

Riskhantering vid byte av fast korsningsparti i spårväxel

- En studie om risker som påverkar tiden för arbetet



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Teknik och samhälle

Examensarbete:
Adam Östlund

© Copyright Adam Östlund

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 2023

Förord

Denna rapport är ett examensarbete på 22,5 poäng inom järnvägsteknik som har utförts på Lunds tekniska högskola. Arbetet har sin grund i mina egna erfarenheter som bantekniker inom järnvägsbranschen, där jag har upplevt hur tidskrävande och stressigt det kan vara att utföra underhållsarbete i järnvägsanläggningen.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Markus Gustavsson från Trafikverkskolan i Ängelholm samt mina handledare från LTH, Carl-William Palmqvist och Daria Ivina, för deras vägledning under arbetets gång. Dessutom vill jag tacka alla de personer som har ställt upp på intervjuer och som har tillåtit mig att observera när de arbetade, vilket har varit en viktig för att samla in relevant data och information. Till sist vill jag tacka dem som ställde upp och svarade på enkätundersökning.

Genom detta examensarbete hoppas jag kunna bidra till en ökad förståelse för de utmaningar som finns inom järnvägsunderhåll och att kunna presentera förslag på åtgärder som kan bidra till en mer effektiv underhållsprocess.

Adam Östlund, 6/6- 2023.

Sammanfattning

Studien syftar till att öka kunskapen om riskerna som kan påverka tidsåtgången för underhållsarbete inom järnvägen, särskilt vid byte av fast korsningsparti i spårväxlar. Den tid som vanligtvis tillges vid underhåll ger inget utrymme för att oväntade händelser uppstår, därför är det av stor vikt att underhållet utförs effektivt för att slutföras inom tidsramen. Riskhanteringar utgörs av följande moment: riskidentifiering, riskanalys, riskvärdering och förslag på åtgärder. Med hjälp av dessa steg så kan spårentreprenörer hantera riskerna och utföra ett effektivare underhållsarbete. Studien är kvalitativ och inkluderar intervjuer och observationer för att identifiera riskerna. Intervjuerna är semistrukturerade och utfördes med arbetsledare, svetsare och en besiktningsman. Två observationer genomfördes, där arbetslag som utförde korsningsbyten observerades för att upptäcka vad för slags risker som förekommer vid ett korsningsbyte. En kvantitativ enkätundersökning kompletterar den kvalitativa delen för att analysera och värdera riskerna, målgruppen är personer med erfarenhet av järnvägsunderhåll.

Enkätundersökningen utgjordes av att respondenter fick svara på hur stor sannolikheten är att risken inträffar, och hur stor konsekvensen är om risken inträffar. De fick göra de på en skala mellan 1–5, där 1 är mycket låg och 5 är mycket hög. Totalt så var det 16 respondenter som svarade på enkätundersökningen. Resultaten visar att det finns 16 olika risker som påverkar tidsåtgången för byte av fast korsning, inklusive sjukdom, skador, korsa trafikerat spår med TSA, kallgrader, snabbt fallande temperatur, åska, nederbörd, skada på korsning vid hantering, skada på termit vid hantering, fel bemanning, fel vid termitsvetsning, för tidig finslipning, korsningens position blir fel, att inte få tillgång till spåret på utsatt tid, skillnad i design på den nya och gamla korsningen och stress. Sannolikheten och konsekvenserna för riskerna varierar, men resultatet visar att de alla har en mellan prioritet och kräver riskreducerande åtgärder. Inga risker är hög- eller lågprioriterade. Åtgärder som föreslås av författaren är att några av riskerna kan åtgärdas med hjälp av underhållståg. En stor del av riskerna kan även undvikas genom att underhållsentreprenörer lätt kan ansöka om nya tider i spår, något som entreprenören idag ser som process som kan vara mindre komplicerad. Studien ger en ökad förståelse för vilka risker som finns vid korsningsbyte och hur man kan hantera dem. Resultaten kan också tillämpas på andra underhållsåtgärder inom järnvägen.

Nyckelord: järnväg, risk, underhåll, riskhantering, korsningsbyte, spårentreprenör

Summary

The study aims to increase knowledge about the risks that can affect the time required for maintenance work on railways, particularly when replacing fixed crossing sections in switches. The time allocated for maintenance usually does not allow for unexpected events, so it is crucial that maintenance is carried out efficiently to be completed within the timeframe. Risk management comprises the following steps: risk identification, risk analysis, risk assessment, and proposed actions. With the help of these steps, track contractors can manage these risks and provide more efficient maintenance work. The study is qualitative and includes interviews and observations to identify risks. The interviews are semi-structured and were conducted with supervisors, welders, and an inspector. Two observations were carried out, where work teams that performed crossing replacements were observed to detect the types of risks that occur during the replacement. A quantitative survey complements the qualitative part to analyze and evaluate the risks; the target group is people with experience in railway maintenance. The survey consisted of respondents answering how likely the risk is to occur and how severe the consequence would be if the risk occurred. They were asked to rate it on a scale of 1-5, where 1 is very low and 5 is very high. A total of 16 respondents answered the survey. The results show that there are 16 different risks that affect the time required for replacing fixed crossings, including illness, injury, crossing a busy track with TSA, cold temperatures, rapidly falling temperatures, thunderstorms, precipitation, damage to the crossing during handling, damage to the termite during handling, incorrect staffing, errors in termite welding, premature grinding, incorrect position of the crossing, not getting access to the track on time, differences in design between the new and old crossing, and stress. The likelihood and consequences of the risks vary, but the results show that they all have a medium priority and require risk-reducing measures. No risks are high or low priority. The author suggests that some of the risks can be addressed with the help of maintenance trains. A significant portion of the risks can also be avoided by maintenance contractors easily applying for new times in the track, something that the contractor currently sees as a less complicated process. The study provides an increased understanding of the risks involved in crossing replacement and how to manage them. The results can also be applied to other maintenance measures on the railway.

Keywords: railway, risk, maintenance, risk management, fixed crossing section

Innehållsförteckning

1 Inledning	2
1.1 Syfte och målsättning	3
1.2 Frågeställningar	4
2 Risker	5
2.1 Riskhantering	6
2.2 Riskbedömning	7
2.3 Riskidentifiering	7
2.4 Riskanalys	8
2.5 Riskvärdering	8
2.6 Åtgärda riskerna	10
3 Metod	11
3.1 Riskhantering	12
3.2 Forskningsetiska principer	12
3.3 Intervjuer	12
3.4 Intervjuutformning	13
3.4.1 Termitsvetsare	13
3.4.2 Banarbetsledare	13
3.4.3 Besiktningsman	13
3.5 Observationsstudie	13
3.6 Observationsutformning	14
3.7 Enkätundersökning	14
3.8 Avgränsningar	16
3.8.1 Geografisk avgränsning	16
3.8.2 Avgränsning i riskhantering	16
4 Sveriges järnväg	17
4.1 Trafikverket	17
4.2 Trafikledning	17
4.3 Spårentreprenörer	17
4.4 Järnvägsföretag	18
4.5 Järnvägsunderhåll	18
4.6 Förebyggande och avhjälpande underhåll	18
4.7 Planering av underhåll	19
4.8 Operativ planering	19
4.9 Besiktning	20
4.10 Underhåll -och Säkerhetsbesiktning	20
4.11 Spårväxlar	22
4.12 Korsningspartiet i spårväxlar	22
4.13 Korsningsbyte	23

4.14 Det praktiska utförandet	23
4.15 Termitsvetsning.....	24
4.16 Praktiska utförandet av termitsvetsning	25
5 Resultat	27
5.1 Redovisning av intervjuer	27
5.1.1 Termitsvetsare	27
5.1.2 Besiktningsman.....	28
5.1.3 Arbetsledare	28
5.2 Sammanfattning observationer	29
5.3 Riskidentifiering	30
5.4 Riskanalys	34
5.5 Riskvärdering	36
5.6 Förslag på åtgärder	38
6 Diskussion	44
6.1.1 Riskidentifiering.....	44
6.1.2 Riskanalys	44
6.1.3 Riskvärdering.....	46
6.1.4 Förslag på åtgärder.....	46
6.1.5 Syfte och Resultat.....	46
6.1.6 Jämförelse med tidigare forskning.....	46
6.1.7 Begräsningar och styrkor	48
6.1.8 Slutsats.....	49
7 Figurförteckning	50
8 Tabellförteckning.....	51
9 Litteraturförteckning.....	53
10 Bilagor	58
10.1 Observation 1	58
10.1.1 Arbetsbeskrivning.....	58
10.1.2 Arbetsgång	59
10.1.3 Kommentar om observation 1	60
10.2 Observation 2	61
10.2.1 Arbetsbeskrivning.....	61
10.2.2 Arbetsgång	62
10.2.3 Kommentar om observation 2	64
10.3 Intervjufrågor	65
10.3.1 Frågor Arbetsledare	65
10.3.2 Frågor Besiktningsman	66
10.3.3 Frågor termitsvetsare	66
10.4 Frågor och svar på enkätundersökningen	67

Förkortningar och definitioner

Tabell 1 - Förkortningar och definitioner

Begrepp	Definition
A-skydd	Trafikverksamhet för att förhindra eller begränsa rörelser med spårfordon inom ett bestämt område.
Arbetsledare	Arbetsledare ansvarar för att planera, organisera, leda och följa upp det dagliga arbetet
Besiktningsman	Person som kontrollerar järnvägen för att upptäcka fel som skulle kunna vara en säkerhetsrisk eller orsaka störningar i tågtrafiken.
Disptid	Tid i spåret som är reserverat för banarbete
Etablering	Tillvägagångssätt för TSA och spårfordon att ansluta till spåranläggningen
Händelse	Förekomst eller förändring av särskilda omständigheter
Intressent	Person eller organisation som kan påverka, påverkas av eller anse sig bli påverkad av ett beslut eller en aktivitet
Konsekvens	Utfall från en händelse
Lucka 25 svets	Utförande av termitsvets med 25 mm mellan rälsändarna
Lucka 50 svets	Utförande av termitsvets med 50 mm mellan rälsändarna
Passbit	En bit räls som används för att minska luckan mellan rälsändarna, så termitsvets kan utföras
Risk	I teknisk bemärkelse kan risk definieras som sannolikheten för att en specificerad omständighet leder till en specificerad oönskad händelse eller effekt under en angiven tidsperiod
Riskkälla	Faktor som i sig självt eller i kombination har potential att utgöra en risk
Riskhantering	Samordnade aktiviteter för att styra och leda en organisation med avseende på risk
Riskhanteringsåtgärd	Åtgärd för att bibehålla och/eller förändra risker
Sannolikhet	Hur troligt det är att något inträffar
Skydd-och säkerhetsledare	Person som svarar för att arbetsmiljö- och säkerhetsuppgifter genomförs vid arbete och besök i spårområdet.
STH	Största tillåtna hastighet
Styrviddsmått	Mått i spårväxel som mäter avståndet mellan moträl och korsningspets
Trafikverksamhet	Verksamhet som innebär att banan disponeras för framförande av spårfordon eller för ett ändamål som förhindrar eller inskränker rörelser med spårfordon. Trafikverksamheterna är växling, tågfärd, spärrfärd, A-skydd, E-skydd, L-skydd, D-skydd och S-skydd.
TSA	Tungt spårgående arbetsfordon
TSM	Person som ansvarar för genomförandet av A-skyddet, E-skyddet, L-skyddet, S-skyddet, växling eller spärrfärden.

1 Inledning

Det har blivit alltmer viktigt att ställa om till ett hållbarare samhälle, det har skapat ett behov för godstransport och passagerartransport att överföras från flyg och bil till tåg (Stenström, 2014). Den klimatsnåla driften och låga energikostnaderna har gjort järnvägen mer konkurrenskraftigt än vad den varit tidigare, förutsatt att järnvägsinfrastrukturen är i bra skick (Voicu & Cartutasu, 2022). Anledningen till att det är så populärt kan bero på de positiva aspekter som järnvägen kan bidra med. Förutom den låga miljöbelastningen så kan den erbjuda hög säkerhet och hög kapacitet (Lidén, 2018). Även om den har sina fördelar så har järnvägen också nackdelar, en ökande trafikintensitet har orsakat nedbrytning av järnvägen och minskat punktligheten. Orsaken är driftstörningar som uppkommer av eftersatt underhåll kombinerat med åldrande infrastruktur och den höga belastningen (Aassi, 2012). Förutom den ökande känsligheten för störningar, så får det också en negativ inverkan på järnvägens livslängd och hållbarhet (Andersson, et al., 2015); (Trafikverket, 2020b). Dessa störningar orsakar förseningar som har konsekvenser för både samhällets funktion och ekonomi (Röhr, 2019); (Aassi, 2012). Regeringen har därför beslutat att avsätta 165 miljarder för järnvägsunderhåll under perioden 2022–2023 (Riksdag, 2022).

Med tanke på de stora offentliga utgifterna och järnvägens centrala nytta är det viktigt att pengarna utnyttjas väl, vilket kräver tids- och kostnadseffektivt underhållsarbete (Trafikverket, 2020b). För att motverka störningar i tågtrafiken krävs kontinuerligt underhåll av järnvägsanläggningen och att fel upptäcks innan de uppstår är kritiskt för att bibehålla dess funktion. Dessa åtgärder kallas förebyggande underhåll (Honauer & Ödeen, 2019). Har fel redan uppstått och det behöver åtgärdas akut, så handlar det om avhjälpande underhåll (Trafikverket, 2019). För att kunna utföra de åtgärder som krävs så behövs det tid och rätt resurser. Att få tid och utrymme till att utföra de underhåll som behövs är komplicerat (Lidén, 2018). Efterfrågan av utrymme för att utföra underhåll är hög, då den samsas med samma utrymme som tågdriften (RailNetEurope, 2017). Fasta tider i spår reserverade för förebyggande underhåll introducerades 2015 för att underlätta underhållet, så kallade servicefönster (Linköpings universitet, 2020). Tågdriften har hög prioritet, detta sker ibland på bekostnad av underhållet, vilket medför att kvalitén på järnvägen blir försämrad och risken för avhjälpande underhåll ökar (Lidén, 2018). För ett effektivt och fungerande järnvägssystem behöver det finnas ett samspel mellan tågdriften och underhåll. Ju mer tåg som körs på banorna, desto mer behöver järnvägsanläggningen underhållas (Trafikverket, 2017).

