser på de spårkomponenter som används vid anordning av skyddsspår utläsas. Dessutom visas priser på olika spårväxlar som finns i Trafikverkets standardsortiment (Trafikverket, 2018g).

Tabell 2 Komponentpriser för anordning av skyddsspår. Källa: Trafikverket, 2018g

Komponentpriser inom järnvägen		
Räl		Försäljningspris (kr)
	50E3 (längd 40 m)	441
	60E1 (längd 40 m)	556
Befästning		
	Hey-Back	17,08
	Pandrol Fastclip	24,20
Sliper		
	Trä	295
	Betong	511
Växel		
	EV-BV50-300-1:9 (trä)	660 000
	EV-60E-300-1:9 (betong)	1 250 000
	EV-60E-760-1:15 (betong)	1 580 000
	EV-60E-1200-1:18,5 (betong)	1 800 000
	EVR-60E-300-1:9 (betong)	2 000 000
	EVR-60E-760-1:15 (betong)	2 500 000
Stoppbock		
	GULO FCK med mittanslag	49 170
	Bromselement GULO	2107

3.5 Underhåll

Trafikverket ansvarar för underhållet av järnvägen och allt denne innefattar. För att bevara banan i ett bra skick krävs en kontinuerligt hög skötsel. Därför utförs så kallade säkerhetsbesiktningar. Dessa har i avsikt att säkerställa banan så att den är framkomlig och säker året om. Besiktningen ligger även till grund för planeringen av åtgärder på sikt. Säkerhetsbesiktningen delas in i fem olika besiktningsskyltar, B1-B5. Desto högre siffra desto fler säkerhetsbesiktningar per år. Vilken besiktningsskylt en viss del av anläggningen tilldelas beror på den största tillåtna hastigheten samt trafikbelastning vid spårområdet (se figur 4). Även typ av trafik som trafikerar på banan, klimat- och miljöförhållanden, teknisk uppbyggnad samt geotekniska förutsättningar ska tas i beaktning. När en anläggning tilldelats en specifik besiktningsskylt kan de olika komponenterna i anläggningen, exempelvis spårväxlar, stoppbockar och signaler, besiktigas olika ofta (Trafikverket, 2015g). Besiktningen av en spårväxel börjar 50 meter framför FSK och slutar 50 meter bakom sista långslipern. Även eventuella övergångsräler, övergångssliprar och underläggsplattor ingår i besiktningsskyltens område (Trafikverket, 2015h).



Figur 4 Besiktningsskyltar inom järnvägen. Källa: Trafikverket, 2015g

Träsliprar är mer underhållskrävande än betongsliprar. Normalt sett är träslipern gjord av furu, men det har förekommit både bok och ek. Furuslipern impregneras med kreosot och har en livslängd på cirka 35 år. Det kan dock variera kraftigt på grund av trafikbelastningen, markförhållandena samt om den ligger i ett rakspår eller kurva. Betongslipern har en livslängd på cirka 50 år (Trafikverket, 2018d). Mindre växlar har snävare kurvradier och slits därför mer än en större växel med en vidare kurvradie. Detta innebär att mer underhåll krävs i kortare växlar jämfört med längre (Olsson, 2018).

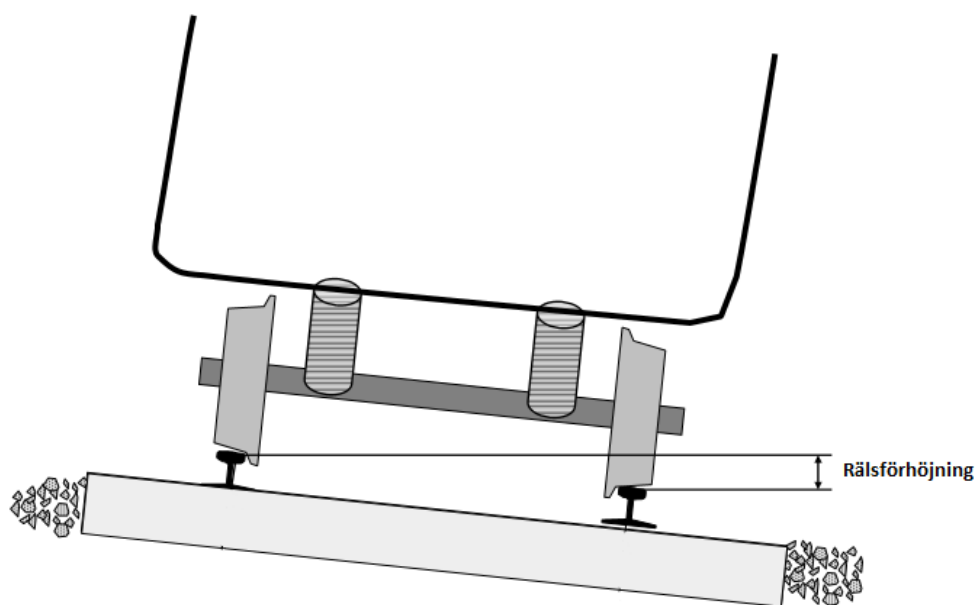
3.6 Krafter i spår

Det finns flera olika krafter som påverkar trafikeringen av fordon i ett spår. Framförallt är statiska- och dynamiska krafter aktuellt inom järnvägen. Den statiska delen kan kort beskrivas som en konstant vertikal kraft som ett föremål utsätts för. Ur järnvägsaspekten kan detta fenomen uppstå vid en tidpunkt då ett fordon trafikerar i ett spår med en konstant hastighet, lutning och radie. Dynamiska krafter involverar mer rörelser, vilket innebär att kraften varierar mer. Denna kraft kan uppstå på grund av fordonets fjädring, ojämnheter i spåret eller plötsliga förändringar i höjdlid. Aerodynamisk kraft är ytterligare en aspekt som påverkar ett fordonens gång i spåret. I ytterst sällsynta fall kan starka sidovindar, i kombination med snäva kurvor, leda till att fordonet välter. Genom anpassning av fordonet kan dock en stor del av den aerodynamiska kraften avlägsnas (Andersson, Berg & Stichel, 2014).

3.6.1 Kurvor

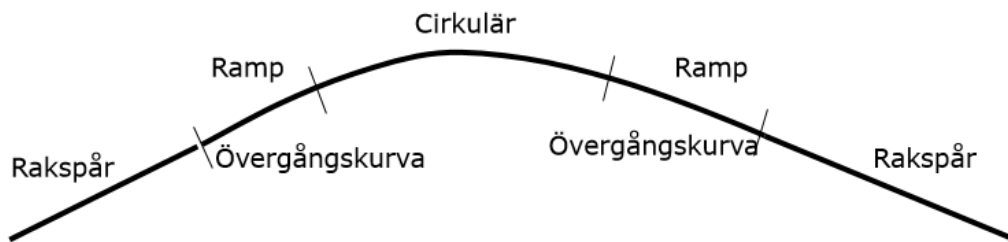
Då ett järnvägsfordon trafikerar en kurva med en hög hastighet, påverkas fordonet av stora kraftpåverkningar. Vidare resulterar en lägre hastighet i lägre

krafter, och fordonet erhåller därmed en bättre gång i spåret. På samma sätt påverkas fordonet på ett negativt vis då en kurva präglas utav en snäv radie. Fordonet kan naturligtvis inte hålla samma hastighet i den snäva kurvan som på ett rakspår. Detta innebär att hastigheten måste anpassas till kurvan, vilket leder till att vissa växlar inte kan läggas vid högre hastigheter. Innan ett fordon kan trafikera en kurva i hög hastighet finns det en del krav som måste uppfyllas. På grund av den stora centrifugalkraft som skapas vid trafikering av en kurva krävs en rälslutning i sidled, detta fenomen kallas för rälsförhöjning. Genom att höja respektive sänka ena sidan av de båda rälerna kan en stor del av krafterna avlägsnas (se figur 5) (Skara-Lundsbrunns Järnvägar, 1998).



Figur 5 Rälsförhöjning. Källa: Trafikverksskolan, 2016a.

I teorin används termerna anordnad- och teoretisk rälsförhöjning samt rälsförhöjningsbrist/överskott. Rälsförhöjningsbristen anger hur mycket den ena rälen behöver sänkas för att jämna ut kurvkraften som uppstår, rent matematiskt räknas den ut genom differensen mellan den teoretiska- och den anordnade rälsförhöjningen. Tvärtemot beräknas rälsförhöjningsöverskottet genom differensen mellan den anordnade- och den teoretiska rälsförhöjningen. Då rälsförhöjningen är för stor kan det orsaka problem för fordonen, bland annat kan urspårning ske vilket självfallet vill undvikas. Med hjälp av olika formler kan största tillåtna hastighet, radie, eller rälsförhöjning beräknas för vardera kategori, och därefter kan spåret anpassas till de kategorier som trafikerar spåret. Utöver rälsförhöjningen krävs en övergångskurva för att ge en mjukare övergång in i cirkulärkurvan samt en ramp, som används för att öka eller minska rälsförhöjningen (se figur 6) (Skara-Lundsbrunns Järnvägar, 1998).



Figur 6 Spårgeometri över en kurva. Källa: Trafikverksskolan, 2016b.

3.6.2 Växlar och korsningar

Vid växlar och korsningar utsätts ett fordon's hjulpar för stora laterala förskjutningar. Vid trafikering i grenspåret sker stora kurvförändringar och rälsförhöjningsbrist uppstår, vilket resulterar i flänskontakt mot tungrälen. Denna företeelse uppstår även för fordon som trafikerar stamspåret, dock i en mildare grad. Konstant flänskontakt bidrar till slitage på tungrälen, som i sin tur leder till en reducerad livslängd och en högre underhållskostnad. Växlar som normalt trafikeras i grenspåret kräver mer frekvent underhåll då dessa slits mer (Innotrack, u.å.).

3.6.3 Friktion

Vid trafikering i spåret erhåller även fordonet en kraft som kallas för friktion. Denna kraft uppkommer mellan två ytor som är i kontakt med varandra. I järnvägens fall uppstår detta fenomen konstant då tåget färdas på rälerna. Friktionens storlek bestäms främst genom val av material samt kraften som vardera yta blir belastat med. Friktionen bestämmer exempelvis hur lätt ett föremål kan färdas från en punkt till en annan genom att föremålet dras längs vägen. Eftersom kontakten mellan hjul och räl är så pass liten uppstår minimal friktion. Detta innebär att ett fordon kan glida en väldigt lång sträcka innan det tar stopp, givet att lokföraren inte bromsar tåget. Järnvägen önskar att erhålla en låg friktion eftersom tåget då kräver mindre energitillförsel. Därför anpassas vissa utsatta zoner i spårområdet, såsom kurvor, med smörjmedel för att minska friktionen (Andersson, Berg & Stichel, 2014).