På grund av stor tyngd, höga hastigheter och stora krafter så utsätts spårväxlar för stora slitage (Nissen, 2005). Spårväxlar är det element i järnvägsanläggningen som är mest känsligt för störningar, ett fel i en växel kan påverka kapaciteten på flera spår och även vara farligt ur säkerhetssynpunkt. Därför är växlarna i behov av mycket och konstant underhåll (Pålsson, 2015). I växlarna finns det flertal kritiska punkter som vid slitage kan ge upphov till störningar, däribland korsningspartiet (Lundberg, 2021). När korsningspartiets livslängd börja nå sitt slut är det nödvändigt ersätta det med ett nytt (Wingborg, 2022). Det praktiska utförandet av att byta korsningsparti är en komplicerad process som behöver rätt utrustning, erfaren personal, god anläggningskännedom och tillräckligt med tid (Laitila, 2019). När ett sådant arbete utförs så kan det förekomma oväntade händelser som påverkar processen tidsmässigt (Iqbal, et al., 2015). Dessa händelser gör det svårt för entreprenörerna att både planera och utföra arbetet. Det är därför viktigt att en klar och tydlig riskhantering i planeringen finns tillhanda för att enklare hantera de osäkerheter och risker som kan uppstå. Risker utgörs av händelser som företaget kan förutse och uppskatta hur sannolikt det är att de inträffar (Cox, 2008). Risken bedöms genom att multiplicera sannolikheten för att risken inträffar med konsekvensen som den medför. Å andra sidan kan det vara svårt eller omöjligt att uppskatta sannolikheten för vissa faktorer, vilket definieras som osäkerhet (Hutchison, 2005). Det är av högsta vikt att identifiera, bedöma, mäta och prioritera både risker och osäkerheter för att säkerställa effektiv och högkvalitativ produktion inom kalkylerad tidsram (Hamdu & Adriana, 2016). Föreliggande studie kommer att behandla vilka osäkerheter och risker som föreligger och som kan påverka arbetet med att utföra ett korsningsbyte inom det angivna servicefönstret.

1.1 Syfte och målsättning

Syftet med studien är att ge en ökad förståelse för vilka risker som finns och kan påverka tidsåtgången av underhållsarbete inom järnvägen, speciellt inom underhållsarbetet byte av fast korsningsparti i spårväxlar. Målsättning är att identifiera, analysera, värdera och ge förslag på åtgärder för de risker som kan påverka tidsåtgången för underhållsarbetet – byte av korsningsparti i spårväxlar. Förslag på åtgärder presenteras i studiens resultatdel för att hantera dessa risker och osäkerheter som kan optimera planering -och utförandeprocessen för entreprenörerna på en operativ nivå.

1.2 Frågeställningar

De frågeställningar som besvaras i studien är följande:

- Vad finns det för risker vid ett byte av en fast korsning i en spårväxel, som påverkar tidsåtgången för arbetet negativt?
- Vad är sannolikheterna och konsekvenserna för dessa risker?
- Hur kan riskerna utvärderas?
- Vad kan spårentreprenörer och infrastrukturförvaltaren göra för att undvika att risker uppstår vid byte av fast korsning i spårväxel?

2 Risker

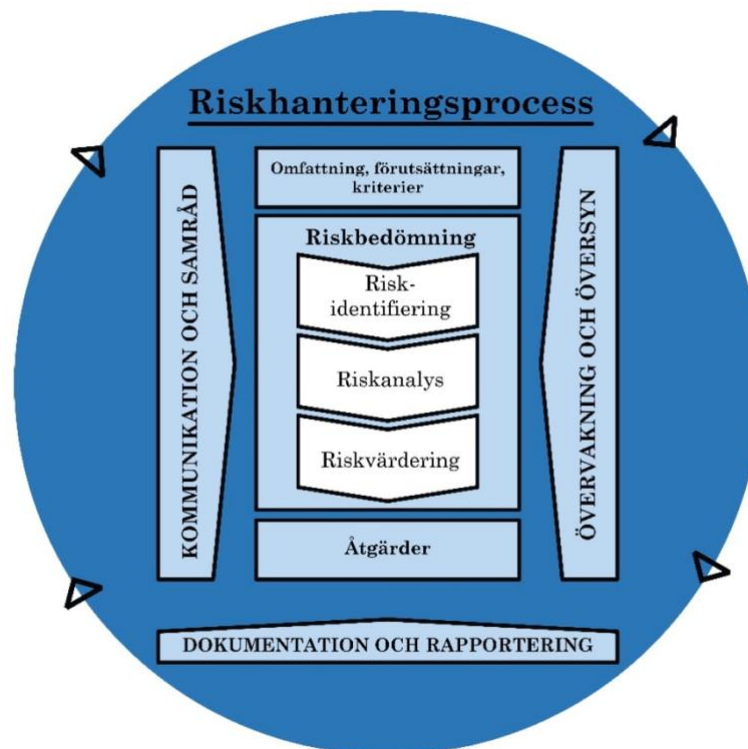
För 30–40 år sedan utvecklades metoder för att bedöma och hantera risker, det är principer som idag utgör en stomme i riskhanteringsprocesser. Från riskhanteringsens intåg så har många framsteg gjorts och det finns praktiska modeller som är användbara för att hantera risker (Aven, 2016). Riskhantering är ett viktigt koncept inom många olika branscher eftersom företag och organisationer ständigt står inför många faktorer som kan ha negativ inverkan på framför allt säkerheten (Farrington-Darby, et al., 2005). Förutom säkerhet är kostnad, tid och kvalitet är några viktiga aspekter som kan påverkas negativt av oväntade händelser, omständigheter och situationer som uppstår (Iqbal, et al., 2015). Att arbeta inom byggbranschen betyder kontinuerligt situationer som innefattar okända, oväntade, oönskade och oförutsägbara faktorer som har negativ påverkan på en eller flera av dessa aspekter (Akintoye & Macleod, 1996). Därför är det viktigt att identifiera, bedöma, mäta och prioritera dessa risker för att säkert garantera en tids- och kostnadseffektiv produktion av högsta kvalitet (Hamdu & Adriana, 2016) (Akintoye & Macleod, 1996). Riskhantering kan utföras inom både planering och utförande. Preventiv teknik innebär förebygga potentiella risker innan de inträffar, och görs i planeringsstadiet. Detta görs genom att identifiera och analysera risker samt utveckla strategier för att minimera eller eliminera dem. (Iqbal, et al., 2015). Reaktiv teknik handlar om att hantera en risk efter att den har inträffat. Vidta åtgärder för att minimera eller eliminera den påverkan som risken orsakat (Pilipovic, 2018). Genom att utföra riskhanteringar, kan företagen minimera eller eliminera effekterna av oväntade händelser och faktorer och säkerställa att produktionen sker på rätt sätt (Iqbal, et al., 2015).

Akintoye och Macleod (1996) har identifierat olika riskkällor inom byggbranschen, såsom fysiska, miljömässiga, designrelaterade, logistik, finansiella, juridiska, politiska, byggnads- och driftsrelaterade risker. Även Grimsey och Lewis (2004) nämner liknade riskkällor, minst nio olika typer av risker finns i alla infrastrukturprojekt. Förutom de risker som nämns ovan, så nämnde de även tekniska risker, inkomstrisker, risker på grund av force majeure, regleringsrisker och projektrisker. Olika risker definieras under olika namn och inte alla riskkällor har påverkan för tidsåtgången för en verksamhet. Ingen av nämnda rapporter berör psykiska riskkällor. I en nyare artikel från 2020, så nämns just personers psykiska hälsa som riskfaktorer (Chan, et al., 2020). Nedan följer riskkällor anses vara relevanta för tidsåtgången för ett korsningsbyte.

- Fysiska riskällor inom byggarbetsplatsen syftar till risken för att personer blir skadade i utförande av arbetsuppgifter. Det kan inkludera olyckor med tunga maskiner, fall från höjder eller skador från tunga lyft eller sjukdom (Spielholz, et al., 2006).
- Miljömässiga risker är mänskliga aktiviteter som påverkar miljön negativt, såsom förtunning av ozonlagret och global uppvärmning, men också väderrelaterade risker som kan ha påverkan på produktionen (Böhm & Pfister, 2000) (Akintoye & Macleod, 1996).
- Logistiska risker. Logistisk risk är problem med logistikprocessen, inklusive transport, lagring, distribution och hantering av varor. Det kan inkludera förseningar, felaktig hantering eller skador på varor. Orsakerna till dessa risker kan vara väldigt många, exempelvis bristande råmaterial eller naturkatastrofer (Xanthopoulos, et al., 2011).
- Byggrisker. Det är risker inom byggnation som uppstår på grund av felaktigt utförda arbeten (Grimsey & Lewis, 2004).
- Driftrelaterade risker. Risker som påverkar driften och underhållet, tex högre kostnader (Craciun, 2011).
- Tekniska risker. Risker relaterade till design och konstruktion (Grimsey & Lewis, 2004).
- Psykiska risker. Risker relaterade till personer psykiska hälsa, till exempel stress (Chan, et al., 2020).

2.1 Riskhantering

Riskhanteringar genomförs för att identifiera risker och minska osäkerheten i projekt eller verksamheter. De kan ge en väldigt positiv utveckling för företag och organisationer, som genom en riskhantering kan minska kostnader, öka effektiviteten, minska stress i arbetslagen, bättre hantera krissituationer och få nöjdare kunder (Bartlett, 2004). Kulturella aspekter och mänskliga beteenden är dynamiska och kan påverka resultatet i en riskhanteringsprocess (Svensk standard SS-ISO 31000:2018, 2018). Stegen i riskhanteringsprocessen kan ses figur i 1.



Figur 1 – Riskhanteringsprocess enligt svensk standard består av att identifiera, analysera, värdera och ge förslag på åtgärder. Det är en iterativ process men presenteras ofta som sekventiell (Svensk standard SS-ISO 31000:2018, 2018)

2.2 Riskbedömning

Riskbedömning består av att identifiera, analysera och värdera de riskerna som kan uppstå i en process eller organisation. I praktiken så innefattar det att analysera potentiella hot som kan påverka verksamheten, och sedan att beräkna sannolikheten för att de inträffar, samt hur omfattande konsekvenserna blir (Aven, 2016).

2.3 Riskidentifiering

Riskidentifiering är en viktig del av en riskbedömning och det första steget i att hantera risker inom olika områden. (Ahmed, et al., 2007). Det är betydelsefullt att identifiera de risker som finns i en process för att kunna ta steg för att hantera och minimera dessa (Bartlett, 2004). Exempel på risker kan vara väderrelaterade eller arbetsmoment som kräver stor noggrannhet vid utförandet (Boverket, 2021).

2.4 Riskanalys

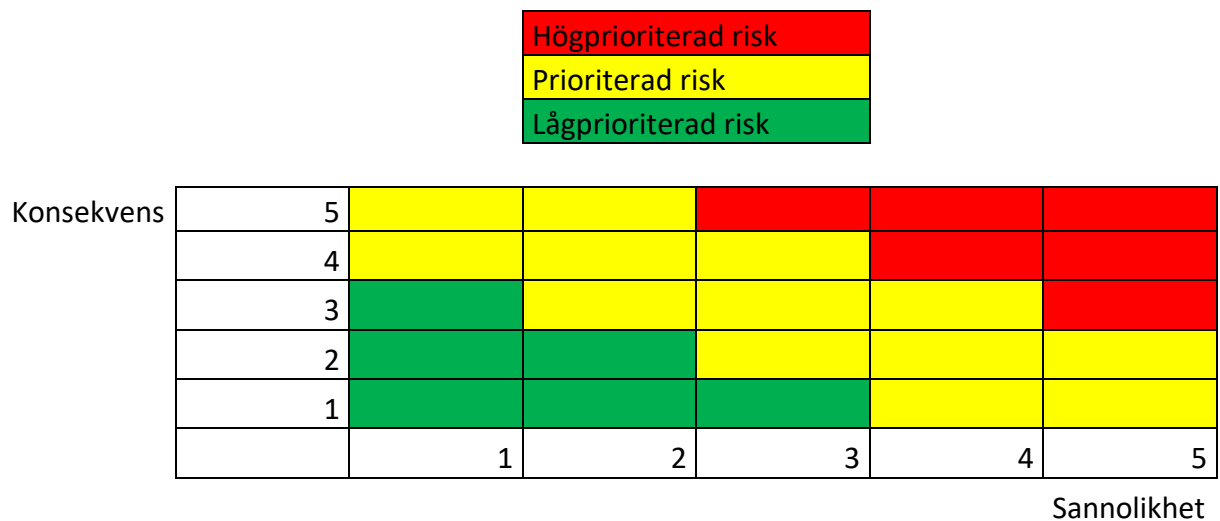
Efter att riskerna har identifierats så ska resultaten analyseras för att bedöma sannolikheten, konsekvenserna och karaktären av varje risk som har identifierats, se tabell 2 (Boverket, 2021) (Hutchison, 2005). Målet med detta är att få en klar förståelse för risknivån och karaktären hos varje risk. Efter riskskattningen fås ett underlag för att besluta om hur riskerna ska hanteras (Svensk standard SS-ISO 31000:2018, 2018).

Tabell 2 - Analys av riskerna, hur stor sannolikheten och konsekvensen är för riskerna, samt riskernas karaktär. (Boverket 2021)

Sannolikhet	Hur ofta kan händelsen förväntas inträffa? Uttryck gärna sannolikheten som en sifferskala (liten till stor).
Konsekvens	Vad händer om händelsen inträffar? Uttryck gärna konsekvensen som en sifferskala (liten till stor).
Risken karaktär	Produkten av sannolikhet och konsekvens. Risknivån blir hög om händelsen inträffar ofta och om det samtidigt blir stora konsekvenser när den inträffar. Händelser som inträffar ofta och får stora konsekvenser betraktas oftast som oacceptabla.