4 Resultat

I denna del av examensarbetet kommer intervjupersonerna introduceras och kortfattat beskrivas. Dessutom kommer intervjuernas svar att sammanställas och presenteras. Resultatet ska bidra till en viss klarhet och skapar, tillsammans med litteraturstudien, ett underlag för kommande analys.

4.1 Intervjupersonernas referering

För att kunna referera till intervjupersonerna på ett lätt och smidigt sätt brukas förkortningar, varvid varje intervjuperson betecknas på olika sätt. Bokstaven P innebär att personen i fråga är en projektledare. För att vidare kunna skilja de olika projektledarna åt, följs bokstaven P av en siffra. I detta fall hade siffran motsvarat en etta, varvid nästa projektledare erhåller bokstavs- och sifferkombinationen P2 och så vidare. Bokstavsreferationen E motsvarar en intervjuperson som arbetar inom teknikområdet el, med fokus på kontaktledning, medan bokstaven S representerar en signalprojektör. Vidare står ett K för en person som arbetar med krafter i spår och ett B motsvarar en banprojektör. Då en person refereras som ett T innebär detta att den intervjuade är ansvarig för en av Trafikverkets föreskrifter. Trots att endast en intervjuperson arbetar med ovan nämnda arbetsområden kommer personen i fråga även betecknas med en siffra. Detta görs dels för att undvika förvirring samtidigt som det förenklar att urskilja personen i texterna. Utöver förenklingen av referat existerar bokstavs- och sifferkombinationerna för att bevara de intervjuades anonymitet.

4.1.1 Intervjupersonernas bakgrund

E1 har jobbat inom järnvägsbranschen i sex år varvid 3,5 av dessa har spenderats som kontaktledningsprojektör där hen bland annat skriver tekniska beskrivningar och mängdförteckningar. Dessförinnan har E1 arbetat som arbetsledare, underhållstekniker och elsäkerhetsledare. E1 har även erfarenhet av att ha arbetat ute i fält.

T1 har jobbat inom järnvägsbranschen i åtta år varvid två av dessa har spenderats som spårspecialist på Trafikverket. I ett halvår har T1 även varit ansvarig för föreskriften *Banöverbyggnad - Skarvfritt spår, krav vid byggande och underhåll*. Dessförinnan har T1 doktorerat på Chalmers.

P1 har jobbat inom järnvägsbranschen i 39 år varvid 16 år av dessa har spenderats som projektledare, byggplatsuppföljare, byggledare och besiktningsman där hen fokuserar mycket på samordning och planering. Dessförinnan har P1 arbetat ute i fält som banförman och banmästare.

P2 har jobbat inom järnvägsbranschen i 28 år varvid 20 av dessa har spenderats som delprojektledare inom Banverket/Trafikverket där hen fokuserar på tidiga skeden av olika projekt och tillhör investeringsavdelningen. I P2:s arbete ingår bland annat framtagning av järnvägsplaner samt kontroller av kostnad, tid och kvalitet för ett specifikt projekt.

S1 har jobbat inom järnvägsbranschen i 18 år och har spenderat samtliga år som signalprojektör med projektering av både datorställda och reläbaserade stälverk. S1 jobbar för tillfället med att bygga om och snabba upp trimningsåtgärder, men har även erfarenhet inom ibruktagandebesiktning och säkerhetsgranskning.

T2 har jobbat inom järnvägsbranschen i ett år och har spenderat denna tid med utveckling av komponenter i järnvägen. T2 har under detta år även blivit ansvarig för föreskriften *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar*.

B1 har jobbat inom järnvägsbranschen i 37 år och jobbar idag som banprojektör där hen jobbar i olika skeden av järnvägsprojekt, från förstudie till bygghandling. Dessförinnan har B1 arbetat på SJ och Banverket med bland annat mätningsteknik. Dessutom har B1 spenderat ett antal år som lärare för järnvägsskolan och även arbetat en del ute i fält.

K1 har jobbat inom järnvägsbranschen i 23 år och har spenderat dessa år som ansvarig för tekniska kraftberäkningar i spår. I K1:s arbete ingår bland annat gångdynamiska beräkningar, spårkraftsberäkningar och vibrationsberäkningar. K1 har även tidigare erfarenheter som fordonstillverkare och har även koppling till Chalmers kompetenscentrum inom järnvägsmekanik - CHARMEC.

4.2 Trafikverkets föreskrift – Skarvfritt spår

Med hjälp av följande text hämtad ur Trafikverkets regelverk *Banöverbyggnad - Skarvfritt spår, krav vid byggande och underhåll*: “*Det avvikande huvudspårets standard ska vara lika med normalhuvudspårets i minst 50 m efter spårväxeln [...] För skyddsspår (avvikande spår) efter skyddsväxel, i spår med hastighet lägre än 100 km/h i normalhuvudspåret, kan skyddsspårets längd ur spårteknisk synvinkel anpassas efter andra krav. Skyddsspåret kan även ha annan standard jämfört med normalhuvudspåret. Se även krav i BVF 525.4 Tekniska krav – Stoppbockar*”, frågade studenterna vad skyddsspårets längd var vid hastigheter över 100 km/h. T1, som är ansvarig för föreskriften, påpekade att det inte var den bästa formuleringen och antydde att skyddsspårets längd borde vara 50 meter. Hen menade dock att det borde förtydligas. Efter intervju tillfället hölls en mailkonversation med T1, där hen

framför att det borde vara hastigheten i skyddsväxeln som kravställer längden av lika spårstandard. Detta eftersom kraven i första hand behandlar spårväxelns stabilitet i spåret, och inte längden av skyddsspåret. B1 menar att vid hastigheter över 100 km/h måste skyddsspåret vara minst 50 meter, samtidigt som det ska ha samma spårstandard som normalhuvudspåret, men påpekar att texten är aningen otydlig. P1 är av en liknande uppfattning, men belyser ett annat alternativ. Hen menar att Trafikverkets regelverk *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar* tar över då det står kravställt, och poängterar att skyddsspåret därmed borde vara 40 meter ifrån BKS fram till stoppbocken, plus en glidsträcka bakom stoppbocken på 17 meter. Därmed påstår hen att skyddsspårets totallängd bör vara 57 meter. Vid intervjutillfället var T2 osäker på frågan, men efter en mailkonversation förtydligar T2 frågan kring skyddsspårets längd. Hen påstår att nya projekt alltid ska projekteras för att ha utrymme till minst 57 meter, som skyddsspåret kräver. Vidare menar hen att spåret måste förlängas om det endast finns plats för exempelvis 20 meter. T2 betonar att vid omständigheter, som gör att det inte är möjligt att förlänga spåret, måste en dispensansökan utföras.

I utdraget ovan, som är taget ifrån föreskriften *Banöverbyggnad - Skarvfritt spår, krav vid byggande och underhåll*, står det även att skyddsspårets längd kan anpassas efter andra krav, vilka dessa andra krav var hade intervjupersonerna olika åsikter om. P1 var tydlig med sitt svar, och menar att regelverken ställer de kraven. Hen framhäver att det kan utläsas i föreskriften *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar*. Hen förtydligar genom att påstå att en längd på 57 meter inte erfordras när hastigheten är lägre än 100 km/h. B1 ser det ur ett annat perspektiv. Hen poängterar att det är väldigt otydligt skrivet och att det går att tolka på olika sätt, och så bör inte föreskrifter vara formulerade. B1 tolkar texten som att det inte behövs 50 meter skyddsspår för att ta upp den kraften. T2 är av en annan åsikt och är inte helt säker, men tror att de andra kraven innebär ett lägre krav än de som gäller för huvudspåret. T1 är i början av intervjun av den åsikten att hen inte vet vilka de andra kraven är. Längre in i intervjun dyker frågan upp igen och T1 svarar då att de andra kraven innebär att alla direktiven inte behöver följas, utan menar att projektörerna får komma på en annan lösning och söka dispens för det. Hen betonar att föreskriften har några år på nacken och menar att en ny lösning skulle underlätta för projektörerna.

4.3 Trafikverkets föreskrift – Stoppbockar

T2 är ansvarig för föreskriften *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar*, och innan intervjun startar berättar hen att föreskriften för tillfället ses över eftersom den har en hel del år på nacken. “*Vi bör gå igenom hela det här dokumentet då och specificera mer exakt vilka val som går att göra, och när*

man kan använda det eller när man rekommenderar det ena respektive det andra” fortsätter T2. Hen påstår att kraven och direktiven för skyddsspår är relativt tydliga. T2 anser dock att valet av komponenter som ingår för skyddsspåret bör förtydligas. Hen menar att ett bredare sortiment av komponenter underlättar till viss del för projektören. Även P1 poängterar att föreskriften är gammal och framhäver att den förmodligen är skriven innan 70-talet.

4.3.1 Spårkrafter

P1 påstår att spåret måste vara helsvetsat minst 40 meter från BKS, innan stoppbocken. T2 förklarar att helsvetsat innebär att det inte får vara någon skarv på spåret, och menar att det är kravställt för att undvika rörelse i spårväxeln på grund av temperaturkrafter. Eftersom skyddsspåret så småningom når ett slut har B1 svårt att förstå hur dessa krafter existerar överhuvudtaget.

K1 betonar att spårkrafterna är väldigt hastighets- och kurvberoende. Desto högre hastighet och snävare radie desto högre spårkraft, och vice versa. Hen menar att tågen ska vara dimensionerade för att krocka i måttliga hastigheter, då det ska finnas energiupptagande zoner. Om fordonet, av någon anledning, skulle ledas ut i skyddsspåret och fortsätta att köra in i stoppbocken, påstår K1 att den största kraftpåverkningen sker vid stoppbocken och tåget. Hen framhäver även att spåret utsätts för viss kraftpåverkan, men av en mildare grad. Vidare förklarar hen att spåret klarar av att utsättas för krockkrafterna, men betonar vikten av stoppbockens dimensionering. K1 menar att stoppbockens förmåga att glida längs spåret är en annan viktig aspekt, då eventuella bakåttudsar vid krocktillfället vill undvikas. K1 påstår även att längden på glidzonen bakom stoppbocken bör bero på krockhastigheten, och menar att en längre glidsträcka innebär mindre skador på fordonet. Hen fortsätter genom att redogöra över möjligheten för en mjukare inbromsning då spåret bakom är tillräckligt långt.