2.5 Riskvärdering

Riskvärderingen är den sista delen i en riskbedömning. Genom att presentera resultaten i riskmatriser kan olika alternativ utvärderas och det lämpligaste alternativet för att hantera en potentiell risk kan bestämmas. Genom att rangordna sannolikheten och konsekvensen på en skala 1–5 fås prioriteringsgraden för risken fram, se tabell 3 (Cox, 2008). Sannolikheten för att risken inträffar presenteras på x-axeln och konsekvensen på y-axeln. Syftet med en riskvärdering är att kunna ge stöd om vilka åtgärder som behöver utföras för att undvika riskerna. Vid en riskvärdering jämförs resultaten från riskskattningen med resultaten från riskvärderingen för att fastställa riskens vikt (Svensk standard SS-ISO 31000:2018, 2018).



Figur 2 - Riskmatris (Trafikförvaltningen, 2016)

Inom riskhantering så finns tre olika områden som representerar olika nivåer av riskens karaktär. Det gröna området är det lägsta och innebär att riskerna anses vara lågprioriterade och acceptabla. Det innebär att det inte behövs några eller minimala åtgärder för att hantera dessa risker. Konsekvenserna av dessa risker anses vara milda och inte särskilt allvarliga. Det gula området är det mellanprioriterade området och innebär att riskerna är kritiska och behöver reduceras. Detta innebär att det krävs åtgärder för att hantera dessa risker och minska deras påverkan. Konsekvenserna av dessa risker anses vara allvarliga och kan ha en betydande påverkan. Det röda området är det högsta och innebär att risken anses vara oacceptabel. Detta innebär att risken är så allvarlig att den behöver elimineras helt och hållet. (Pilipovic, 2018).

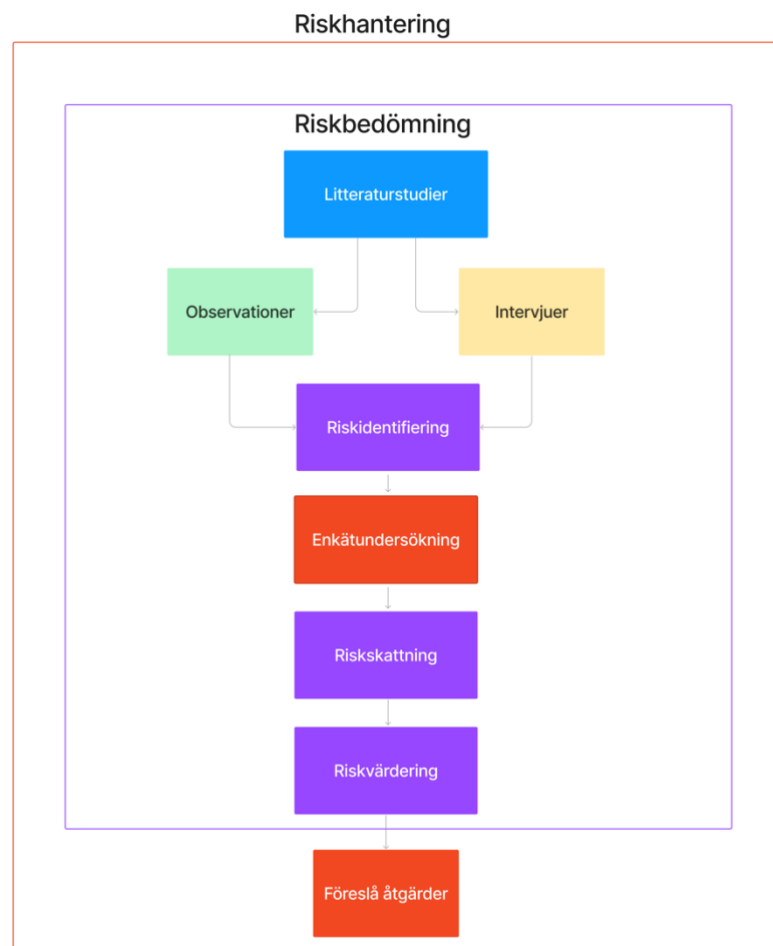
2.6 Åtgärda riskerna

När riskerna är identifierade, analyserade och värderade så är nästa steg i processen att ta beslut om hur riskerna ska hanteras. Riskhantering är en iterativ process, vilket innebär att det krävs återkommande åtgärder för att hantera och minska potentiella risker (Boverket, 2021). För att välja lämpliga riskhanteringsåtgärder behövs flera olika alternativ presenteras och jämföra för-och nackdelar för de olika alternativen. En eller flera av följande alternativ kan omfatta riskåtgärderna (Svensk standard SS-ISO 31000:2018, 2018):

- Att undvika risken genom beslut om att inte inleda eller fortsätta med den aktivitet som ger upphov till risken.
- Att eliminera riskkällan.
- Att förändra sannolikheten.
- Att förändra konsekvenserna.
- Att dela risktagandet (t.ex. genom avtal eller genom att teckna försäkringar).
- Att bibehålla risken genom att fatta informerade beslut

3 Metod

Detta är främst en kvalitativ studie. Kvalitativa studier omfattar vanligtvis intervjuer och observationer (Creswell & Poth, 2016). Det är också grunden i den här studien. Att utföra en kvalitativ studie har flertalet fördelar, däribland så ger kvalitativa studier djupare förståelser inom forskningsområden (Tenny, et al., 2017). Den kvalitativa delen kompletteras med en kvantitativ enkätundersökning för att storleksordningen på riskernas sannolikheter och konsekvenser skall kunna analyseras och få en adekvat värdering av sakkunniga inom järnvägsunderhåll. I figur 3 presenteras ett flödesschema för arbetsprocessen i rapporten. Paulssons bok: Examensarbeten – att skriva uppdragsbaserade uppsatser och rapporter har lästs och används som metodbok i detta examensarbete.



Figur 3 - Flödesschema av arbetsprocessen, utvecklad av författaren med inspiration från Aloini, et al., 2007.

3.1 Riskhantering

I föreliggande rapport genomförs en riskhantering för att identifiera, bedöma, mäta, prioritera och föreslå åtgärder för de risker och osäkerheter spårentreprenörer kan ställas inför vid byte av fast korsning i spårväxlar. Risker och osäkerheter som har en negativ påverkan på tidsåtgången för arbetet att byta en fast korsning. För att identifiera riskerna har intervjuer genomförts med personer som har erfarenhet och insyn i produktionen. Även observationer har gjorts från produktionen, för att studera vad som går fel som har en negativ påverkan på tiden under utförandet. Även en enkätundersökning har genomförts för att korrekt kunna analysera och värdera riskerna.

3.2 Forskningsetiska principer

Respondenterna som har medverkat i intervjuerna och observationerna har blivit informerade hur den samlade informationen kommer att användas, om ämnet på studien, samt hur deras medverkan kan påverka resultatet. Deltagandet har varit frivilligt och de har haft möjligheten att inte medverka från start eller avbrutit sin medverkan under tidens gång (Dalen, 2015). För att undvika att det inträffar och för att påverka de observerade så lite som möjligt så har spårentreprenörföretaget valt att vara anonyma. Inga personliga uppgifter på anställda inom företag eller själva företaget kommer att nämnas. Det gäller både i intervjun och vid observationerna.

3.3 Intervjuer

För att kunna identifiera osäkerheter och risker som finns och hur de hanteras i planering och utförande av underhåll innehåller studien intervjuer med sakkunniga inom området. Intervjuer har utförts för att samla in den fakta som behövs för studien (Paulsson, 2020). Totalt utfördes tre semistrukturerade intervjuer och respondenterna bestod av spårsvetsare, besiktningsman och arbetsledning från entreprenör och de varade i mellan 30 - 50 minuter (Se de bifogade intervjuformulären i bilagor). En semistrukturerad intervju ger struktur och större flexibilitet än vad en strukturerad intervju ger. Metoden är vanlig vid kvalitativa studier och består av en rad fördefinierade frågor som kompletteras med oplanerade följdfrågor vid behov. Detta gör det möjligt att få en mer omfattande och djupgående förståelse för deltagarnas uppfattningar, erfarenheter och åsikter (Kallio, et al., 2016).

3.4 Intervjuutformning

De semistrukturerade intervjuerna består av flertalet experter inom områdena termitsvetsning, besiktning, och banarbetsledare. Svetsning och besiktning har valts för att få en djupare teknisk kunskap om området. Arbetsledning intervjuades för att få en förståelse hur planeringsprocessen av underhåll går till från spårentreprenörens sida. Intervjuerna har i främsta hand bestått av möten på plats och distansmöten via kommunikationsplattformen Microsoft Teams

3.4.1 Termitsvetsare

Tre spårsvetsare intervjuades för studien, Termitsvetsare 1, Termitsvetsare 2 och Termitsvetsare 3, samtliga är utbildare inom spårsvetsning vid Trafikverksskolan i Ängelholm. Intervjuerna ägde rum på Trafikverksskolan i Ängelholm i april 2023. Mer information och frågor finns i bilagor.

3.4.2 Banarbetsledare

En arbetsledare intervjuades för spårentreprenören. Den intervjuade personen är från samma entreprenör som vid observationen. Intervjun ägde rum i april 2023 via Microsoft Teams. Mer information och frågor finns i bilagor.

3.4.3 Besiktningsman

En besiktningsman har intervjuats. Utbildare för besiktning bana vid Trafikverksskolan i Ängelholm Intervjun ägde rum på Trafikverksskolan i Ängelholm i april 2023. Mer information och frågor finns i bilagor.

3.5 Observationsstudie

För att få en inblick vilka risker som förekommer gällande utförandet av ett korsningsbyte så har observationsstudier genomförts. Observationsstudien är en strukturerad studie, vilket innebär att det är på förhand bestämt vilka moment och förutsättningar som är relevanta för studien, det är dessa kritiska moment/förutsättningar av arbetet som kommer observeras. Anledning till att en strukturerad observationsstudie har genomförts är för att det är en objektiv metod och minskar risken för att egna fördomar och ökar tillförligheten i resultaten. (Stausberg & Engler, 2011). Observationens syfte att identifiera vilka risker som finns i arbetsprocessen som på något vis påverkar tidsåtgången för arbetet. Två observationsstudier har genomförts för att upptäcka om liknade mönster och trender finns vid de båda tillfällena. Konsekvenserna av dessa risker kan innebära att arbetet överskrider tiden som har tilldelats för att utföra arbetet, alternativt att arbetet tvingas att avbrytas helt. Studien utförs genom att observera arbetslag som utför korsningsbyten. Observationen är en "Observatör som deltagare", observatören deltar eller ingriper inte aktivt i arbetet (Swedish Research Council, 2017).

Trots att observatören inte deltar i själva aktiviteten eller gruppen så har personerna på förhand informeras om att de observeras och gav sitt samtycke. Detta för att undvika missförstånd eller att personerna känner sig övervakade och otrygga (Paulsson, 2020). De var också informerade att redovisningen sker anonymt.

3.6 Observationsutformning

Den strukturerade observationsstudien bestod av att iaktta två olika arbetslag vid två tillfällen som utför ett fast korsningsbyte i en spårväxel. Vid båda tillfällena så byttes korsningen i en enkelväxel i huvudspår på mycket trafikerade järnvägssträckor. Arbetslagen bestod av spårsvetsare, bantekniker och maskinförare. Observationerna utfördes i Mars 2023, nattetid mellan 22:00 – 07:00. Mer information om observationerna finns i bilagor. Följande moment observerades:

- Om tiden innan arbetet startades utnyttjades maximalt för planering.
- Eventuell sjukdom i arbetslaget.
- Om arbetet kunde starta på utsatt tid.
- Kritiska moment i arbetet, såsom termitsvetsningen, iläggning av korsningspartiet.
- Nederbörd.
- Temperatur i rälsen.
- Om temperaturen faller för snabbt.
- Om arbetslaget tummade på säkerhet eller kvalité vid arbetet för att kunna utföra slutföra arbetet inom tidsramen.
- Hur arbetslaget agerar om något oväntat skulle uppstå.
- Upplevs arbetslaget som stressade

3.7 Enkätundersökning

Efter riskerna identifieras så ska sannolikheterna och konsekvenserna för riskerna analyseras från en skala 1–5. Där 1 är att sannolikheten för att en risk inträffar är låg och 5 är att sannolikheten för att en risk inträffar är hög.

Desamma gäller för konsekvenserna, om risken inträffar, hur stor konsekvens får den gällande tidsåtgången för arbetet, 1 så har konsekvensen liten påverkan, 5 så har konsekvensen stor påverkan. Analysen av riskerna sker genom en enkätundersökning. Målgruppen för enkätundersökning är personer med erfarenhet inom bana, bantekniker, spårsvetsare och banarbetsledare från spårentreprenörföretag och Trafikverket. Dessa personer valdes för enkätundersökningen för att de har flerårig erfarenhet av underhåll av järnvägen. Totalt har 16 personer deltagit i undersökningen. Personerna nåddes genom författarens egna kontaktnät efter flera års erfarenhet inom

järnvägen och genom handledaren på Trafikverkskolan (Enkätfrågorna kan ses i tabell 3 och svaren på enkätundersökningen finns i bilagor).

För att få fram svaren hos respondenterna har medelvärdet från svaren tagits fram. Medelvärdet i en enkätundersökning är ett mått på centraltendensen, det vill säga det genomsnittliga värdet av alla svar på en fråga eller en grupp av frågor. Det används för att ge en indikation på vad som är det vanligaste svaret eller uppfattningen bland respondenterna (SCB, 2023).

Tabell 3 - De frågor som respondenterna fick svara på i enkätundersökningen. De fick svara på en skala 1–5 hur stor sannolikheten och konsekvensen är för riskerna. Där 1 är att sannolikheten/konsekvensen är låg och 5 är att sannolikheten/konsekvensen är hög.