K1 är av åsikten att åtdragningsmomentet för den glidbara stoppbocken är viktig. Dessutom menar hen att ingen vet hur länge stoppbocken har stått på den aktuella platsen, och fortsätter genom att förklara att den eventuellt hinner rosta, vilket ökar friktionen, som i sin tur orsakar att krocken upplevs hårdare. P1 och B1 är av samma åsikt, och betonar åtdragningsmomentet betydelse. Vidare förklarar de att skruvarna inte får skruvas åt för hårt, då en fast stoppbock kan bildas, samtidigt som för löst åtdragna skruvar leder till att stoppbocken skenar iväg för lätt.

4.3.2 Spårkomponenter

Vid en fråga som berörde förstärkningsrälernas syfte, påstår T2 att förstärkningsrälerna erfordras då krafterna blir så pass stora när fordon, vars vikt är över 200 ton samt hastighet är högre än 5 km/h, trafikerar skyddsspåret. B1 förtydligar detta och menar att förstärkningsrälerna existerar för att stoppbocken inte ska välta. Vidare förklarar hen att tåget belastar stoppbockens övre del, inte rälen. Tanken är då, menar B1, att förstärkningsrälerna går in under tåget. Detta resulterar i att förstärkningsrälerna stabiliserar spåret, och den rörliga delen av stoppbocken kan därefter utnyttjas.

T2 påstår att det inte finns något krav på lutningen av skyddsspåret, men anser att det borde stå med då det påverkar stoppbocken samt glidsträckans utformning. K1 framför att det är dumt att ha rälsförhöjning i skyddsspåret och påstår att det inte finns någon anledning till att ha det. Vidare berättar P1 att då spåret inte har någon rälsförhöjning blir slitaget mindre. K1 påstår att det är så pass låga krafter i skyddsspåret att det inte spelar någon roll vilket håll skyddsspåret pekar åt. Samtliga intervjupersoner anser dock att det är dumt att skyddsspåret riktas in mot det spåret som ska skyddas. Intervjupersonerna föreslår därmed att skyddsspåret antingen bör gå parallellt med, eller riktas bort från spåret. Vidare påstår K1 att tåg sällan välter, utan menar att det nästintill enbart sker i kurvor där ytterst stark vind råder.

En fråga behandlade isolerskarvens placering. I Trafikverkets föreskrift *Signal: Signaleringsprinciper. Spårledning* står det att isolerskarven ska placeras två till tre meter ifrån stoppbocken. I *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar* står det dock att isolerskarven ska placeras minst två meter ifrån stoppbocken, men helst så långt ifrån som möjligt. T2 menar att det bygger på samma princip, och att en kombination av de båda krävs. S1 däremot menar att det inte är så noggrant var den placeras. Den kan placeras både en, två och tre meter ifrån stoppbocken, det viktigaste är att förhindra att inget litet fordon kan gömmas på spåret. Vidare betonar S1 isolerskarvens betydelse genom att förklara isolens huvudsyfte. Hen menar att isolen delar upp två spårledningar, vars uppgift är att förmedla uppgifter kring fordonets position. S1 menar att allvarliga konsekvenser kan uppstå då ett fordonets position inte uppdateras kontinuerligt. Emellertid menar S1 att ett skyddsspår inte har en isolerskarv på andra sidan stoppbocken, då spåret når ett slut. Detta innebär att ett fordon kan placeras på spåret utan att det syns någonstans förklarar S1.

Signalprojektörerna får utsatt av banprojektören vart stoppbocken hamnar, men S1 menar att isolerskarven i projekteringsskedet ofta hamnar hos banprojektören och att därefter snarare är en banteknisk detalj. Hen framhäver att det har varit tillfällen då inga kilometertal satts ut vid isolerskarven, vilket innebär att de som monterar inte vet var denne ska placeras. Vidare förklarar

S1 att montörerna får kolla i direktiven, varvid de finner att isolerskarven ska placeras 2-3 meter ifrån stoppbocken.

4.3.3 Anordnande av skyddsspår

P1 påstår att det går att använda andra stoppbocks konstruktioner än den som finns i bilaga 11 av *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar*. Både P1 och B1 menar att de, bland annat, använt sig av bilaga 8, i samma föreskrift, vid anordnande av skyddsspår. Det som är viktigt innan val av stoppbock bestäms är att svara på de fem frågorna som nämns i kapitel 6.1 i föreskriften, poängterar P1. Efter en mailkonversation med T2 förtydligar hen att vid anordnande av skyddsspår, ska bilaga 11 alltid väljas, men påstår även att frågorna i kapitel 6.1 ska beaktas.

I *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar* står det även att stoppbocken för skyddsspår ska anordnas på sliprar av furu tillsammans med BV/SJ50 räler samt Hey-Back befästningar. Både P1 och T2 menar att det endast är av historisk anledning att det står BV/SJ50. Rälstypen hade ursprungligen namnet Statens Järnväg 50 som sedan kom till att bli Banverket 50. De menar att den aktuella rälen kallas för 50E3 idag. På frågan om dispens måste sökas ifall 60-kilosräl, betongslipers och Fastclip ska användas svarade P1 att det inte krävs. Hen menar att en övergångsräl placeras efter 60-kilosrälen, som sedan svetsas samman med den 50-kilosräl som stoppbocken i sin tur placeras på. P1 påpekar att det inte var så länge sedan rälstypen 60E1 infördes, vilket medförde ett problem då stoppbocken bara fanns att montera på rälen BV50. B1 å andra sidan påstår att det finns en stoppbocks konstruktion som är ämnad för 60-kilosräler. Trots att denna konstruktion inte står skriven i föreskriften anser B1 att ingen dispens bör sökas när projektörer använder sig av 60-kilosrälkonstruktion. Detta grundar hen i att det är en bättre lösning, och menar att en dispens inte bör sökas när konstruktioner får en bättre utformning. Enligt T2 finns det inget som tyder på att 60-kilosrälen inte kan användas, och nämner att de är betydligt stadigare än 50-kilosrälen. K1 påstår att 60-kilosrälen är mer homogen. Hen påstår även att vid högre hastigheter känns styvheten för 50-kilosrälen betydligt mer än för 60-kilosrälen. K1 är därför av åsikten att det inte spelar någon roll vilken sorts räl som används, då skyddsspåret medför så pass låga hastigheter.

4.3.4 Förbättringsåtgärder av bilaga 11

På frågan som behandlade förbättringar i bilaga 11 är P1 av åsikten att den borde förtydligas samt att det hade underlättat med två alternativa lösningar. En för träsliprar och en för betongsliprar. P2 å andra sidan anser att en införing av en annan lösning inte skulle underlätta fastställandet av budgeten. Vidare menade P2 att de vet vad respektive komponent kostar oavsett direktiv. B1 ser gärna att det skulle finnas en idealisk lösning där alla teknikgrenar varit inne

och sagt vad de tycker. Hen anser att en standardlösning hade underlättat arbetet oerhört. P1 betonar att Trafikverkets föreskrifter är tekniska krav, det är ingen hänvisning, vilket innebär att alla är skyldiga att följa dem. Därför understryker hen att det är av största vikt att de är tydliga och att de inte kan tolkas på olika sätt.

4.4 E1

Enligt E1 har skyddsspåret ingen kontaktledning då det inte är tänkt att något tåg ska hamna ute på skyddsspåret. Hen menar att i vissa fall kan skyddsspåret göras längre i syfte att använda det som uppställningsspår till diverse fordon. E1 förklarar att i sådana fall finns det kontaktledning åtminstone en bit in på spåret för att tågen ska kunna köra in och ut.

E1 fortsätter med att berätta att stolparna placeras 3,35 meter från spåret, och beroende på var den är placerad får den olika namn. Står stolpen vid en växel heter den växelstolpe och har en växelutliggare, är den placerad längs med spåret heter den linjestolpe och har en enkelutliggare. Då det inte finns någon kontaktledning ut till skyddsspåret behövs ingen växelstolpe eller växelutliggare. E1 menar att projektören projekterar kontaktledningen därefter, som om inte skyddsspåret fanns. Vidare förklarar hen att det endast behövs en kontakttråd som leder ut tåget mot huvudspåret, och därmed behövs ingen växelutliggare, utan bara en enkelutliggare.

E1 menar att projektören får information om hur spåret sträcker sig samt vilken växel som används. Vidare menar E1 att växelsort som används inte spelar någon roll för kontaktledningsprojektörerna. Hen fortsätta förklara att de däremot kan ha önskemål om växelns placering, om de exempelvis ser att avståndet blir för kort mellan en ny stolpe och en befintlig stolpe.

Vid en fråga som berörde om Europaströmvtagaren är något som används svarar E1 nej. E1 menar att hen aldrig har varit med om projektering eller uppbyggnad av Europaströmvtagare. Vidare antar hen att det kan användas på stambanor. Emellertid har E1 inte varit inblandad i projektering av stambanor, och påstår att hen därför inte har så bra koll på just det.

4.5 Signal

Enligt S1 upplevs inga svårigheter med att projektera ett skyddsspår. Detta menar hen är framförallt för att en signalprojektör inte projekterar själva skyddsväxeln. S1 menar att det beror på vilket ställverk som används. Hen förklarar att om det är ett ställverk 95, som är ett datorställverk, behövs endast de tekniska funktionskraven skrivas ner och skickas till tillverkaren. Vidare påstår S1 att det viktiga är att förklara när växeln ska ge skydd samt i vilka

lägen den behöver ge skydd. För ett ställverk 59, som är ett reläbaserat ställverk, finns enklare och tydligare regler menar S1. Hen fortsätter genom att förklara att växlar alltid kan ge skydd, och är det front- eller sidoskydd som eftersträvas är en skyddsväxel det som motsvarar det bästa och säkraste skyddet. Vilken växeltyp som används bryr sig inte signalprojektörerna om menar S1. Hen nämner även att signalprojektörerna i största möjliga mån sätter sina objekt i kontaktledningsstolparna, något som P2 instämmer med.

4.6 Investering och underhåll

P2 påstår att investeringsavdelningen på Trafikverket får från planeringsavdelningen ett uppdrag, ett tekniskt underlag, som kallas för AKJ. P2 förklarar att den innehåller övergripande tekniska underlag samt vilken funktion anläggningen ska ha, exempelvis att anläggningen ska kunna få in x meter långa järnvägsfordon. P2 menar även att AKJ:n inte alltid är genomförbar, hen menar att det finns många exempel på när det inte blivit genomförbart på det sättet som först skrivits. P2 går därefter utförligt igenom processen då ett projekt inte kan utföras enligt AKJ. Hen förmedlar att det är först när detaljprojekteringen startat som felet uppmärksammas. P2 förklarar att en återkoppling till de som skrivit AKJ:n måste göras för ovan nämnda fall. Vidare utförs en ändringsbegäran, som vanligtvis godkänns, fortsätter P2. P2 framhäver att ursprungsbudgeten med största sannolikhet har ändrats när ovan nämnda steg utförts, något hen menar är väldigt vanligt. Vidare menar P2 att en kontinuerlig kontakt hölls med den projekterande konsulten för att uppmärksamma om projektet är genomförbart eller ej.