Vad är sannolikheten/konsekvensen för...
...att utföra termitsvetsning vid minusgrader?
...att temperaturen faller snabbt vid termitsvetsning?
...att termitsvetsen kommer i kontakt med vatten?
...sjukdom i arbetslaget?
... att du upplever stress?
...att det blir skada på korsning vid transport/hantering?
...att det är fel bemanning? (För lite folk, arbeta med personer som man inte brukar arbeta med, logistik med personal?)
...skada på termit vid hantering/transports?
...genomlöpa/bindfel vid termitsvetsning?
...vad är sannolikheten av att finslipa svetsen för tidigt?
...korsningens position i växeln blir fel?
...sent ankommande tåg som påverkar disptiden?
...designen på den gamla korsningen skiljer sig från den nya (läge på gamla svetsar, läge på plattor etc)?
...för åska vid arbete?
...att korsa trafikerat spår med TSA?
... att det blir personskada vid arbete?

3.8 Avgränsningar

3.8.1 Geografisk avgränsning

Eftersom spårentreprenörföretagen är anonymt är det viktigt att undvika att nämna vilket geografiskt område som observationen har utförts på. Detta beror på att ett detaljerat benämning av området kan avslöja vilket entreprenadföretag som studien gäller. För att undvika denna risk har studien avgränsats stort till Trafikverkets järnvägsnät. Denna avgränsning möjliggör för forskaren att studera entreprenadföretag på ett detaljerat sätt utan att riskera att avslöja dess identitet.

3.8.2 Avgränsning i riskhantering

Studien som har genomförts är ett examensarbete som omfattar 22,5 högskolepoäng, vilket motsvarar 15 veckors heltidstudier. Trots att en riskhantering normalt sett skulle innefatta implementering av olika alternativ och bedömning av deras effekt, kommer det inte vara möjligt att utföra denna uppföljning på grund av den begränsade tiden för studien.

4 Sveriges järnväg

4.1 Trafikverket

Trafikverket är en statlig myndighet och agerar infrastrukturförvaltare för statens 14 200 km järnvägsnät (Trafikverket, 2022a). En av Trafikverkets huvuduppgifter är att bygga och underhålla järnvägen i Sverige. Detta innebär att Trafikverket har en viktig roll i att se till att järnvägen fungerar optimalt och möjliggör effektiv och säker transport i hela landet. Genom att underhålla järnvägsnätet säkerställer Trafikverket att det är möjligt att transportera gods och människor över långa sträckor, både inom landet och utomlands. Med kontinuerlig investering och underhåll av järnvägsnätet kan Trafikverket bidra till att skapa en hållbar transportsektor som är säker, effektiv och tillgänglig (Trafikverket, 2023c).

4.2 Trafikledning

Trafiklednings huvudsyfte är säkert och effektivt övervaka och leda tågrörelser inom Trafikverkets järnvägsanläggningar (Trafikverket, 2022e). Sverige är indelat i olika geografiska trafikledningsområden (Trafikverket, 2022b). Genom att ha specifika geografiska områden, kan man både optimera och anpassa resurserna efter behoven i respektive område.

Trafikledningsområdena styrs från 8 trafikledningscentraler som är utplacerade i områdena, dessa är Boden, Ånge, Gävle, Stockholm, Norrköping, Hallsberg, Göteborg och Malmö (Trafikverket, 2022b). När entreprenören skall utföra arbete i spårområdet som kräver att spåret stängs av för tågtrafik så förs ett säkerhetssamtal med tågklarare på trafikledningscentralen. Detta utförs för att säkerställa att inga tåg eller andra trafikverksamheter otillåtet ska kunna ta sig in på arbetsområdet (Trafikverket, 2023c).

4.3 Spårentreprenörer

En spårentreprenör är ett företag som på uppdrag från infrastrukturförvaltaren utför arbeten i järnvägsanläggningen. Detta omfattar bland annat anläggning, underhåll och reparation av järnvägsspår. (Trafikverket, 2023). I Sverige är Infranord AB, Strukton Rail AB och Nordic Railway Construction Group Sverige AB (NRC) tre av de största spårentreprenörerna (Svanberg, et al., 2020).

4.4 Järnvägsföretag

De företag och organisationer som har tillstånd att bedriva trafik på Trafikverkets järnvägsinfrastruktur kallas järnvägsföretag (Transportstyrelsen, 2022). Antalet järnvägsföretag har ökat markant de senaste 30 åren, från sex till ca 50 företag idag (Augustsson, 2023). Exempel på järnvägsföretag är SJ, MTR och Green Cargo.

4.5 Järnvägsunderhåll

Det är Trafikverket som bär det yttersta ansvaret för planeringen av underhållet på den svenska järnvägen (Trafikverket, 2022). Efter att järnvägsmarknaden avreglerades i Sverige 2010 så blev det friare konkurrensförhållanden gällande underhållet av järnvägen. Det innebär att Trafikverket inte själva utför underhållet, utan upphandlar den tjänsten av entreprenörer på marknaden (Wingborg, 2022). I Sverige finns det ett trettiotal kontakt för underhåll, där kontrakten omfattar ett eget avgränsat område (Ivina, et al., 2020). Samtliga av kontrakten sträcker sig över flera år, vanligtvis så är kontraktstiden på fem år med ett eller två optionsår (Trafikverket, 2015a). Baskontrakten innebär att entreprenörerna får i uppdrag att säkerställa att järnvägsanläggningens kvalitet är så pass hög att tågdriften är säker och fungerar. Hur underhållsresurser ska fördelas och prioriteras mellan kontrakten redovisas i en underhållsplan. Planen har fyra års framförhållning och utgår från den nationella planen för transportsystemet (Trafikverket, 2022a)

4.6 Förebyggande och avhjälpande underhåll

Järnvägsinfrastrukturen består av flera olika komponenter och system som behöver underhållas för att bibehålla driftsäkerhet i anläggningen (Budai , et al., 2006). System som spår, växlar, signalering och kontaktledning är beroende av varandra för att hela systemet ska fungera. (Lidén, 2018) För att minska fel och förhindra försämring av anläggningens kvalitet så utförs förebyggande underhåll. Detta sker genom åtgärder som förlänger anläggningens och dess komponenters tekniska livslängd (Budai , et al., 2006).

Den växande tågtrafiken tvingar underhållet att utföras under de tider då tågtrafiken inte går, nattetid, eller under väldigt korta fragmenterade tidsintervaller under dagtid (Nijland, et al., 2021) (Voicu & Cartutasu , 2022). För att öka nyttjandegraden, få bättre förutsägbarhet och längre sammanhängande tider i spåren så har servicefönster utvecklats.

Servicefönster innebär att det förebyggande underhållet utformas utifrån underhållscheman som består av säkra och tågfria arbetszoner på järnvägsbanan för arbetslag som utför underhållsaktiviteter (Nijland, et al., 2021). Är komponenter eller system i anläggningen redan skadade eller slitna så är det avhjälpande underhåll. Är skadan så pass allvarligt att det behöver åtgärdas akut så kan tågtrafiken påverkas, antingen genom hastighetsreducering eller att trafiken stoppas helt (Augustsson, 2023). Att till den största grad utföra förebyggande underhåll framför avhjälpande underhåll är viktigt för att järnvägsinfrastrukturen ska vara så högkvalitativ som möjligt. Men att planera förbyggande underhåll är en komplicerad process, det är svårt att organisera och planera utförandet av underhållet (Lidén, 2018).

4.7 Planering av underhåll

Lidén (2018) beskriver de olika stegen av underhållsplanering. Stegen rubriceras som strategiska, taktiska och operativa. Strategisk planering beskriver den planering som involverar dimensionering, lokalisation och organisation över en längre tidsperiod, vanligtvis ett till flera år. Taktisk planering involverar planering på en medellång tidsram, vanligtvis från veckor till ett par år. Detta inkluderar att skapa scheman och tidtabeller för att säkerställa att projekt eller aktiviteter slutförs i tid. Både den taktiska och strategiska planeringen hanteras till största delen av Trafikverket, men också med involvering av entreprenörer. Den operativa planeringen utförs till mesta del av entreprenörer och innefattar genomförande och verkställande av planeringen, tidsperioden är från timmar till flera månader.

4.8 Operativ planering

En effektiv direktplanering av underhåll underlättar vid samordning av utrustning, material och personal för entreprenören (Lidén, 2018). Att enkelt kunna planera om arbeten som av någon anledning har ställs in är av stor vikt för att entreprenören skall kunna upprätthålla ett fungerande underhåll och i slutändan driftsäkerhet (Lidén, 2014). 2021 introducerade Trafikverket MPK – marknadsanpassad planering av kapacitet (Trafikverket, 2020a). Det är ett verktyg som skall underlätta planering av kapacitet på järnvägen. I MPK finns ett nytt planeringssystem för banarbeten som ersätter det tidigare verktyget trainplan, det nya systemet heter train plan systemet (TPS). Skillnaden mellan de båda verktygen är att TPS ska vara enklare för entreprenörer att se när det finns lediga tider i spår för att kunna planera och utföra banarbeten i närtid (Trafikverket, 2023). MPK ska enligt Trafikverket underlätta för underhållentreprenörer genom en effektivare hantering och planering av banarbeten (Trafikverket, 2020).

4.9 Besiktning

För att järnvägsanläggningen ska vara säker, funktionell, driftsäker och tillgänglig så krävs det kunskap, förståelse och regelbundna kontroller av den. Kontrollerna påvisar direkta fel, eller möjliga fel som kan uppstå i framtiden. Det är en del av underhållet (Trafikverket, 2016). Hur frekvent kontrollerna sker beror på vilken besiktningssklass anläggningen har (Trafikverket, 2019). Klassen bestäms utifrån en rad faktorer:

- Tåghastighet
- Trafikbelastning
- Typ av tågtrafik
- Klimat – och miljöförhållanden
- Teknisk uppbyggnad
- Inbyggd funktionssäkerhet
- Ålder och kvalité

4.10 Underhåll -och Säkerhetsbesiktning

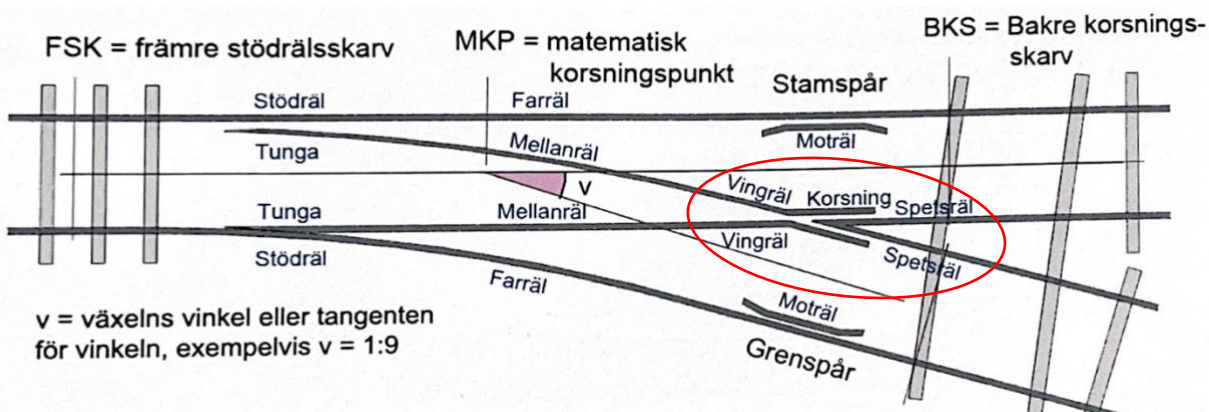
Att upptäcka brister i anläggningen som kan orsaka en akut säkerhetsrisk eller driftstörning, alternativt brister som i framtiden kan utvecklas till en säkerhetsrisk eller driftstörning är säkerhetsbesiktningens huvudsakliga syfte. Är det frågan om en akut säkerhetsrisk/ driftstörning så ska det rapporteras till trafikledningen som beslutar om åtgärder som berör tågtrafiken och infrastrukturen. Är det inte fråga om en akut åtgärd så behöver inte trafikledningen meddelas, utan ärendet hanteras direkt av entreprenören som utför de åtgärder som anläggningen är i behov av (Trafikverket, 2016). De brister som upptäckts anläggningen klassificeras beroende på hur allvarliga de är, och inom vilken tidsperiod de måste åtgärdas. I tabell 4 ses vilka klassificeringar som finns och inom vilken tidsperiod de måste åtgärdas.

Tabell 4 - Prioriteringslista för besiktningssanmärkningar (TDOK 2014:0240, 2022)

Klassificering	När ska åtgärden utföras
Akut (A)	Om fel uppstår så måste det åtgärdas omedelbart.
Vecka (V)	En anmärkning som ska åtgärdas inom två veckor
Månad (M)	En anmärkning som ska åtgärdas inom tre månader.
Besiktning (B)	En anmärkning som ska åtgärdas innan nästa besiktningstillfälle.
År (Å)	En anmärkning som bör åtgärdas inom tre år.
Övrigt (Ö)	En anmärkning som bör åtgärdas vid lämpligt tillfälle.

4.11 Spårväxlar

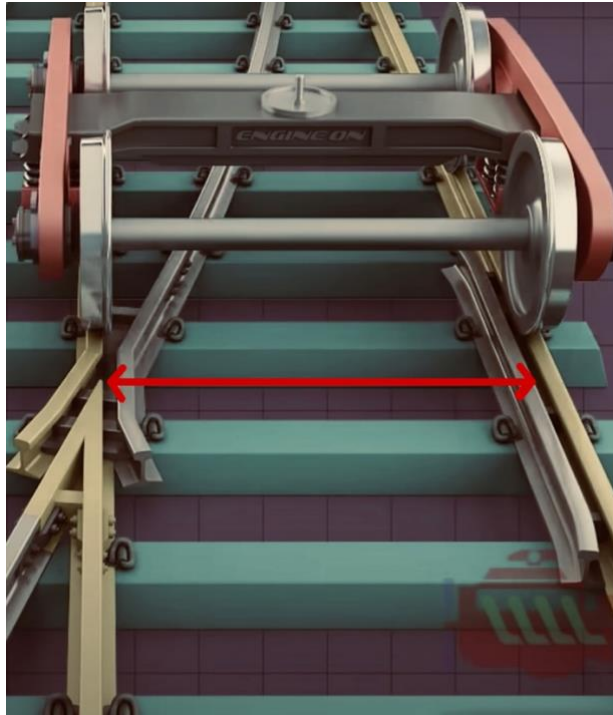
Spårväxlar fyller en viktig funktion i järnvägsanläggningen, genom att göra det möjligt att dirigera tåg från ett spår till ett annat, eller från en riktning till en annan. Den funktionen möjliggör att passager av andra tåg eller hinder kan ske och det ger en ökad flexibilitet och kapacitet inom järnvägen (Dindar, et al., 2016). Växlarnas nytta för järnvägen gör de extra utsatta för störningar, då ett fel i en växel kan påverka framkomligheten på flera spår (Pålsson, 2015). Det är också i växlar mycket av de störningar som sker inträffar, 21 % sker i växlar och 50 % av besiktningsanmärkningarna har sitt ursprung i växlar (Nissen, 2005). Det finns ett antal olika typer av spårväxlar, några exempel är enkelväxel, dubbelkorsningsväxel, enkelkorsningsväxel, kryssväxel (TRVINFRA-00017, 2021).



Figur 4 - Spårväxel och dess komponenter (Enkelväxel) (Bårström & Granbom, 2012)

4.12 Korsningspartiet i spårväxlar

Spårväxlar består av flertalet viktiga komponenter, varav korsningspartiet är en av dem. Korsningen är antingen fast eller rörlig (Svenningsson, 2017). Korsningen består av spetsräler och vingräler. Se röd markering i figur 4. I den främre delen av korsningen ska vingräl bära upp tågets hjul innan korsningsspetsen där övergången sker från vingräl till korsningsspets. Vid övergången ska vingrälen vara ett stöd för korsningsspetsen. Moträlens funktion är att styrviddsmåttet är inom toleranserna. Styrviddsmåttet är avståndet mellan moträlerna och korsningsspetsen (se röd pil i figur 5) (Nissen, 2005). Styrviddsmåttet är viktigt för att hjulaxlarna ska kunna styras genom korsningspartiet korrekt (Laitila, 2019). Om styrviddsmåttet är för litet kan hjulflänsen inte passera genom flänsrännan vid korsningen. Om styrviddsmåttet är för stort så riskerar hjulet att träffa korsningsspetsen, alternativt hamna på fel sida korsningsspetsen (Nissen, 2005). Båda utfallen kan resultera i skador på växelkomponenter och orsaka urspårning (Laitila, 2019). Även korsningens höjdläge i förhållande till farrälerna är viktigt för att förhindra urspårning (TRVINFRA-00017, 2021)



Figur 5 - Styrviddsmåttet mellan korsningsspets och moträl (Engine on, 2021)

4.13 Korsningsbyte

För att bibehålla korsningens tekniska livslängd så utförs det underhållsåtgärder i form av slipning, påsvets och reparationssvets. Dessa åtgärder utförs för att undvika sprickbildning och för att bibehålla korsningens ursprungsprofil. När korsningen blivit tillräcklig nedbruten så behöver den bytas (Laitila, 2019). Innan ett korsningsbyte får utföras skall följande krav vara uppfyllda (TRVINFRA-00017, 2021):

1. Sliperskvalitet
2. Ballastens status gällande mängd och renhet
3. Korsningens höjdläge gentemot farräler
4. Spårläge

4.14 Det praktiska utförandet

För att avlägsna den gamla korsningen så kapas rälsen med en rälskap. Även skruvar som sitter mellan slipers och korsning tas bort. När detta är gjort så kan korsningen lyftas bort och den nya korsningen kan installeras. Den nya korsningen skruvas fast i sliprarna och för att undvika öppna skarvar i spåret så svetsas rälsändarna ihop med termitsvetsning, alternativt så används nödförband och tving (se figur 6). Används nödförband och tving så måste daglig tillsyn av nödförbandet ske, för att förhindra att bultarna lossnar. Efter installation ska korsningens höjdläge kontrolleras (TRVINFRA-00017, 2021).



Figur 6 - Nödförband med tving (upptill) och öppen skarv (nedtill) (Foto från observationen)

4.15 Termitsvetsning

Innan teknologin fanns för att svetsa samman rälsen så lämnades skarvar var 20:e meter, rälsen tillåts då rörelsemöjlighet vid temperaturförändringar (Bårström & Granbom, 2012). Vid kyla så drar rälsen ihop sig och det uppstår dragkrafter, värme gör i stället till att tryckkrafter uppstår då rälsen vill utvidgas (Trafikverket, 2015).

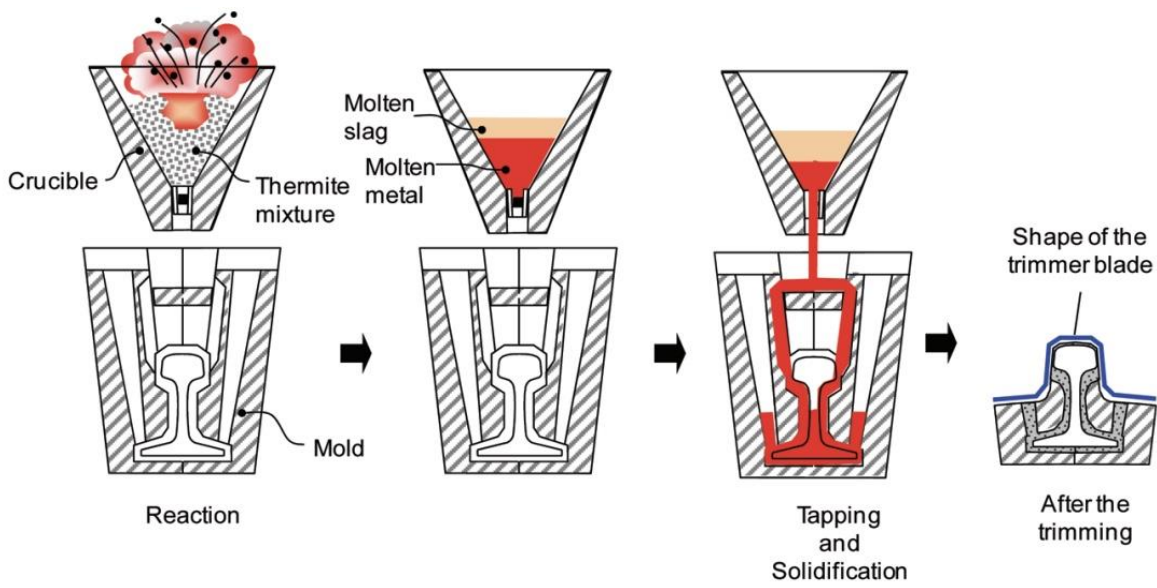
Termitsvetsnings intåg gjorde det möjligt att införa skarvfria spår i järnvägen, det ger rälsen en längre livslängd, bättre åkkomfort, färre hjulskador och mindre behov av underhåll (Lonsdale, 1999). På grund av de krafter som uppstår i rälsen så ställs det höga krav på att termitsvetsning utförs på rätt sätt och under rätt förhållanden. Termitsvetsning är en teknisk krävande process och svetsarnas kvalité står i direkt relation med passagerarnas säkerhet (Pandrol, 2023). Termitsvetsning karakteriseras av exoterm reaktion mellan metalloxidpulver och aluminiumpulver, som skapar en extremt hög temperatur och en flytande metallblandning (Singh, 2020). Denna blandning rinner sedan ner i en svetsform för att binda samman de två delarna av rälen när metallblandningen svalnar. Spårsvetsning skiljer sig från verkstadssvetsning i avseende av rälerans kemiska sammansättning. Av denna anledning är svetsarna tvungna att ha en utbildning som gör dem kapabla att förbereda, genomföra och verifiera varje moment i processen på ett korrekt sätt (TRVINFRA-00016, 2023). Det finns flera faktorer som kan påverka svetsen kvalité negativt, en faktor är låga temperaturer (Wang, et al., 2011).

Vid temperaturer under 0 grader är svårt att garantera avkylningshastigheten på stålet i rälen. Om avkylningshastigheten inte kan kontrolleras kan det leda till att härdningen av stålet sker snabbare. Bindfel kan uppstå och gör att stålet blir hårdare vilket i sin tur ökar risken för sprickbildningar. Sprickbildningar i rälen kan leda till rälsbrott. (Svensson, 2011). Det finns flera metoder av termitsvetsning som används för att svetsa samman räler, formsvetsning, PLA och SKV. Den termitsvetsmetod som är vanligast och används ca 90 % av fallen är SKV och nedan följer arbetsgången av den metoden (Heino, 2023).

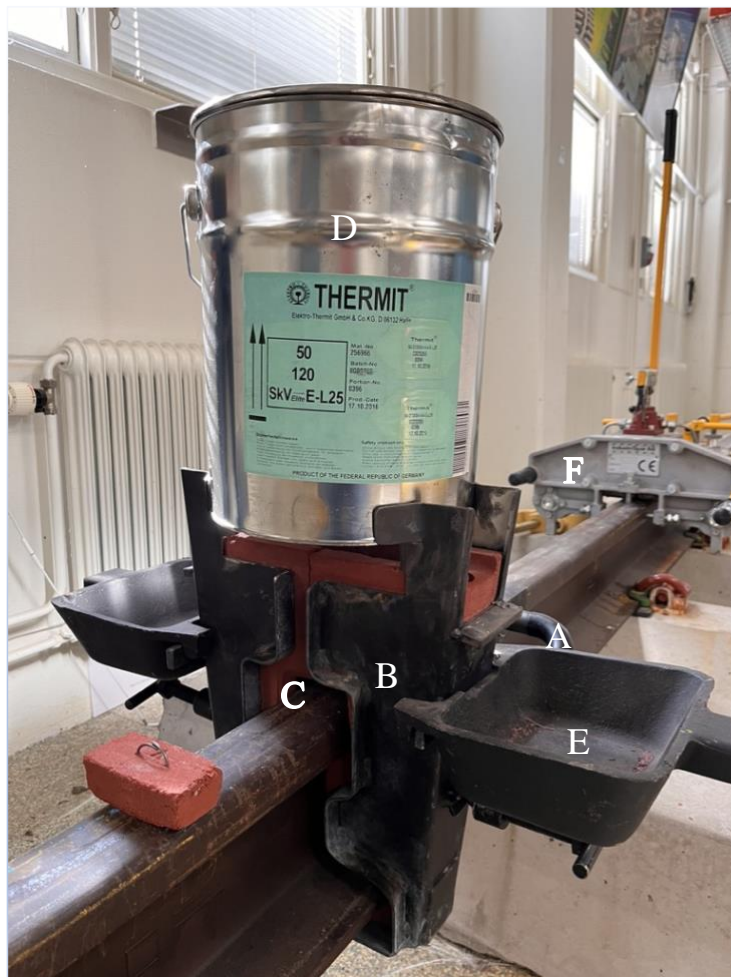
4.16 Praktiska utförandet av termitsvetsning

En termitsvetsning av metoden SKV utförs i normala fall av ett arbetslag bestående av två personer, svetsaren och en hantlangare. Hantlangarens uppgift är att bistå svetsaren i svetsningsprocessen. Principen för termitsvetsning kan ses i figur 7. En termitsvetsning består av följande moment (Heino, 2023):

1. Kapning av räls så avståndet mellan rälsändarna är rätt avstånd (25- 28 mm, Vid lucka 25).
2. Riktning av rälsändar. Rälsändarna vinklas både lodrät och vågrät så de står mot varandra med så noggrann precision som möjligt. En process som kan ta tid, speciellt i växlar där det är trång med utrymme.
3. På med grimma och svetsformar (A och B i figur 8). Grimmans syfte är hålla svetsformarna på plats.
4. Tätning. När formen är på plats är det dags att tätas med fuktig sand för att smältan inte ska rinna ut. Tätningen sker vid det röda teglet (C i figur 8). Om man inte tätar ordentligt kan det leda till en så kallad "genomlöpa", det innebär att den heta metallblandningen rinner ut mellan de två teglen. Detta kan förstöra hela gjutningsprocessen och leda till att arbetet måste göras om från början.
5. Uppvärmning. Under en och en halv minut värms svetsformarna och de två rälsändarna upp.
6. Svetsning. Efter förberedelserna är det dags för själva svetsen. En svetshink (D i figur 8) innehållande metalloxidpulver och aluminiumpulver hettas upp till 2500 C, och den smälta blandningen rinner ner i gjutformarna (E i figur 8).
7. Svetsformarna, hinken, grimman, gjutformarna tas bort och svetsen klipps till med en termitklipp (F i figur 8). Denna process tar bort så mycket överflödigt material som möjligt.
8. Grovslipning. Utförs för att ta bort överflödigt material och att jämna till svetsen.
9. Finslipning. Utförs när svetsen har svalnat till under 150 grader, och syftet är att jämna till svetsen så pass att tåg ska kunna passera utan att åkkomforten försämras (Saita, et al., 2013).



Figur 7 - Principen av termitsvetsning (Saita, et al., 2013)



Figur 8 - Komponenter som används vid termitsvetsning

5 Resultat

I följande kapitel redovisas de resultat som erhållits genom intervjuer, samtal, observationer och en enkätundersökning. Kapitlet börjar med en sammanfattning av intervjuerna och observationerna. De risker som förekommer vid byte av fast korsningsparti i spårväxel har identifierats, analyseras och värderas. De identifierade riskerna presenteras i tabell 5 och analysen av riskerna presenteras i tabell 6. Tabellerna kompletteras med en förklaring och en kortare diskussion, en mer omfattande diskussion om resultatet presenteras i nästkommande kapitel. Värderingen redovisas i figur 10 och författarens förslag på åtgärder presenteras i tabell 7, och även figur 10 och tabell 7 kompletteras med en kortare förklaring och diskussion.