P2 påpekar vid fastställning av budget krävs uppskattningar av vad saker och ting kostar. Hen berättar att de jobbar i ett riskverktyg där alla risker i projektet skrivs in. Vidare framhäver P2 att alla riskerna kostnadsätts, vilka sedan mynnar ut i en summa pengar, och ingår i den totala kalkylen. I de fallen då en viss risk inte faller ut, exempelvis efter geotekniska undersökningar, kan risken tas bort från kalkylen och prognosen sänks förmedlar P2.

På frågan om vad som väljs av komponenten som har ett dyrare inköpspris, men lägre underhållskostnad eller ett billigare inköpspris, men en högre underhållskostnad, svarar P2 att det generellt sett är Trafikverkets underhållsavdelning som beslutar de delarna. Hen påpekar dock att det första alternativet väljs allt mer och mer, då en minskad underhållskostnad prioriteras över ett högre inköpspris.

P2 nämner även att det spelar någon roll för vilken växeltyp som väljs, då livslängden endast beror på hur den används och hur mycket. P1 är av samma

åsikt och flikar in med lite fakta kring växelns placering. Hen menar att då en växel placeras på exempelvis Malmö bangård, där tungan går fram och tillbaka hela dagarna, är slitaget betydligt högre jämfört med ute på linjen, på en bana som inte är så hårt trafikerad. P1 berättar även att växelns avvikande läge kan läggas i normalhuvudspåret. Då skapas dock en radie, vilket sliter mer på växeln än om den lagts rakt igenom växeln. P2 berättar att träsliprar kräver mer underhåll, och menar att de inte är särskilt miljövänliga då de impregneras med kreosot. Vidare berättar hen att betongsliprar knappt kräver något underhåll. B1 betonade att det är hastigheten i normalhuvudspåret som avgör lämpligt val av växeltyp i anknytning till skyddsspåret.

4.7 Vad händer om kraven i föreskrifterna ej uppfylls?

Samtliga intervjupersoner är enade i att de är tvingade att skriva en dispens när kraven inte kan uppfyllas. Enligt E1 måste projektörerna bevisa att deras lösning fungerar. Mycket mer än så behövs inte göras, tror E1. Dock poängterar hen att det aldrig får bli farligt. B1 har ett lite utförligare svar och presenterar en rad punkter som måste vara med. Bland annat måste en förklaring på vad som ska göras, varför det ska göras, för- och nackdelar med lösningen samt vad som händer om dispensen inte godkänns. B1, som är en teknisk person som inte gillar att skriva, anser att det ibland kan vara svårt att få fram de fina och juridiskt korrekta orden. Vidare måste dispensen vara korrekt skriven fortsätter B1. Hen ifrågasatte också varför dispensererna för skyddsspår alltid godkändes utan några premisser. T1, som ofta tar emot ansökningarna, nämner samma punkter angående dispensansökans innehåll som B1 gör. Hen poängterar också att vid simplare projekt bör ett godkännande fås inom några veckor.

4.8 Det optimala skyddsspåret?

Vid intervjuernas slut ombads majoriteten av intervjupersonerna att svara på en fråga gällande hur det optimala skyddsspåret bör se ut. Dessutom skulle intervjupersonerna endast tänka på vad som är bäst för deras egna teknikområde. B1 påpekar att det optimala skyddsspåret är att ta fram en standardlösning som alla kan följa. Hen fortsätter förklara att samtliga teknikområden bör förklara vad som är optimalt för dem, för att Trafikverket senare ska kunna samla in informationen och återge en standardlösning. Hen menar att standardlösningen ska innehålla färdiga CAD-modeller som projektörerna kan hämta, och försöka anpassa till det aktuella projektet. P1 är av en annan åsikt, och anser att det bästa är om skyddsspåret inte existerar. Vidare förklarar P1 att fordonet endast ska bort från spårområdet, och att det lika gärna kan ske utan ett skyddsspår. Hen påpekar att enda gången ett skyddsspår används är då ett fel inträffar, och menar att det är lite väl

ambitiöst med 57 meter skyddsspår. T1 är av samma åsikt och menar att problemet bör kunna lösas med annan teknik. S1 framhäver att själva skyddsspåret är en för liten del i deras arbete för att uppmärksammas. Vidare påpekar hen att ämnet berör spårprojektörerna mer. K1 å andra sidan anser att spåret bakom stoppbocken är väldigt viktig, och menar att desto mer spår desto säkrare skyddsspår. Vidare poängterar hen att en glidbar stoppbock är att föredra, då denna tar hand om spårkrafterna på bästa sätt. K1 framhäver också att det inte blir några nämnvärda krafter på spåret, och menar att det inte är kritiskt vilken spårlösning som väljs. T2 är av en annan uppfattning. Hen menar att skyddsspåret måste anpassas efter situationen, vilka tågvikter och tåghastigheter som kommer trafikera spåret, hur omgivningen ser ut etcetera. Vidare påstår T2 att endast en lösning inte är möjlig eftersom alla projekt är olika, och menar att det är därför det finns en standard att utgå ifrån. Detta framhäver hen genom att förklara att det inte går att ha hur många varianter som helst, utan en lösning som passar i de flesta fallen tas fram.

5 Analys och diskussion

I denna del av examensarbetet kommer intervjupersonernas resultat, med bakgrund från den vetenskapliga litteraturstudien, utförligt redovisas, tolkas och jämföras. Analysen har som ändamål att ligga till grund för att kunna återge den slutgiltiga slutsatsen. Dessutom kommer en diskussion, som behandlar examensarbetets genomförande, återges. Diskussionen har som ändamål att utträta de eventuella problem som uppkommit under examensarbetets gång.

5.1 Analys

Trafikverkets regelverk är inte direktiv som bör följas, utan krav som måste följas. Därför är det av största vikt att dokumenten blir uppdaterade regelbundet. Under intervjuernas gång nämner flera intervjupersoner att textrader inom flera av Trafikverkets regelverk är gamla, något som figur 2 (se kapitel 3.1.3 *Utformning av skyddsspår*) styrker. Då en komponent eller ett element blir uteblivet för uppdatering försämras säkerheten. Eftersom Trafikverket eftersträvar en nollvision, som innebär noll döda, eller skadade inom deras transportsystem (se kapitel 1.1 *Bakgrund*), är det av yttersta vikt att föreskrifter och regelverk inom järnvägen uppdateras regelbundet.

5.1.1 Spårkomponenter

Vid val av komponenter och element som behandlar ett skyddsspår existerar flera olika alternativ. Det ena alternativet innebär inte att det andra är fel och vice versa. Då föreskrifterna och regelverken är otydliga förvirras dock projektörerna. Ett tydligt exempel på förvirring visas vid intervjupersonernas spridda svar angående en och samma fråga. Frågan, som behandlade skyddsspårets längd, fick flera intervjupersoner att fundera under en längre tid. I vissa fall blev tolkningen av texten fel, medan andra intervjupersoner fick återkomma via mailkonversationer. Dessutom kan uteblivande information kring skyddsspårets utformning leda till felprojekteringar. Informationen må vara uppenbar för en projektör som arbetat inom området i 30 år, men för en nyexaminerad student är det inte lika tydligt. Exempel på uteblivande information fås genom avsaknaden av regler för lutning och rälsförhöjning vid skyddsspår. Trots att flera intervjupersoner, däribland ansvarig för Trafikverkets regelverk *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar*, påpekar att lutning och rälsförhöjning bör undvikas vid projektering av skyddsspår nämns aldrig detta i de aktuella regelverken. Om en projektör inkluderar dessa element vid projektering av skyddsspåret menar vissa intervjupersoner att det kan få allvarliga konsekvenser. I kapitel 3.1.1 *Utformning av huvudspår*, kan regler kring Sveriges maximala spårlutning utläsas. Då denna lutning används, och vinklas ner mot stoppbocken erhåller tåget självfallet en högre hastighet

och får därmed en svårare inbromsningkurva. Detta förvärras på grund av järnvägens låga friktion (se kapitel 3.6.3 *Friktion*). Vidare kan en rälsförhöjning, som beskrivs i kapitel 3.6.1 *Kurvor*, i ytterst sällsynta fall leda till vältande av tåg, något som bekräftas av intervjupersonerna.

Ytterligare en aspekt som inte beskrivs utförligt i föreskrifterna behandlar kurvors radier. Visserligen anger de allmänna reglerna och kraven att minsta radie i sidospår är 200 meter (se kapitel 3.1.2 *Utformning av sidospår*). Regelverken beskriver också kraven för radier i närheten av stoppbocken, men inga vidare radier, i närheten av skyddsväxeln, står angivna. Trots att intervjupersonerna antyder att radien för skyddsspåret inte har någon större betydelse, existerar inga direktiv över hur radien bör läggas. Detta innebär att, i teorin, kan projektörerna rikta skyddsspåret in mot det skyddade spåret, vilket kan resultera i samma konsekvens som för olyckan i Kimstad (se kapitel 1.1.2 *Spårriktningens betydelse*). Även om samtliga intervjupersoner är enade i att skyddsspåret bör riktas bort från det skyddade spåret, uppstår en viss otydlighet. Under kapitel 3.1.3 *Utformning av skyddsspår*, går det att utläsa ett utdrag ur ett av Trafikverkets regelverk. Utdraget behandlar, som nämnt tidigare, kontroller vid val av stoppbockar i form av frågor. En av frågorna lyder: "Finns intill stoppbocken huvudspår, som särskild hänsyn måste tas till?". I fallet som beskrevs ovan borde denna fråga besvaras med ett "ja". Emellertid finns det inget vidare underlag som beskriver vad som bör göras då svaret är ett "ja" respektive ett "nej", vilket styrker direktivens otydlighet.

5.1.2 Isolerskarven

Från kapitel 3.1.3 *Utformning av skyddsspår* samt kapitel 3.3.2 *Spårledning*, går det att utläsa krav för isolerskarvar i närheten av stoppbocken. Trafikverkets föreskrift *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar* beskriver att isolerskarven bör placeras så långt ifrån stoppbocken från möjligt, med en närmsta längd på två meter. Samtidigt beskriver föreskriften, *Signal: Signaleringsprinciper. Spårledningar*, att maxavstånd från stoppbocken är tre meter. Då Trafikverkets regelverk motsäger varandra, uppstår ytterligare förvirring. Trots att ansvarig för föreskriften menar att styckena kompletterar varandra, saknas viktig information ur det mest väsentliga dokumentet. Då isolerskarven har som uppgift att upptäcka fordon på sträckan kan, i teorin, ett fordon "gömma sig" när skarven placeras fel. Vidare kan detta leda till allvarliga konsekvenser, såsom frontalkrockar.

5.1.3 Val av stoppbockskonstruktion

Ansvarig för *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar* påpekar, vid flera tillfällen, att bilaga 11 alltid ska användas vid anordnande av skyddsspår. Eftersom bilaga 11 framhäver användningen av gamla räler och äldre konstruktioner leder detta ofta till problem. Exempelvis är 60-kilosrälen

egenskaper betydligt bättre än 50-kilosrälen (se kapitel 3.1.1 *Utformning av huvudspår*), vilket flera intervjupersoner bekräftar. Vidare menar samma person att en dispens måste sökas i de fall som undgår användandet av bilaga 11. Projektörer som arbetat inom branschen under en väldigt lång tid menar att nyare och bättre komponenter finns tillgängliga, vilket innebär att Trafikverkets föreskrifter besitter en sämre version. Samma projektörer påstår att dispenser inte bör sökas för bättre konstruktioner, då dessa höjer säkerheten ytterligare. Genom att ändra föreskriften slipper projektörerna söka dispenser, vilka kan ta flera veckor att bli godkända, för uppenbara förbättringar.

5.1.4 Skarvfritt spår

På frågan om vad som händer med skyddsspårets längd vid hastigheter över 100 km/h fås olika svar, allt från 50 till 57 meter angavs av intervjupersonerna. I kapitel 3.1.3 *Utformning av skyddsspår* står det att skyddsspårets längd enligt *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar*, bilaga 11, ska ha en totallängd på minst 57 meter. Därför bör inte längden på ett skyddsspår vara kortare än så, oavsett hastighet som överskrider 100 km/h.

I kapitel 3.1.3 *Utformning av skyddsspår* går det att utläsa att skyddsspårets längd kan anpassas efter andra krav då hastigheten är lägre än 100 km/h. Vilka de andra kraven skulle kunna vara råder det stor förvirring om, vilket stärks genom intervjupersonernas blandade svar och åsikter. I samma kapitel anges att spårstandarden i sidospåret ska vara lika med normalhuvudspåret i minst 50 meter före och efter spårväxeln. Ansvarig för föreskriften *Banöverbyggnad - Skarvfritt spår, Krav vid byggande och underhåll* påpekar dock att det inte har något med själva skyddsspåret att göra. Stycket behandlar endast en minimering av växelns eventuella rörelse, längsled i spåret. Detta innebär att den siffran ej bör kopplas till hur långt skyddsspåret ska vara. Att det råder förvirring kring ovanstående punkter är ingen underdrift, vilket styrker vikten av att regelverken måste vara tydligt skrivna.

5.1.5 EI

Det är viktigt att en dialog mellan ban- och kontaktledningsprojektören hålls då val av växelns placering påverkar den sistnämnda. Läggs växel fel eller för nära en annan befintlig stolpe påverkar det trådföringen. I enlighet med kapitel 3.2.1 *Kontaktledning*, måste tågans strömavtagare alltid ha kontakt med kontaktledningen, då växel läggs fel kan kontakten brytas. Vidare kan det utläsas i kapitel 3.2.2 *Stolpplacering*, att kontaktledningsstolparna normalt placeras med ett avstånd på 60-65 meter, men vid placering vid en växel kan avståndet förändras på grund av anpassning till trådföringen. Ska skyddsspåret endast användas i syfte att förhindra tågkrockar elektrifieras inte sträckan, och kontaktledningsstolparna placeras som om det inte existerade någon växel.

Eftersom skyddsspåret endast används om något fel uppstått är det en onödig kostnad att elektrifiera spåret.

5.1.6 Investering och underhåll

Projektledaren vid avdelningen investering på Trafikverket poängterar att de, i största möjliga mån, vill minska på underhållskostnaderna och att det idag läggs allt större vikt på det. Som kan läsas i kapitel 3.1.3 *Utformning av skyddsspår* ska träslipers användas på skyddsspåret. Detta trots att träslipers kräver mycket mer underhåll än sliprar som är gjorda av betong. Emellertid är, såsom tabell 2 visar (kapitel 3.4 *Investering*), de moderna komponenterna dyrare. Trots att flera intervjupersoner påstår att växeltypen inte spelar någon roll, resulterar en större växeltyp i en högre hastighet, vilket kan ses i tabell 1 (kapitel 3.1.1 *Utformning av huvudspår*). Dessutom kräver en mindre växel, som präglas utav en mindre radie, mer underhåll (se kapitel 3.5 *Underhåll*). I kapitel 3.6.2 *Växlar och korsningar* kan bland annat fakta kring växlars utslitning utläsas. Om skyddsväxeln är lagd, så att grenspåret går ut mot huvudspåret, slits växeln betydligt mer, vilket kräver ett mer frekvent underhåll. Skyddsväxeln bör av den anledningen placeras så att grenspåret leder ut mot skyddsspåret, vilket får till följd att stamspåret leder ut mot huvudspåret. Resultatet blir att stamspåret trafikeras mest, vilket innebär ett minskat underhåll.

Ska Trafikverkets plan följas, bör därför en större växel och betongslipers väljas. Detta trots att betongslipers och större växlar är dyrare vid inköp. Dock måste hänsyn tas till växelns storlek (se kapitel 3.1.1 *Utformning av huvudspår*), vilket innebär att en större växel inte alltid är att föredra.

5.2 Diskussion

Det huvudsakliga syftet med examensarbetet var att undersöka hur det optimala skyddsspåret projekteras utifrån samtliga teknikområden inom järnvägen. Detta kan dock snabbt minimeras till att endast gälla banprojektören eftersom resterande teknikområden, såsom el- och signalprojektörerna, anser att skyddsspårets utformning inte berör, eller påverkar deras arbete.

Ett problem som konstant uppmärksammas genom examensarbetet är relevansen och otydligheten av Trafikverkets regelverk. Regelverken är en grundpelare för samtliga järnvägsprojekt, och måste därför vara av ytterst tydlig karaktär.

5.2.1 Litteraturstudie

I ett tidigt skede av examensarbetet påbörjades insamlingen av information, vilket gjordes i form av en litteraturstudie. Under examensarbetets gång har denna del konstant krävt förbättring och utfyllnad. Detta grundades dels i vår låga kunskap kring ämnet och sekundärt i intervjupersonernas svar och motiveringar. Genom att fördjupa sig mer i ämnet hade flera intervjuer kunnat genomföras på ett bättre sätt. Efter justering av litteraturstudiens innehåll har endast den information, som vi anser vara mest väsentlig för studien, beskrivits. Dessutom har litteraturstudiens svårighetsnivå, i bästa mån, anpassats till kunskapen som en utomstående läsare antas bestå.

5.2.2 Intervjuer

Intervjufrågorna anpassades till respektive intervjuperson, något som erfordrades för intervjuens relevans. Informationen kring intervjupersonernas yrke och arbetsuppgifter hade dock kunnat utvecklas för ytterligare relevans. En gemensam mall saknades vid flera intervjutillfällen. Vi anser att en gemensam, slutlig, fråga hade resulterat i ett bättre diskussionsmaterial för analysen. Dessutom borde vi, som intervjuare, inte ha varit rädda för att låtsas vara ovetandes. Genom att fråga en extra gång, eller att ställa självklara frågor hade intervjuerna, med största sannolikhet, lett till ett bättre resultat. Utöver detta hade ytterligare övning inom intervjumetodiken bidragit till en smidigare intervju. Eftersom båda erhöll rollen intervjuande, uppkom tillfällen då vi avbröt varandra. Utöver detta gavs inte alltid tillräcklig betänketid åt intervjupersonen. Detta resulterade i en, vid vissa tillfällen, aningen rörig intervju. Dessutom blev det svårare att avlyssna konversationen i efterhand.

Vid start av arbetet ansågs en utskickning av intervjufrågorna vara vettigt. Detta kom dock till att bli ett dåligt beslut eftersom intervjupersonerna kunde svara på frågor i förhand, vilket resulterade i en kort intervju. Ett bättre tillvägagångssätt hade varit att skicka ut rubriker, eller en kort sammanfattning av frågan för att informera intervjupersonen utan att avslöja väsentliga delar av intervjun. Papper, ritningar eller annat underlag som förklarade situationen är förslag på ytterligare potentiella förbättringar. Vidare borde samtliga intervjuer ha utförts via ett personligt möte. Generellt sett blev intervjuerna som hölls via ett Skype-möte sämre. Delvis för att intervjuerna kändes opersonliga och dels för att vissa frågor blev krångliga, då de var svåra att förtydliga.

5.2.3 Metod

Vid examensarbetets samtliga intervjuer har den kvalitativa metoden nyttjats. Eftersom den kvalitativa intervjumetoden består av ett fåtal intervjupersoner, samtidigt som intervjuerna präglas av personliga åsikter, äventyras reliabiliteten. Den kvalitativa metoden ledde till att examensarbetet endast

behandlade åtta intervjuer, varvid en intervjuperson representerade varje område som undersöktes. Genom att välja en kvantitativ intervjuform hade fler intervjuer kunnat genomföras. Dessa hade varit opersonliga, men hade bidragit till en större bredd. Data hade kunnat samlas in från liknande arbetsområden, för att därefter behandlas och utvärderas. Trots att fler intervjuer hade genomförts är det inte garanterat att eftersträvat resultat hade uppnåtts. Detta eftersom vi inte hade kunnat leda intervjuerna på önskat vis. Vidare kunde den kvalitativa intervjuformen besvara vår frågeställning på bästa möjliga sätt. Eftersom vi har bearbetat den kvalitativa datan ur en opartisk synvinkel, anses undersökningen erhålla en hög trovärdighet.

6 Slutsats

De frågor som arbetet syftade till att besvara var följande:

- Hur utformas det optimala skyddsspåret?
- Vilka spårkomponenter i form av växeltyp, befästning, räl, sliper bör användas?
- Vilken längd, radie, lutning och rälsförhöjning ska spåret ha?
- Är ett skyddsspår att rekommendera?