5.1 Redovisning av intervjuer

5.1.1 Termitsvetsare

Under intervjuerna med spårsvetsarna belyste de att de vanligaste riskerna gällande termitsvetsning är väderrelaterade. Framför allt nederbörd i form av regn som sker ofta och är direkt farligt och kan orsaka explosion. Det är första hand en säkerhetsfara, men det påverkar också tidsåtgången för arbetet negativt. Låg temperatur är också en risk, speciellt om den faller snabbt. Svetsarna förklarade också att det finns risker att fuska eller ta genvägar i svetsprocessen för att det skall gå snabbare. Det försämrar kvalitén på svetsen och kan orsaka sprickbildning i svetsen, så kallade bindfel. Det kan uppstå vid för tidig finslipning, om mellanrummet mellan rälsändarna är för stort eller för litet och om rälsändarna är kapade på olika sätt. De kan kapas på två olika sätt, gaskapning och maskinkapning. Båda ändarna måste kapas på samma sätt. Vid utförande av svetsen så finns det också en risk att en genomlöpa sker, det är när någon del av svetsningsprocessen utförs på fel sätt, exempelvis packningen av sand eller ditsättning av svetsformarna. Risken för detta bedöms enligt svetsarna som låg, då det väldigt sällan inträffar. Konsekvensen blir att de får kapa upp svetsen och utför en eller två nya svetsar beroende på situationen. Spårsvetsarna nämnde Robel romis som en lösning på några risker, det är ett underhållståg som ger ett stort skydd vid underhållsarbete. Det är ett ihåligt tåg med utfällbara väggar, belysning, arbetsredskap, maskiner och travers i taket se figur 9. Tåget ska även fungera vid utförandet av mindre korsningsbyten, och detta minskar risken för skador och ger skydd mot nederbörd.



Figur 9 - Underhållståget Romis från Robel (Robel, 2023)

5.1.2 Besiktningsman

Besiktningsmannen som intervjuades påpekade hur de största riskerna med ett korsningsbyte är se till så samtliga mått i växeln stämmer efter den har lagts på plats. Hur korsningen är placerad i avseende på höjdläge och sidoläge i förhållande till växels övriga komponenter. Detta är viktigt för att förhindra en urspårning. Hen berättade också om hur planering av bemanning är betydande. Att det är rätt antal personer som arbetar med korsningsbytet, men också att det är viktigt att arbeta med rätt personer. Att arbetslaget känner varandra och vet hur alla funkar är viktigt för att arbetet ska flyta på bra och för att kunna bli klara inom tidsramen.

5.1.3 Arbetsledare

Även arbetsledning för spårentreprenörerna nämner att väderrelaterade risker som de kan påverka arbetstiden mest. Framst låga temperaturer kan orsaka att arbetet helt ställs in, men även åska kan försena arbetet eller ställa in det helt. Vid akuta fel så kan de ansöka om att svetsa ned till minus fem grader. Om hastigheten på banan är längre så är det tillåtet att sätta nödförband med tving i stället, det är en provisorisk lösning som kan användas i stället för att svetsa. Men det kräver daglig tillsyn så bultarna inte lossnar. Spårentreprenören upplyser om hur det finns en teknisk risk när ett korsningsbyte utförs. Att designen i den nya korsningen skiljer sig från den gamla kan orsaka problem för arbetslaget när de väl är på plats och ska utföra arbetet.

Arbetarna kan få flytta eller byta ut underläggsplattor som sitter mellan sliparna och korsningen, så de går ihop bättre med de befintliga sliparna. Med noga planering så kan det undvikas. Spårentreprenören förklarar att konsekvenserna för fler av riskerna är att jobben ställs in, och att de behöver ansöka om nya tider i spår för att slutföra arbetet. Hen beskriver att det är ett problem och processen att ansöka om nya tider i spår skulle kunna vara enklare.

5.2 Sammanfattning observationer

Arbetstiden för båda observationerna var 22:00- 07:00, men själva tiderna i spåret för arbetarna var 00:00 – 04:30 respektive 00:40 – 04:30, detta gav gott om tid för att planera inför arbetet skulle starta. De ägde rum i mars och temperaturen i rälsen för båda observationerna var strax över noll grader. Temperaturen var stabil under hela arbetspassen vid båda tillfällena. Under det första arbetspasset var det ingen nederbörd, men under det andra arbetspasset så var det lite nederbörd i form av regn. Vid båda tillfällena så drabbades arbetslagen av sjukdom, vid den första observationen så fick arbetslaget ingen ersättare utan de fick klara sig på en man mindre. Under den andra observationen så ersattes personen som var sjuk. Vid det första tillfället så kunde inte arbetet startas på utsatt tid på grund av att TSM inte fick tillgång till intilliggande spår, och kunde därmed inte etablera på TSA. Regelverket tillåter inte etablering av TSA om spåravståndet till det intilliggande spåret är kortare än 6 meter, och det inte är avstängt från trafik (TDOK:2013:0289, 2013). Trots det så fanns det diskussion inom arbetslaget att etablera TSA ändå, men TSM beslutande till slut att vänta tills A-skydd kunde begäras på det intilliggande spåret. Detta resulterade till att arbetet startade 30 minuter efter utsatt tid. Detta i kombination med att arbetslaget var en man mindre resulterade i att inte alla svetsar hann slutföras. Den sista svetskarven sattes provisorisk med tving och nödförband och får svetsas vid ett senare tillfälle (se figur 6). Även vid den andra observationen så fanns diskussioner om att bryta mot regelverket, denna gång så diskuterades det om att korsa trafikerat spår med TSA. Även denna gång så togs beslutet att vänta tills det gick att korsa spåren säkert och endast sju minuters arbetstid gick förlorad. Under den första observationen så fanns det inga problem med termitsvetsningen och allt fungerade som det skulle. Vid den andra observationen så skedde en genomlöpa vid svetsningen, detta berodde troligtvis på att sanden inte packades ordentligt. Konsekvensen blev att arbetstiden förlängdes med ca 40 minuter de fick hämta nytt material för att göra om svetsen, samt en ny svets med lucka 50. En lucka 50 svets innebär att det är en större lucka som ska svetsas och därmed blir avkylningstiden för svetsen längre än om det är en lucka 25 svets. Mer information om observationerna finns i bilagor.

5.3 Riskidentifiering

Nedan sammanställs samtliga risker som kunde identifieras med hjälp av intervjuer och observationer. I tabell 5 ses de risker som identifierades vid observationerna och intervjuerna. Riskerna redovisas inom de riskkategorier som finns inom bygg- och infrastrukturprojekt enligt Akintoye & Macleod (1996) och Grimsey & Lewis (2004), men också tillägget av psykiska risker som nämns i en artikel av Chan, et al. (2020). Till höger i tabellen så presenteras källan till risken, om den upptäcktes vid observationer eller intervjuer, samt vilken av observationerna och intervjuerna risken identifierades.

Tabell 5 - Identifierade risker från observationer och intervjuer.

Typ av risk	Förklaring	Källa
Fysiska risker		
Sjukdom i arbetslaget.	Kan ha en negativ påverkan på tidsåtgången då de kan få utföra arbetet med en man mindre, detta inträffade under den första observationen. Under båda observationerna så var personer sjuka och stannade hemma från arbete. Under den andra observationen så sattes en ersättare in för att kompensera för manbortfallet. Det betyder i sin tur att det blev en man mindre på ett annat arbete.	Observation 1 & 2.
Skador vid arbete.	Skador har negativ påverkan på arbetet då det kan tvingas ställas in eller om arbetslagen får arbete med mindre antal personer. Vid båda observationerna så saknades hjälm och skyddsglasögon på de flesta personerna i arbetslagen.	Observation 1 & 2.

Korsa trafikerat spår med TSA.	Under båda observationerna så fanns diskussionen i arbetslagen om att antingen korsa trafikerat spår med TSA eller att etablera TSA utan att intilliggande spår är avstängt för trafik. Det är en risk som skulle få katastrofala konsekvenser.	Observation 1 & 2.
Miljömässiga risker		
Låg temperatur vid termitsvetsning.	Svetsning under 0 grader ger en ökad risk för bindfel i svetsen, och kan på så sätt påverka tidsåtgången för arbetet.	Intervju med termitsvetsarna.
Snabbt fallande temperatur vid termitsvetsning.	I intervjun med spårsvetsarna så faställdes det att en snabbt fallande temperatur orsaka dragkrafter i rälsen som har en negativ påverkan på hållfastheten.	Intervju med termitsvetsarna.
Att termitsvetsen kommer i kontakt med vatten.	Nederbörd direkt på termitsvetsningen eller snö eller fuktig mark i kombination med en genomlöpa av svetsen ökar risker för explosion. Även denna risk identifierades vid intervjun med termitsvetsarna.	Intervju med termitsvetsarna.
Åska.	Vid åska så måste arbetet avbrytas enligt arbetsledningen hos spårentreprenören.	Intervju med spårentreprenör.
Logistiska risker		
Skada på korsning vid transport/hantering.	Det finns en risk att korsningen kan skadas vid transport, lagring, distribution och hantering. Denna risk upptäcktes vid andra observationen då korsningen lyftes med TSA.	Observation 2.

Fel bemanning (För lite folk, arbeta med personer som man inte brukar arbeta med, logistik av personal).	Under den första observationen så fanns det en logistisk risk vid hantering av personal och maskiner. Då två arbeten utfördes i samma växel så finns en risk att arbetena kan interferera med varandra och påverka tiden för arbetet.	Observation 1, intervju med termitsvetsare och besiktningsman.
Skada på termit vid hantering/transport.	Teglet inuti termitportionen är känsligt för stötar och kan komma till skada vid transport och hantering. Detta nämndes i intervju med svetsarna.	Intervju med termitsvetsarna.
Byggrisker		
Fel vid termitsvetsning (Genomlöpa/bindfel).	Under den andra observationen noterades en risk som uppkom på grund av felaktigt utförande. Vid packningen av termitsvetsen så packades inte den ena sidan av formen korrekt, detta resulterade i att den heta svetsblandningen rann genom utrymmet mellan formen och rälen och vidare ned i makadamen. Det kallas genomlöpa och kan uppstå från flera olika faktorer i svetsprocessen.	Observation 2 & intervju med termitsvetsarna.
Att finslipa svetsen för tidigt.	Detta har en positiv inverkan på tiden för arbetet men en negativ påverkan på kvalitén på svetsningen. När termitsvetsningen utförs så är det viktigt att svetsen hinner svalna till under 150 grader innan finslipning utförs. Väntas det inte med att finslipa kan det leda till bindfel i svetsen som orsakar små sprickor i svetsen och kvalitén blir därmed försämrad. Det innebär också att svetsen kan bli låg i	Intervju med termitsvetsarna.

	höjdlägen i förhållande till omkringliggande räls.	
Korsningens position i växeln blir fel.	Under intervjun med besiktningsmannen så förklarades det att byte av korsning avslutas med att mäta hur korsningen är belägen i sido-och höjdläge. Blir detta fel så måste arbetet göras om.	Intervju med besiktningsman.
Driftrelaterade risker		
Att inte få tillgång till spåret på utsatt tid.	Under båda observationerna så fick arbetslagen vänta på inkommande tåg för att kunna starta arbetet.	Observation 1 & 2.
Tekniska risker		
Designen på den gamla korsningen skiljer sig från den nya (läge på gamla svetsar, läge på sliprar etc.).	Denna risk identifierades under den andra observationen och med intervjuer med både arbetsledare och besiktningsman.	Intervju med arbetsledare och besiktningsman.
Psykiska risker		
Stress.	Termitsvetsarna fick frågan om de brukar känna stress när de arbetar. Deras svar var att de ofta känner stress och att det har en negativ påverkan på tidsåtgången.	Intervju med termitsvetsarna.

5.4 Riskanalys

För att få förståelse för risknivån och riskens karaktär, så analyserades riskerna. Resultatet är framtaget från en enkätundersökning. Medelvärdet av svaren från undersökningen har tagits fram och redovisas i tabell 6 nedan. De frågor som ställdes kan ses i tabell 3 och mer detaljerade svar kan ses i bilagor.

Tabell 6 - Analys av de risker som har identifieras. Skalan är mellan 1–5. 1 för sannolikhet betyder att de svarade anser att sannolikheten att risken inträffar är låg, 1 för konsekvensen betyder att respondenterna anser att konsekvensen om risken inträffar är liten för tiden för arbetet. En femma på skalan betyder att sannolikheten är stor/ att det har en stor konsekvens för tidsåtgången för arbetet. En bokstavskod för varje risk används och appliceras sedan i riskmatrisen.

*Eftersom detta har en positiv påverkan på tiden för arbetet men en negativ påverkan på svetsens kvalitet, så ställdes frågan hur stor konsekvensen blev för kvaliteten på svetsen i stället.