Studenterna rekommenderar att föreskrifterna förtydligas, att förlegna namn på komponenter tas bort samt att en alternativ utformning för anordning av skyddsspår skapas. Detta dels för att minska förvirring och dels för att minimera antalet dispensansökningar. Anordningen som rekommenderas består av samma stoppbocskonstruktion, med samma tillsatselement, men med modernare spårkomponenter. Trafikverket prioriterar för tillfället en minskning av underhållet, vilket kan uppfyllas med hjälp av dessa komponenter

Studenterna är av åsikten att 60-kilosrälen är ett bättre val jämfört med 50-kilosrälen, på grund av dess bättre egenskaper. Vidare kräver betongslipers mindre underhåll, vilket går hand i hand med Trafikverkets mål med minskade underhållskostnader. Detta innebär att betongslipers erfordras, tillsammans med Pandrol Fastclip befästningar. Utöver dessa komponenter spelar växeltypen ingen större roll för projektörerna. Däremot kan ett järnvägsfordon färdas i en högre hastighet i en större växel, vilket leder till en högre kapacitet. Då en högre hastighet erhålls ökar dock risken för en högre krockhastighet med stoppbocken. Dessutom tar en större växel upp mer mark, och måste därför anpassas efter situationen. Studenterna anser även att skyddsväxelns stamspår bör riktas mot huvudspåret, för att minska slitaget. Trots ett högre inköpspris, resulterar en större växel i mindre underhåll, vilket är i enlighet med Trafikverkets prioriteringar. Därför rekommenderar studenterna en större växel i form av EV-60E-760-1:15.

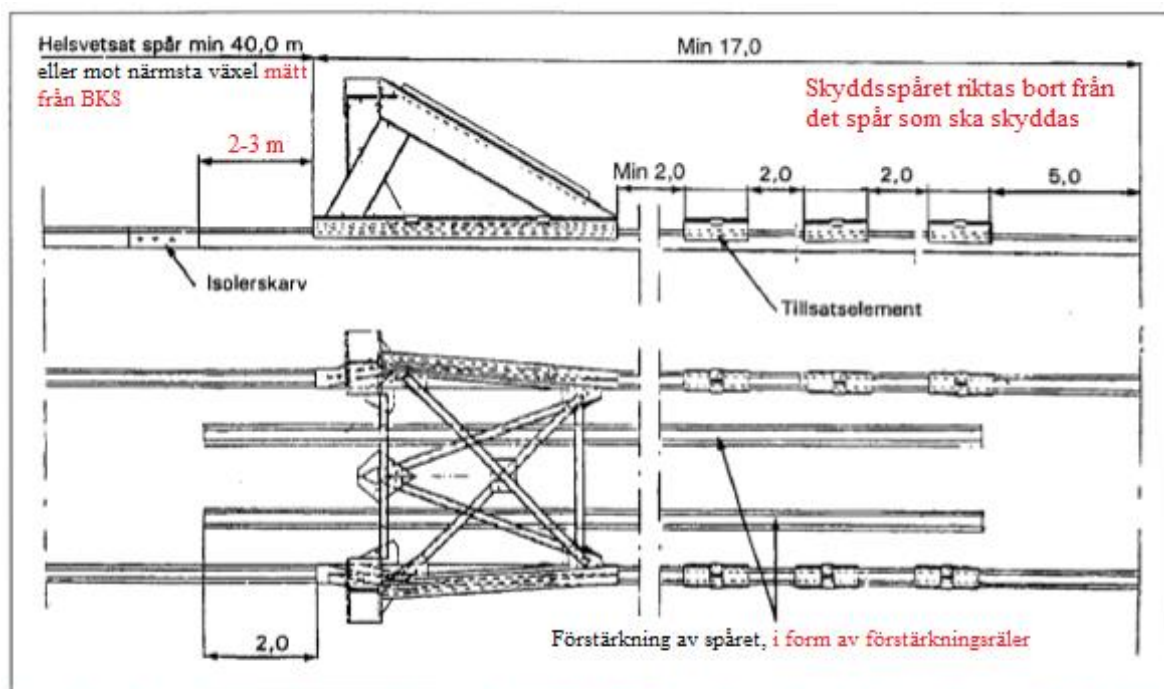
Skyddsspåret bör vara minst 57 meter, varvid glidsträckan måste vara minst 17 meter, då den är beroende av krockhastigheten. Vidare bör isolerskarven placeras minst två, men max tre meter ifrån stoppbocken. Skyddsspårets radie bör ej riktas in mot det spår som ska skyddas, fler krav erfordras ej utöver de som redan fastställts. Lutning och rälsförhöjning bör inte existera på skyddsspåret, då dessa endast medför en negativ effekt för skyddsspårets syfte.

Således rekommenderar studenterna, för skyddsspåret, följande utformning (se även figur 7):

- Stoppbock GULO FCK med mittanslag, med bromselement GULO

- 60E1 räl
- Betongslipers
- Pandrol Fastclip
- EV-60E-760-1:15 växel
- Isolerskarven bör placeras två till tre meter ifrån stoppbocken
- Ingen lutning eller rälsförhöjning
- Skyddsspårets ska inte riktas mot spåret som skyddas

Utformningen anses, av studenterna, vara bäst ur en framtidsvision, dels för att minska underhållet och sekundärt för att främja kapaciteten.



Anordnande av skyddsspår görs med stoppbock GULO FCK med mittanslag på betongslipers, 60E1 räl och Pandrol Fast-clip befästning.

Stoppbocken är dimensionerad för
Tågvikt: 1 000 ton
Hastighet: 15 km/h

Åtdragningsmoment: 500 Nm (350 Nm)
Spårlutning: ingen
Rälsförhöjning: ingen

Figur 7 Studenternas uppdaterade föreskrift, anordnande av skyddsspår

Av den teknik som finns tillgänglig idag ger skyddsspåret högst säkerhet. Då flera intervjupersoner påstår att det optimala skyddsspåret inte existerar, menar studenterna att skyddsspåret är en väsentlig del av järnvägen för att uppfylla Trafikverkets vision kring noll döda, eller allvarligt skadade i trafiken. Dessutom möjliggör införandet av en skyddsväxel för samtidig infart, vilket ökar den framtida kapaciteten ytterligare. Studenterna är därmed av åsikten att ett skyddsspår bör existera.

6.1 Vidare studier

Studenterna kommer inte göra några vidare studier på detta examensarbete, men hoppas att ansvariga för regelverken uppskattar vår rapport, och att det kan resultera i en framtida förändring.

Om ingen förändring sker kan en väsentlig vidare studie vara att skapa en tydligare och modernare struktur av Trafikverkets föreskrift *BVF 525.4 - Tekniska krav på stoppbockar*. Detta för att underlätta valet av stoppbockar, vid både anordning av skyddsspår men även vid andra delar av järnvägsanläggningen.

Genom att göra flera tester för olika komponenter som berör skyddsspåret kan ett bättre system skapas. Testerna kan, med hjälp av olika beräkningar, leda till en säkrare stoppbockskonstruktion, och utvidgar därmed skyddsspårets syfte. Genom att öka valet av stoppbockar, eller antal element som ingår i skyddsspåret, ges projektören ett bredare urval av komponenter och kan därefter anpassa skyddsspåret till önskat ändamål.

7 Referenser

7.1 Elektroniska referenser

Banverket. (2006). *Lärobok kontaktledning – Introduktion*. Hämtat från: https://www.trafikverket.se/contentassets/c418e82fd2a1456a93d0b8c55dba2583/larobok_kontaktledning_introduktion.pdf?id=135914 den 27 april 2018.

Innotrack. (u.å.). *Recommendation of, and scientific basis for, optimisation of switches & crossing – part 1*. Hämtat från: http://www.charmec.chalmers.se/innotrack/deliverables/sp3/d315-f4-recommendation_of_and_scientific_basis_for_optimisation_of_switches_and_crossings_part1.pdf den 15 februari 2018.

Nationalencyklopedin. (u.å.). *Skyddsväxel*. Hämtat från: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/skyddsv%C3%A4xel> den 26 april 2018.

Skara-Lundsbrunns Järnvägar. (1998). *Bantekniska föreskrifter*. Hämtat från: [http://www.sklj.se/aktiva/SkLJF/SkLJF%20201%20\(Bantekniska%20foreskrifter\).pdf](http://www.sklj.se/aktiva/SkLJF/SkLJF%20201%20(Bantekniska%20foreskrifter).pdf) den 5 mars 2018.

Statens haverikommission. (2009). *Rapport RJ 2009:09 – Ursprung med vagnuttag 73664 på Kimstad station, Östergötlands län, den 21 december 2008*. Hämtad från: https://www.havkom.se/assets/reports/Swedish/RJ2009_09ny.pdf den 7 februari 2018.

Trafikverket. (2016b). *Trafikverkets verksamhetsplan 2017-2019*. Hämtad från: <https://www.trafikverket.se/contentassets/442e0ad2c9e749aa832ae0c0f612dd15/trafikverkets-verksamhetsplan-2017-2020-med-bilaga-1-4.pdf> den 2 maj 2018.

Trafikverket. (2017a). *Signalställverk modell 95*. Hämtad från: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/anlaggningssteknik/Signalstallverk/Signalstallverk-modell-95/> den 22 mars 2018.

Trafikverket. (2017b). *Signalställverk modell 59*. Hämtad från: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/anlaggningssteknik/Signalstallverk/signalstallverk-modell-59/> den 22 mars 2018.

Trafikverket. (2018a). *Nollvisionen för väg och järnväg*. Hämtad från: <https://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/Vart-trafiksakerhetsarbete/Trafiksakerhetsmal/> den 3 mars 2018.

Trafikverket. (2018e). *Kontaktledning och störningar*. Hämtad från: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/anlaggningssteknik/Elkraftsystemet/Kontaktledning-och-storningar/> den 10 maj 2018.

Trafikverket. (2018g). *Materialservice*. Hämtad från: https://app.trafikverket.se/TRV_esa/esa/Home.jsp?externalPageUrl=Home.jsp den 27 april 2018.

7.2 Interna referenser

Trafikverket. (2010). *Allmän järnvägsteknik för ingenjörer*. [Internt material].

Statens Järnväg. (1984). *Banteknik. Banöverbyggnad – Stoppbockar*. (SJF 541.56). [Internt material].

Trafikverksskolan. (2016a). *VTVA35 Track and permanent way for engineers - Spårgeometri del II*. [Internt material]. Ängelholm.

Trafikverksskolan. (2016b). *VTVA35 Track and permanent way for engineers - Spårgeometri del I*. [Internt material]. Ängelholm.

7.3 Personliga referenser

Olsson, J. Planerare region syd, Strukton. E-mail den 9 maj 2018.

7.4 Skriftliga referenser

Andersson, E., Berg, M. & Stichel, S. (2014). *Rail vehicle dynamics*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.

Davidsson, B., Patel, R. (2011). *Forskningsmetodikens grunder – Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. (4:1 uppl.). Lund: Studentlitteratur AB.

Lantz, A. (2013). *Intervjumetodik*. (3:2 uppl.). Lund: Studentlitteratur AB.

Trafikverket. (2014). *Banöverbyggnad – Skarvfritt spår, Krav vid byggande och underhåll*. (TDOK 2013:0664). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2015a). *Begäran om dispens från tekniska regelverk*. (TDOK 2012:90). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2015b). *Banöverbyggnad – Spårgeometri Krav på spårets geometri vid nybyggnad reinvestering/upprustning, underhåll och drift*. (TDOK 2014:0075). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2015c). *BVS 1524.1 – Räler. Krav på nya och begagnade*. (TDOK 2014:0481). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2015d). *BVF 525.4 – Tekniska krav på stoppbockar*. (TDOK 2014:0353). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2015e). *BVH 543.35002 – Projektering av trådföring i växlar – Europaströmavtagare*. (TDOK 2014:0636). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2015f). *BVS 543.35510 – Ledningsprojektering – Stolpars placering i förhållande till spår*. (TDOK 2014:0860). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2015g). *Säkerhetsbesiktning av fasta järnvägsanläggningar*. (TDOK 2014:0240). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2015h). *BVH 807.30 – Underhållsbesiktning av banöverbyggnad*. (TDOK 2014:0516). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2016a). *Spårväxel Projektering*. (TDOK 2013:0474). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2018b). *Signal: Signaleringsprinciper. Sidoskydd*. (TDOK 2013:0623). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2018c). *Signal: Signaleringsprinciper. Rörelsevägar*. (TDOK 2013:0632). Borlänge: Trafikverket.

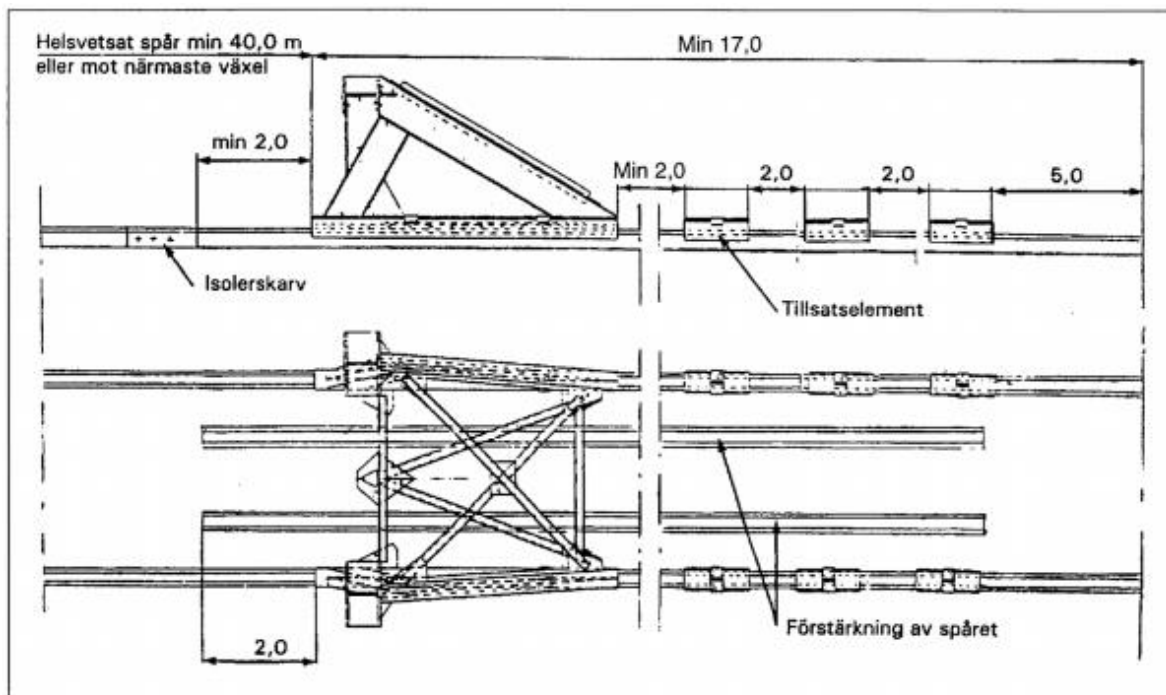
Trafikverket. (2018d). *Spårkomponenter Sliper och befästning*. (TDOK 2015:0052). Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2018f). *Signal: Signaleringsprinciper. Spårledning*. (TDOK 2013:0628). Borlänge: Trafikverket.

Bilagor

Bilaga 1

Trafikverkets föreskrift, anordnande av skyddsspår



Anordnande av skyddsspår görs med stoppbock mod 77, ritning A 4862 på sliprar av furu med Hey-Back befästning och BV/SJ50 räl.

Stoppbocken är dimensionerad för
Tågvikt: 1 000 ton
Hastighet: 15 km/h

Åtdragningsmoment: 500 Nm (350 Nm)
Beskrivning: Se punkt 3.5

Bilaga 2

Intervjufrågor B1

Introduktion:

- Berätta kort om vårt examensarbete.
- Får vi lov att spela in? Använda ditt namn, eller vill du vara anonym i rapporten?

Vem är du?

- Vad jobbar du med?
- Hur länge har du arbetat med det du gör för tillfället?
- Hur länge har du jobbat inom järnvägsbranschen?
- Vad har du för inställning till projektering av skyddsspår?
- Vilka svårigheter upplever du med projektering av skyddsspår?
- Banprojektörerna är väl först ut i projekteringsprocessen? Behöver du anpassa dig efter el- och signalprojektörerna eller hur gör du?

Fastställda direktiv:

- TDOK 2013:0664 sida 14. "För skyddsspår (avvikande spår) efter skyddsväxel, i spår med hastighet lägre än 100 km/h i normalhuvudspåret, kan skyddsspårets längd ur spårteknisk synvinkel anpassas efter andra krav." Vilka är dessa andra krav? Vad gäller för hastigheter över 100 km/h i normalhuvudspåret?
- I enlighet med TDOK 2014:0353 - Tekniska krav på stoppbockar, krävs en förstärkning i spåret i form av skyddsräler vid anordning av stoppbock, varför behövs detta?
- Samma TDOK antyder även att skyddsspåret ska ha: SJ50 räl, Hey-Back befästning och träsliper, trots att betongslipers, 60E1 räl och "befästning" normalt använd. Hur tänker du här när du projekterar?
- Om du på något sätt frångår direktiven, vad måste du göra då?

Egna synpunkter:

- Hur tänker du i projekteringsstadiet när det gäller säkerhet?
- Vilken växeltyp anser du är mest lämplig?
- Vilket håll ska skyddsspåret peka på? Det vill säga; Inåt, utåt eller rakt fram?
- Hur ser det optimala skyddsspåret ut? Om du endast tar hänsyn till ditt teknikslag. (Längd, radie, växel, räl, slipers, befästning).
- Något annat som kan vara väsentligt för oss att veta?

Bilaga 3

Intervjufrågor S1

Introduktion:

- Berätta kort om vårt examensarbete.
- Får vi lov att spela in? Använda ditt namn, eller vill du vara anonym i rapporten?

Vem är du?

- Vad jobbar du med?
- Hur länge har du arbetat med det du gör för tillfället?
- Hur länge har du jobbat inom järnvägsbranschen?
- Vad har du för inställning till projektering av skyddsspår?
- Vilka svårigheter upplever du med projektering av skyddsspår?
- Behöver du, i ditt arbete, anpassa dig efter någon annan? Exempelvis el- och banprojektörerna? Om ja, hur?

Signalteknik:

- Vad måste du tänka på vid start av projektering?
- Varför måste man ha skyddsspår?
- Spelar val av växeltyp någon roll?
- Vilka signalobjekt används ute vid spåret? Var, och hur placeras dessa?
- Enligt TDOK 2014:0353 avsnitt 5.5 ska isolerskarven placeras så långt från stoppbocken som möjligt, men minst 2 meter, medan TDOK 2013:0628 avsnitt 7.1.5 antyder att isolerskarven ska befinna sig mellan 2-3 meter ifrån stoppbocken. Vad är det mest ideala? Varför just mellan 2 och 3 meter? Finns det tillfällen då man frångår dessa direktiv?
- Om du på något sätt frångår direktiven, vad måste du göra då?

Egna synpunkter:

- Hur tänker du i projekteringsstadiet när det gäller säkerhet?
- Hur ser det optimala skyddsspåret ut? Om du endast tar hänsyn till ditt teknikslag (Längd, radie, växel, räl, slipers, befästning, skarvar, signalobjekt).
- Något annat som kan vara väsentligt för oss att veta?

Bilaga 4

Intervjufrågor K1

Introduktion:

- Berätta kort om vårt examensarbete.
- Får vi lov att spela in? Använda ditt namn, eller vill du vara anonym i rapporten?

Vem är du?

- Vad jobbar du med?
- Hur länge har du arbetat med det du gör för tillfället?
- Hur länge har du jobbat inom järnvägsbranschen?
- Vad har du för inställning till projektering av skyddsspår?
- Vilka svårigheter upplever du med projektering av skyddsspår?
- Behöver du, i ditt arbete, anpassa dig efter någon annan? Exempelvis signal- och banprojektörerna? Om ja, hur?

Elteknik:

- Vad måste du tänka på vid start av projektering?
- Spelar spårgeometrin någon roll när du projekterar? Exempelvis olika radier, växlar etcetera.
- Brukar man elektrifiera skyddsspår?
- Hur nära får stolparna placeras till spåret?
- Hur placeras växelstolpen i förhållande till spåret?
- Används Europaanpassade strömvtagare? Om ja, var? (TDOK 2014:0636 avsnitt 4 och TDOK 2014:0847 avsnitt 5.1.1)
- Om du på något sätt frångår direktiven, vad måste du göra då?

Egna synpunkter:

- Upplever du några problem eller svårigheter när det gäller projektering av kontaktledning kring skyddsväxeln?
- Hur ser det optimala skyddsspåret ut? Om du endast tar hänsyn till ditt teknikslag (Längd, växel, räl, slipers, vinkel, befästning).
- Något annat som kan vara väsentligt för oss att veta?

Bilaga 5

Intervjufrågor P2

Introduktion:

- Berätta kort om examensarbetet.
- Får vi lov att spela in? Använda ditt namn, eller vill du vara anonym i rapporten?

Vem är du?