Typ av risk	Sannolikhet	Konsekvens	Produkt (Riskens karaktär)	Kod
Fysiska risker				
Sjukdom i arbetslaget	2	3	6	A
Skador vid arbete	2	4	8	B
Korsa trafikerat spår med TSA	3	3	9	C
Miljömässiga risker				
Åska	2	4	8	D
Snabbt fallande temperatur vid termitsvetsning	3	4	12	E
Låg temperatur vid termitsvetsning (under 0 grader)	3	3	9	F
Att termitsvetsen kommer i kontakt med vatten (Nederbörd)	2	4	8	G
Logistiska risker				
Skada på korsning vid transport/hantering	2	4	8	H
Att det är fel bemanning (För lite folk, arbeta med personer som man inte brukar arbeta med).	3	3	9	I
Skada på termit vid hantering/transport	2	4	8	J
Byggrisker				
Fel vid termitsvetsning (Genomlöpa/bindfel)	2	4	8	K
Att finslipa svetsen för tidigt*	3	3	9	L
Korsningens position i växeln blir fel	2	4	8	M
Driftrelaterade risker				
Att inte få tillgång till spåret på utsatt tid.	3	4	12	N
Tekniska risker				
Designen på den gamla korsningen skiljer sig från den nya (läge på gamla svetsar, läge på plattor etc)	2	3	6	O
Psykiska risker				
Stress	4	3	12	P

I tabellen ovan ses de risker som har analyserats av personer med flera år av yrkeserfarenhet av byte av fast korsning i spårväxlar. Att inte få tillgång till spåret på utsatt tid och att termitsvetsen kommer i kontakt med vatten är två av de risker som har mest konsekvens för tidsåtgången för arbetet enligt enkätundersökningen. En av de risker som har minst påverkan är om det är skillnad i design mellan den gamla och nya korsningen. Svaren bygger på respondenternas egna erfarenheter av korsningsbyten och alla svar hamnar i intervallet 2–4 i tabellen. För vissa frågor är det stor spridning i svaren, tex konsekvensen av att svetsa i minusgrader, konsekvensen av sjukdom i arbetslaget och konsekvensen av att korsa trafikerat spår med TSA (Se bilagor). Att det är spridning i svaren när det gäller svetsning i kallt klimat kan bero på att det krävs dispens och svetsaren skall ha en tilläggs-certifiering för att utföra svetsning i kallt klimat, och därför finns det risk för att respondenterna inte har medverkat vid termitsvetsning i minusgrader (TRVINFRA-00016, 2023). Spridningen i svaren angående sjukdom i arbetslaget kan bero på vem i arbetslaget som blir sjuk, då konsekvensen blir större om en maskinförare eller svetsare blir sjuk, än om en bantekniker blir sjuk. Då det är svårare att planera om arbetet för maskinförare och svetsare (Ivina, et al., 2023). Spridningen angående att korsa trafikerat spår med TSA är svårare att hitta ett svar på, kanske var det oklarheter hur frågan ställdes och att respondenterna inte förstod att konsekvensen kan bli kollision mellan TSA och tåg.

5.5 Riskvärdering

Nästa steg i riskbedömningen är att värdera riskerna för att få fram prioriteringsgraden för risken, och därmed vilken typ av åtgärd som är lämplig för att hantera risken. Värderingen sker genom att resultatet från riskanalysen placeras i värderingsmatriser. Konsekvensen på y-axeln och sannolikheten på x-axeln.

- A – Sjukdom i arbetslaget
- B – Skador vid arbete
- C – Korsat trafikerat spår med TSA
- D – Åska
- E – Snabbt fallande temperatur vid termitsvetsning
- F – Låg temperatur vid termitsvetsning (under 0 grader)
- G – Att termitsvetsen kommer i kontakt med vatten (Nederbörd)
- H – Skada på korsning vid transport/hantering
- I – Att det är fel bemanning (För lite folk, arbeta med personer som man inte brukar arbeta med).
- J – Skada på termit vid hantering/transport
- K – Fel vid termitsvetsning (Genomlöpa/bindfel)
- L – Att finslipa svetsen för tidigt*
- M – Korsningens position i växeln blir fel
- N – Att inte få tillgång till spåret på utsatt tid.
- O – Designen på den gamla korsningen skiljer sig från den nya (läge på gamla svetsar, läge på plattor etc)
- P – Stress

Högprioriterad risk
Prioriterad risk
Lågprioriterad risk

Konsekvens	5					
	4		B, D, G, H, J, K, M	E, N		
	3		A, O	C, F, I, L	P	
	2					
	1					
			1	2	3	4

Figur 10 - Värderingsmatris för riskerna

Sannolikhet

I värderingsmatrisen (figur 10) ovan så är riskerna värderade, de grundas från svaren ifrån enkätundersökningen. Det finns tre nivåer för prioriteringsgraden för riskerna, hög-, mellan- och lågprioriterade. Samtliga risker är mellanprioriterade och för att hantera dem så behöver riskerna reduceras, antingen genom att reducera sannolikheten för att de inträffar eller att reducera konsekvensen av dem, om de inträffar (Pilipovic, 2018).

5.6 Förslag på åtgärder

Nästa steg i processen är att välja lämpliga alternativ för åtgärder för riskerna. Det är författarens egna förslag på åtgärder. De olika alternativen utesluter inte varandra, och alla alternativ lämpar sig inte i alla sammanhang. En eller flera av följande alternativ kan vara tänkbara åtgärder för att minimera eller eliminera riskerna (Svensk standard SS-ISO 31000:2018, 2018):

- Att undvika risken genom beslut om att inte inleda eller fortsätta med den aktivitet som ger upphov till risken.
- Att eliminera riskkällan.
- Att förändra sannolikheten.
- Att förändra konsekvenserna.
- Att dela risktagandet (t.ex. genom avtal eller genom att teckna försäkringar).
- Att bibehålla risken genom att fatta informerade beslut (Svensk standard SS-ISO 31000:2018, 2018).

Tabell 7 - Risker och förslag på åtgärder

Typ av risk	Förslag på åtgärd	ISO (Typ av åtgärd)
Mellanprioriterade risker		
Att inte får tillgång till spåret i tid.	Beror oftast på sent ankommande tåg, det är väldigt svårt att åtgärda. Tågen har prioritet och måste gå. Att ha extra bufferttid för att kunna hinna utföra det underhålls som behövs är en åtgärd som kan göras alternativt att leda om trafiken till andra spår om den möjligheten finns. Även möjligheten att enkelt kunna planera om underhållsarbeten,	Att förändra konsekvenserna.

	kan vara en åtgärd så kan konsekvensen för risken reduceras.	
Sjukdom.	Lämplig åtgärd är att förändra konsekvenserna genom att utföra planeringen så att personer alltid finns att tillgå. Det är svårast när det gäller svetsare och maskinister. Detta kan utföras genom att exempelvis inte planera in flera viktiga jobb under samma arbetspass, utan att dela upp det under veckan. Så att det alltid finns en maskinist eller svetsare att tillgå. Att kunna flexibelt planera om banarbetena på ett mer effektivare sätt är en lösning enligt entreprenörerna.	Att förändra konsekvenserna.
Skador vid arbete.	En självklar åtgärd till att minimera skador är att öka användandet av hjälm och skyddsglasögon. Vid observationerna så var det endast en person som använde hjälm. Att öka antalet kontroller både internt från entreprenörföretaget och externt från Trafikverket skulle öka användandet. Men det skulle krävas resurser för att utföra.	Att förändra sannolikheten/ att förändra konsekvenserna.
Nederbörd vid svetsning.	Att undvika att svetsa vid nederbörd skulle vara det mest lämpliga, men det skulle inte vara ekonomiskt hållbart att undvika att svetsa varje gång det är nederbörd. För att hålla regnet borta så används för det mesta ett stort paraply eller tält som täcker svetsen och området runt omkring. Även om det ger ett skydd så ger det inte ett heltäckande skydd.	Att eliminera riskkällan.

	Underhållståget Romis från Robel ger inte bara ökat skydd mot fysiska skador, det skulle också ge ett väldigt bra skydd mot nederbörd vid svetsning se figur 9.	
Svetsning vid låg temperatur.	I de flesta fall så undviks det att svetsa i temperaturer under noll grader. Dispens kan sökas ned till minus fem grader. Arbetet blir då tvunget att skjutas upp. Vid den här risken så skulle det också vara bra att smidigt kunna ansöka om nya tider i spår om temperaturen skulle vara nollgradig. Eftersom det är otillåtet att svetsa när det är kallare än minus fem, så finns det egentligen någon annan lämplig åtgärd än att utföra svetsningen när det blivit varmare.	Att förändra konsekvenserna.
Fallande temperatur vid svetsning.	Samma sak gäller i princip vi snabbt fallande temperaturer vid svetsning. Det gäller att svetsarna ständigt har koll på temperaturen vid termitsvetsning. Alternativen annars är att avbryta och fortsätta vid ett annat tillfälle eller att använda sig av underhållståget Robel Romis.	Att bibehålla risken genom att fatta informerade beslut /Att förändra konsekvenserna.
Åska.	Det är omöjligt att på något vis förändra sannolikheten eller konsekvensen åska. Sannolikheten för åska är låg enligt enkätundersökningen. Att kunna enkelt planera om underhållet är den enda lösningen	Att förändra konsekvenserna.

<p>Skada på termit vid hantering/transport.</p>	<p>Enligt termitsvetsarna så finns det en risk att teglet i svetsportionerna kan komma till skada under transport. Det syns ofta på metallhöljet på svetshinken att hinken kan ha fått en smäll. Det gäller då att lyfta på locket och kontrollera så att teglet är helt, annars går det inte att använda. Det finns även en risk termiten kan skikta sig under transport, annars kan det bli fel i svetsen. Enkla åtgärder är att alltid kontrollera termithinkarna innan användning, och att ta med sig extra termithinkar.</p>	<p>Att förändra sannolikheten/ att förändra konsekvenserna.</p>
<p>Fel bemanning</p>	<p>Här är noggrann planering nyckeln till att arbetslagen skall fungera och hinna utföra det underhåll som behövs inom tidsramen.</p>	<p>Att förändra sannolikheten.</p>
<p>Skada på korsning vid transport/hantering.</p>	<p>Att kontrollera korsningen innan den installeras är viktigt för att upptäcka eventuella skador på den. Att sedan hantera den försiktigt när den läggs på plats är nödvändigt för att inte skada den.</p>	<p>Att förändra sannolikheten/ att förändra konsekvenserna.</p>
<p>Fel vid termitsvetsning (Genomlöpa/bindfel)</p>	<p>Den risken kan minimeras genom att vara väldigt noggrann vid svetsning, speciellt om svetsaren jobbar med en person som hen inte brukar arbeta tillsammans med. Eller en person som inte är så van att vid termitsvetsning. I sådana fall skulle en kortare utbildning för hantlangare vara en lämplig åtgärd.</p>	<p>Att förändra sannolikheten/</p>

Korsningens position i växeln blir fel.	Risken kan minimeras genom att noggrant mäta efter varje steg i processen när ett korsningsbyte utförs.	Att förändra sannolikheten.
Att finslipa svetsen för tidigt.	Ett vanligt förekommande problem, speciellt vid skiftets sista skarv. Då termitsvetsaren inte har tillräckligt med tid för att hinna vänta. Vid temperaturer över 150 grader kan mikrosprickor bildas i svetsen. Det kan åtgärdas genom att spara med till finslipningen till nästkommande dag, då detta är tillåtet. Detta en åtgärd som inte kräver så mycket tid i anspråk. Så det kan eventuellt utföras på korta tågfria tider under dagtid.	Att förändra konsekvenserna.
Stress.	Stress hanteras olika från person till person så är det väldigt svårt att ge konkreta åtgärder som kan lösa problemet. Men att se till så de personer som trivs med varandra får jobba tillsammans, att tillräckligt med tid fås till att utföra arbetet och att arbetsbelastningen inte är för hög.	Att förändra sannolikheten.
Korsa trafikerat spår med TSA.	En risk som upptäcktes vid observationen var att det fanns diskussion om att korsa trafikerat spår eller att etablera utan att stänga av intilliggande spår med 10–15 ton TSA. Att kunna säkerställa efter arbetspasset att alla möjliga säkerhetsåtgärder har vidtagits vid arbetet är en lämplig lösning på problemet.	Att förändra sannolikheten/ Att undvika risken genom beslut om att inte inleda eller fortsätta med den aktivitet som ger upphov till risken.

Designen på den gamla korsningen skiljer sig från den nya (läge på gamla svetsar, läge på plattor etc).	Det går att jämföra de olika korsningarna innan arbetet startar.	Att förändra konsekvenserna.
---	--	------------------------------

I tabell 7 redovisas förslag på åtgärder för att eliminera eller minimera riskerna. Några av riskerna är svåra att hantera som till exempel att inte få tillgång till spåret i tid, då det ofta beror på sent ankommande tåg. Denna risk är mellanprioriterad och behöver åtgärdas genom reduktion av sannolikheten och/ eller konsekvensen för risken (Pilipovic, 2018) (Svensk standard SS-ISO 31000:2018, 2018). Men det är väldigt svårt att göra någonting åt risken, då tågen måste gå. Även risker som är väderrelaterade kan vara svåra att göra någonting, en lösning är underhållståget romis från företaget Robel som kan ses i figur 9. Underhållståget ger inte bara skydd mot väder utan ökar också säkerheten för arbetarna (Voicu & Cartutasu, 2022). Denna åtgärd föreslogs även av både termitsvetsarna och arbetsledarna.

6 Diskussion och slutsats

I detta kapitel diskuteras risker vid fast korsningsbyte i spårväxlar utifrån författarens uppfattning. Diskussionen grundar sig på de litteraturstudier, intervjuer och observationer som genomförts. Författaren har jämfört resultaten från de tre metoderna och redovisar likheter och skillnader.

6.1.1 Riskidentifiering

De risker som identifierades grundas från intervjuer och observationer. Resultaten från intervjuerna är från personer som har många års erfarenhet och kan klassas som experter inom sina områden. Genom att fråga experter inom termitsvetsning, besiktning och arbetsledning så var författarens syfte att få olika synsätt på vilka risker som finns vid byte av en fast korsning, och därmed ett mer objektiva och nyanserat resultat. Flera av riskerna identifierades av flera av respondenterna, såsom svetsning vid minusgrader eller regn, planering av bemanning och genomlöpa vid svetsning. Den sistnämnda kunde också identifieras vid observationen, vilket är mycket oväntat då sannolikheten för att en genomlöpa vid termitsvetsning inträffar är låg, både enligt enkätundersökningen och enligt termitsvetsarna. En allvarlig risk som också observerades var att personer i arbetslaget var villiga att korsa trafikerat spår med TSA, vilket kan få förödande konsekvenser med flera dödsfall som utgång. Att detta inte nämndes vid någon av intervjuerna kan vara för att de inte vet det faktiskt förekommer. Den risken är värderad lågt i enkätundersökningen, utgången i detta kan vara kollision med tåg och dödsfall. Endast 5 av 14 svarade att konsekvensen var fem (se bilaga). I detta avseende går det ifrågasätta om frågan var dåligt formulerad eller om det fanns några andra oklarheter om vad studien gällde. Eller hur seriöst respondenterna svarade på undersökningen. För det går emot säkerhetsreglerna enligt spårentreprenörerna. Det finns risk för att risker kan ha missats, men de allvarligaste riskerna som har störst påverkan på arbetet borde ha identifierats.