- Vad jobbar du med?
- Hur länge har du arbetat med det du gör för tillfället?
- Hur länge har du jobbat inom järnvägsbranschen?
- Vad ingår i ditt arbete? (Hur långt går ni ner i detalj)
- Vad har du för inställning till skyddsspår?

Investering:

- Hur går tankegången vid val av komponenter? Vilka aspekter måste ni ta hänsyn till? Vilket är viktigast?
- Vilken växeltyp är billigast? (Vilken växel håller längst) Finns det en prislista?
- Hur mycket tid går åt att fastställa en budget? (Alternativt skyddsspår)?
- Behöver du, i ditt arbete, anpassa dig efter någon annan? Om ja, hur?
- Finns det några direktiv ni måste anpassa er till?
- Om du på något sätt frångår direktiven, vad måste du göra då?

Egna synpunkter:

- Kan det finnas tillfällen då du tycker till angående utformning och val av komponenter?
- Upplever du några problem eller svårigheter vid fastställning av budget? (Alternativt skyddsspår)?
- I TDOK finns inga specifika krav över hur långt ett skyddsspår ska vara, vilket resulterar i en osäker totalkostnad, hur ställer ni er till detta? Finns det någon sorts maxgräns?
- Något annat som kan vara väsentligt för oss att veta?

Bilaga 6

Intervjufrågor K1

Introduktion:

- Berätta kort om vårt examensarbete.
- Får vi lov att spela in? Använda ditt namn, eller vill du vara anonym i rapporten?

Vem är du?

- Vad jobbar du med?
- Hur länge har du arbetat med det du gör för tillfället?
- Hur länge har du jobbat inom järnvägsbranschen?
- Vad ingår i ditt arbete?
- Är du på något vis inblandad i projektering av spår? Om ja, upplever du några svårigheter med detta?
- Vad har du för inställning till skyddsspår?

Krafter i spår:

- Hur bör spåret läggas för att ta hand om krafterna på bästa sätt? Vilket håll bör spåret "peka" åt för att ta hand om krafterna på säkrast sätt?
- Hur blir skyddsspåret säkrast? (Säkerhetsmässigt för tågen respektive säkerhetsmässigt för järnvägen).
- Hur betar sig tåg vid olika hastigheter? Vilket håll välter tåget på vid höga/låga hastigheter? Finns det någon skillnad?
- Enligt TDOK 2013:0664 sida 14, ska det avvikande huvudspårets standard vara lika med normalhuvudspårets i minst 50 m efter spårväxeln. Kan du förklara varför detta gäller?
- Är det stor skillnad på 50- och 60-kilos rälar? Vilket är bäst?
- Om tåget kör emot stoppbocken, och "studsar" tillbaka, kan spåret ta hand om dessa krafter? Vad händer med stoppbock och spår om ett tåg kör in i stoppbock i 40 km/h?

Egna synpunkter:

- Upplever du några problem eller svårigheter i ditt arbete kopplat till skyddsspår?
- Hur ser det optimala skyddsspåret ut? Om du endast utgår ifrån ditt egna arbetsområde?
- Något annat som kan vara väsentligt för oss att veta?

Bilaga 7

Intervjufrågor T1

Introduktion:

- Berätta kort om vårt examensarbete.
- Får vi lov att spela in? Använda ditt namn, eller vill du vara anonym i rapporten?

Vem är du?

- Vad jobbar du med?
- Hur länge har du arbetat med det du gör för tillfället?
- Hur länge har du jobbat inom järnvägsbranschen?
- Vad ingår i ditt arbete?
- Vad har du för inställning till skyddsspår?

Fastställda direktiv:

- Enligt TDOK 2013:0664 sida 14, ska det avvikande huvudspårets standard vara lika med normalhuvudspårets i minst 50 m efter spårväxeln. Gäller detta för skyddsspår? Går vi emot kraven om skyddsspåret endast är exempelvis 40 meter?
- Samma TDOK anger även att "För skyddsspår (avvikande spår) efter skyddsväxel, i spår med hastighet lägre än 100 km/h i normalhuvudspåret, kan skyddsspårets längd ur spårteknisk synvinkel anpassas efter andra krav." Vilka är dessa andra krav? Vad gäller för hastigheter över 100 km/h i normalhuvudspåret?
- I enlighet med TDOK 2014:0353 - Tekniska krav på stoppbockar ska skyddsspåret bestå av: SJ50 räl, Hey-Back befästning och träsliper, trots att betongslipers, 60E1 räl och Fastclip normalt används. Vad anser du om detta?
- Är stoppbocken alltid glidbar vid skyddsspår? Bilaga 11 - Stoppbockar.
- Finns det krav på radier vid själva skyddsspåret? Hittar endast krav i närheten av (20 meter ifrån) stoppbocken (1000 m).
- Vilka krav finns ställda för lutning vid skyddsspår?
- Om man frångår direktiven, vad måste man göra då?

Egna synpunkter:

- Efter intervju och diskussion med banprojektörer upplevs direktiven vara svåra att förstå, anser du att direktiven bör förtydligas? Om ja, på vilket sätt?
- Hur ser det optimala skyddsspåret ut? (Längd, radie, växel, räl, sliper, befästning).
- Något annat som kan vara väsentligt för oss att veta?

Bilaga 8

Intervjufrågor T2

Introduktion:

- Berätta kort om vårt examensarbete.
- Får vi lov att spela in? Använda ditt namn, eller vill du vara anonym i rapporten?

Vem är du?

- Vad jobbar du med?
- Hur länge har du arbetat med det du gör för tillfället?
- Hur länge har du jobbat inom järnvägsbranschen?
- Vad ingår i ditt arbete?
- Vad har du för inställning till skyddsspår?

Fastställda direktiv:

- I enlighet med TDOK 2014:0353 - Tekniska krav på stoppbockar, ska spårets räler vara BV/SJ50 eller SJ43, varför används just dessa?
- "Spåret helsvetsas till en längd av minst 40 m framför stoppboken eller mot närmaste växel." Vad innebär detta? (tystnad) Betyder det att skyddsspåret måste vara minst 40 meter framför stoppboken eller ingår dessa metrar på spåret innan växel?
- "Fjädrande klämfjäderbefästning används som rälsbefästning." Vilken befästning innebär detta?
- Enligt TDOK 2014:0353 avsnitt 5.5 ska isolerskarven placeras så långt från stoppboken som möjligt, men minst 2 meter, medan enligt TDOK 2013:0628 avsnitt 7.1.5 ska isoleringsskarven befinna sig mellan 2-3 meter ifrån stoppboken. Vad är rätt?
- En förstärkning i spåret i form av skyddsräler krävs vid anordning av stoppbock, varför behövs detta?
- Vad är "en slipersbädd av god kvalitet"? (avsnitt 5.6)
- Finns det krav på radier vid själva skyddsspåret? Hittar endast krav i närheten av (20 meter ifrån) stoppboken ($R=1000$ m).
- Samma TDOK, Bilaga 11, antyder att skyddsspåret ska bestå av: BV/SJ50 räl, Hey-Back befästning och träsliper, trots att betongslipers, 60E1-räl och Fastclip normalt används. Vad anser du om detta?
- Är stoppboken alltid glidbar vid skyddsspår? Bilaga 11 - Stoppbockar.
- Vilka krav finns ställda för lutning vid skyddsspår?
- TDOK 2013:0664 sida 14. "För skyddsspår (avvikande spår) efter skyddsväxel, i spår med hastighet lägre än 100 km/h i normalhuvudspåret, kan skyddsspårets längd ur spårteknisk synvinkel anpassas efter andra krav. Skyddsspåret kan även ha annan standard

jämfört med normalhuvudspåret Se även krav i BVF 525.4 *Tekniska krav - Stoppbockar.*” Vet du vad dessa andra krav är?

- Om man frångår direktiven, vad måste man göra då?
- Det finns en hel del krav på både vilken rälssort, slipersort, befästning som ska användas, men ingenting om hur långt spåret ska vara eller vilket håll det ska riktas åt?

Egna synpunkter:

- Efter intervju och diskussion med banprojektörer upplevs direktiven vara svåra att förstå, anser du att direktiven bör förtydligas? Om ja, på vilket sätt?
- Hur ser det optimala skyddsspåret ut? (Längd, radie, växel, räl, slipers, befästning).
- Något annat som kan vara väsentligt för oss att veta?

Bilaga 9

Intervjufrågor P1

Introduktion:

- Berätta kort om vårt examensarbete.
- Får vi lov att spela in? Använda ditt namn, eller vill du vara anonym i rapporten?

Vem är du?

- Vad jobbar du med?
- Hur länge har du arbetat med det du gör för tillfället?
- Hur länge har du jobbat inom järnvägsbranschen?
- Vad har du för inställning till skyddsspår?
- Vad ingår i ditt arbete?
- Behöver du anpassa dig efter någon i ditt arbete? Om ja, vilka?

Fastställda direktiv:

- Hur mycket sliter det att frekvent färdas i grenspåret?
- Vilken växel har längst livslängd? Vilken växel har lägst underhållskostnad? (tittar endast på 1:9 och 1:15 exempelvis)
- Behövs alla växlar besiktas/underhållas lika ofta?
- TDOK 2013:0664 sida 14. "För skyddsspår (avvikande spår) efter skyddsväxel, i spår med hastighet lägre än 100 km/h i normalhuvudspåret, kan skyddsspårets längd ur spårteknisk synvinkel anpassas efter andra krav." Vilka är dessa andra krav? Vad gäller för hastigheter över 100 km/h i normalhuvudspåret?
- I enlighet med TDOK 2014:0353 - Tekniska krav på stoppbockar, krävs en förstärkning i spåret i form av skyddsräler vid anordning av stoppbock, varför behövs detta?
- Samma TDOK antyder även att skyddsspåret ska ha: SJ50 räl, Hey-Back befästning och träsliper, trots att betongslipers, 60E1 räl och "befästning" normalt används.
- Om du på något sätt frångår direktiven, vad måste du göra då?

Egna synpunkter:

- Hur går dina tankar vid byggnation av skyddsspår? Vilka problem brukar uppstå?
- Utöver skyddsspår, vilka allmänna problem brukar uppstå vid byggnation av järnväg?
- Vad ingår inom beställarsidan, det vill säga, vad behöver ni göra?
- Vilken växeltyp anser du är mest lämplig?
- Vilket håll ska skyddsspåret peka på? Det vill säga; Inåt, utåt eller rakt fram?

- Hur ser det optimala skyddsspåret ut? Om du endast tar hänsyn till ditt teknikslag. (Längd, radie, växel, räl, slipers, befästning).
- Något annat som kan vara väsentligt för oss att veta?