6.1.2 Riskanalys

Analysen utfördes genom en enkätundersökning, där medelvärdet av svaren användes som svar. Fördelarna med att använda medelvärdet är att det ger en bra uppfattning om undersökningens genomsnittliga värde och det är lätt att beräkna. Nackdelarna med medelvärdet är att det kan påverkas av extremvärden, vilket kan ge en felaktig bild av resultatet. I detta fall så finns det en del extremvärden som påverkar genomsnittet i flera av frågorna, till exempel sannolikheten för åska vid arbete, där en respondent har svarat att det är mycket sannolikt. Detta kan vara anledningen till att alla risker blev av mellanprioritet.

En annan metod som hade kunnat användas är medianvärde. Fördelarna med att använda medianen är att den inte påverkas av extremvärden och ger en bra uppfattning om undersökningens centrala värde. Nackdelarna med medianen

är att den inte tar hänsyn till alla värden och kan därför inte ge en fullständig bild av undersökningen. Ett tredje alternativ är att de alternativ som har fått flest röster, är det som används värderingen. Men det hade blivit svårt att avgöra om flera alternativ har fått lika många röster, som tex konsekvensen av att svetsa i minusgrader, där både 1 och 4 hade lika många röster (se bilagor). Ett säkrare resultat hade kunnat erhållits om fler respondenter hade svarat på enkätundersökningen.

Genom att utföra en enkätundersökning, så gav det resultatet att samtliga risker som upptäckts är just risker och inte osäkerheter, då definitionen av osäkerhet är att det inte går att räkna ut sannolikheten för en osäkerhet, men med hjälp av enkätundersökningen fås både hur stora sannolikheterna och konsekvenserna är för samtliga risker. Även om det är resultatet som erhållits i studien definieras som risker, så kan diskussionen föras om det verkligen är så. Stress är en faktor som är väldigt olika från person till person, och hur olika personer hanterar stress beror på många olika faktorer. Det var spridning i resultatet av risksanalysen och vad konsekvensen av stress har för påverkan på tidsåtgången för arbetet. Därför skulle stress kunna definieras som osäkerhet. Desamma gäller väderrelaterade risker, som beror mycket på årstid och var geografiskt arbetet utförs. Sannolikheten för stress var dock en fyra, mest av samtliga risker, vilket betyder att samtliga upplever arbetet som stressigt.

De risker som har påvisats har en påverkan på tidsåtgången för arbetet men det kan vara värt att nämna att de också har konsekvenser för andra faktorer, såsom miljö, säkerhet, ekonomi och kvalité. I somliga fall är påverkan på tidsåtgången för arbetet sekundärt, till exempel vid åska, skador, sjukdom etc. Där säkerheten är det viktigaste. Vid genomvägar i svetsningen så är kvalitén på svetsen det som är viktigast, det kan vara viktigt att nämna även om rapporten behandlar tidsåtgången.

6.1.3 Riskvärdering

Riskvärderingen grundar sig på riskanalysen och därmed på enkätundersökningen. Att utföra en riskvärdering ger prioriteringsgraden för risken. Att använda riskmatriser är en enkel metod för att värdera risker men enligt Anthony Cox (2008) så finns det några problem med det här sättet att bedöma risker. Det kan vara svårt att jämföra olika faror på ett rättvist sätt och det kan också hända att man ger högre betyg till mindre farliga risker. Det är inte heller lätt att bedöma hur allvarliga konsekvenserna kan bli. Därför är det viktigt enligt Cox att vara försiktig när man använder riskmatriser och att förklara hur man har tänkt när man har gjort bedömningarna. I detta fall så sker bedömningarna utifrån respondenternas erfarenhet och kunskap. I denna studie är riskerna värderade något för lågt, ex konsekvenserna för åska och att korsa trafikerat spår med TSA.

6.1.4 Förslag på åtgärder

Åtgärderna i rapporten bygger till mesta dels på författarens egna tankar och idéer om hur riskerna skall hanteras, åtgärder för vissa risker har frågats om i intervjuerna, men inte alla. Detta ger ett subjektivt resultat. Somliga risker är väldigt svåra att både eliminera och reducera då det handlar om faktorer som ligger bortom entreprenörens kontroll, till exempel de väderrelaterade riskerna eller sent ankommande tåg.

6.1.5 Syfte och Resultat

Syftet med studien är att ge en ökad kunskap om vilka risker och osäkerheter det finns och kan påverka tidsåtgången vid byte av fast korsningsparti i en spårväxel. Resultat som fås fram i studien kommer från observationer och intervjuer från olika experter inom området. Experterna har oberoende av varandra givit liknade svar till några av de risker som har störst konsekvens för tidsåtgången. Till exempel att risker som låg temperatur och nederbörd har negativa konsekvenser för termitsvetsningen. Att samma resultat kommer från olika källor gör resultatet pålitligt om vilka risker som finns vid ett korsningsbyte.

6.1.6 Jämförelse med tidigare forskning

Genom att jämföra resultaten från intervjuerna och litteraturstudien har författaren kunnat identifiera både likheter och skillnader. Flera olika riskkategorier inom infrastrukturprojekt nämns både i en rapport från Akintoye & Macleod (1996) och Grimsey & Lewis (2004), såsom fysiska, tekniska, byggrisker, miljömässiga, logistiska, och driftrelaterade risker. I båda studierna så är det svårt att placera vilka risker som placeras inom vilken kategori. Det finns inga tydliga gränser i vissa fall, exempelvis så kan fysiska risker också kallas för säkerhetsrisker, då flera av dem ökar på grund av bristande säkerhet, inget användande av hjälm samt att korsa trafikerat spår med TSA.

Studierna är från 1996 och 2004 och på senare år så har psykisk ohälsa blivit ett vanligare samtalsämne. Det nämns i en artikel av Chan, et al. (2020) från 2020 om hur stress inom byggprojekt är en riskfaktor som ökar risken för arbetsplatsolyckor och minskar produktiviteten, som till slut också påverka tidsåtgången. Att stress är en riskfaktor kunde också fastställas i intervjuer med termitsvetsare och i enkätundersökningen. Det är något som alltid funnits med men det har inte blivit ett samtalsämne förrän på senare år.

En stor risk som upptäcktes vid observationen var hur arbetslaget var villiga att tumma på säkerheten för att kunna börja arbeta tidigare. Att korsa trafikerat spår med en 10–15 ton tung kan få katastrofala konsekvenser. Itoh, et al. (2004) skriver en rapport hur den mänskliga faktorn spelar en avgörande roll när det gäller olyckor inom många branscher som innefattar människa och maskin, däribland järnvägsbranschen. Säkerhetskulturen inom företaget har en avgörande roll. Attityd, moral och motivation hos anställda kan leda till risktagning och överträdelser av säkerheten.

Voicu & Cartutasu (2022) skriver i sin rapport om hur företaget Robel har skapat ett underhållståg som heter Romis. Tåget skyddar bland annat från nederbörd vid svetsning, men ger också ett säkerhetsskydd för tåg på intilliggande spår. Användning av tåget eliminerar också risken med att korsa trafikerat spår med TSA. Svetsare 1 pratade också om det vid intervjun, att det är en lämplig åtgärd som skydd mot yttre faktorer som kan påverka arbete, såsom nederbörd och risk för fysiska skador som kan påverka tiden. Vid samtliga intervjuer nämns att svetsning vid låga temperaturer är en risk, och något som gärna undviks. Detta bekräftas i en studie utförd av Yuan-qing Wang m.fl., där det beskrivs att kallt klimat ökar brottbenägenheten i rälstålet.

En lösning på fler risker, som till exempel låg temperatur, åska, skador etc. är att enkelt få tillgång till nya tider i spår, detta ser spårentreprenören som ett problem. Spårentreprenören nämner MKP. Men att det inte finns riktiga rutiner för det ännu. Avsaknaden av rutiner och en bristfällande kommunikation mellan entreprenör och Trafikverket skulle kunna vara en orsak till problematiken att ansöka om nya tider i spår. Enligt en rapport av Ivina, et al. (2021) så det är lite kommunikation mellan parterna i vissa underhållskontrakt.

6.1.7 Begräsningar och styrkor

En tydlig begräsning med studien är att den genomfördes av en person. Detta innebär att perspektiven på riskidentifiering kan vara begränsade och ge subjektiv bedömning, eftersom flera synvinklar inte beaktas. Riskhanteringar utförs vanligtvis av företag och organisationer, då flera personer är involverade. Om två personer hade utfört studien, hade kanske fler risker kunnat upptäckas genom observationer. För att göra rapporten mer objektiv hade flera personer också kunnat intervjuas för att identifiera fler risker. Nu utfördes intervjuerna av en person, vilket innebar begräsningar.

En styrka som är med studien är att när observationen utfördes så berättade författaren inte att den utfördes tillsammans med Trafikverket. (Det är för att när observationen utfördes så var det inte bestämt att den skulle skrivas tillsammans med Trafikverket) Det hade kunnat påverka arbetslaget vanliga rutiner att arbeta. Exempelvis så skulle det aldrig komma på tanken att korsa trafikerat spår med TSA om Trafikverket var närvarande. En annan styrka var att göra en enkätundersökning när riskerna analyserades. Respondenterna är personer med flerårig erfarenhet inom banteknik, vilket ger studien en tyngd och riskernas skattning mer trovärdighet än om riskerna hade analyserats av författaren eller endast av intervjurespondenterna. Detta även om enkätundersökningen gav en del blandande svar.

6.2 Diskussion

Studien visar att det finns risker som påverkar tidsåtgången för arbetet. De risker som har identifierats är fysiska, miljömässiga, tekniska, psykiska, logistiska, driftrelaterade och byggrisker. Sammanlagt identifierades 16 olika risker. Sannolikheten och konsekvenserna för riskerna varierar men samtliga riskerna har en mellan prioritet, och hanteringsåtgärd blir då reduktion av konsekvensen och/eller sannolikheten för riskerna. Inga risker är hög- eller lågprioriterade men lämpliga åtgärder för högprioriterade risker är att eliminera dem helt. Åtgärder för lågprioriterade risker kan vara att inte göra någonting på grund av att de har både låg sannolikhet att de inträffar och liten konsekvens om de inträffar. Studien har svarat på vilka risker som finns vid ett korsningsbyte, vad riskerna har för konsekvenser, hur riskerna värderas och vad spårentreprenörer kan göra för att undvika att de inträffar. Studiens resultat visar att många risker kan reduceras genom att spårentreprenörer enkelt kan planera om underhållsarbeten. Ordentliga rutiner finns inte idag implementerade för MPK enligt spårentreprenören. När det väl finns så är förhoppningen att det ska bli enklare att kunna göra planer om arbeten i närtid, och förhoppningsvis kan framtida forskning inom det området tillsammans med nya grundliga rutiner bidra till att lösa problemet. Studien ger en ökad kunskap om vilka risker som finns, inte bara vid byte av korsning, utan också vid andra underhållsåtgärder rörande järnvägsbanan.

7 Figurförteckning

Figur 1 – Riskhanteringsprocess enligt svensk standard består av att identifiera, analysera, värdera och ge förslag på åtgärder. Det är en iterativ process men presenteras ofta som sekventiell (Svensk standard SS-ISO 31000:2018, 2018).....	7
Figur 2 - Riskmatris (Trafikförvaltningen, 2016)	9
Figur 3 - Flödesschema av arbetsprocessen, utvecklad av författaren med inspiration från Aloini, et al., 2007.....	11
Figur 4 - Spårväxel och dess komponenter (Enkelväxel) (Bårström & Granbom, 2012).....	22
Figur 5 - Styrviddsmåttet mellan korsningsspets och moträl (Engine on, 2021)	23
Figur 6 - Nödförband med tving (upptill) och öppen skarv (nedtill) (Foto från observationen)	24
Figur 7 - Principen av termitsvetsning (Saita, et al., 2013).....	26
Figur 8 - Komponenter som används vid termitsvetsning	26
Figur 9 - Underhållståget Romis från Robel (Robel, 2023)	28
Figur 10 - Värderingsmatris för riskerna.....	37
Figur 11 - Sannolikheten/konsekvensen för sjukdom i arbetslaget. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 2,46. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 3,2.....	67
Figur 12 – Sannolikheten/konsekvensen för personskada vid arbete. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 2,1. Konsekvensen: Antal svar: 16: Medel: 3,7.....	68
Figur 13 – Sannolikheten/konsekvensen av att korsa trafikerat spår med TSA. Sannolikheten: Antal svar: 14. Medel: 2,5. Konsekvensen: Antal svar: 14. Medel: 3,1.....	68
Figur 14 - Sannolikheten/konsekvensen för åska vid arbete. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 1,7. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 3,5.....	69
Figur 15 – Sannolikheten och konsekvensen för att temperaturen faller snabbt vid termitsvetsning. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel 2,7. Konsekvensen: Antal svar: 16. Medel 3,6.....	69
Figur 16 - Sannolikheten/konsekvensen att utföra termitsvetsning vid minusgrader? Sannolikheten: Antal svar: 16. Medel: 2,6. Konsekvensen: Antal svar: 16. Medel: 2,8.....	70
Figur 17 - Vad är sannolikheten/konsekvensen att termitsvetsen kommer i kontakt med vatten? Sannolikheten: Antal svar: 16. Medel: 2,25. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel. 3,9.....	70
Figur 18 – Sannolikheten/konsekvensen för skada på korsning vid transport/hantering. Sannolikheten: Antal svar: 14. Medel: 1,8. Konsekvensen: Antal svar: 14. Medel 3,5.	71

Figur 19 – Sannolikheten/konsekvensen för fel bemanning. Sannolikhet: Antal svar: 15 svar. Medel. 2,7. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel 3,4.	71
Figur 20 – Sannolikheten/konsekvensen för skada på termit vid hantering/transport. Sannolikhet: Antal svar: 15. Medel: 2,1. Konsekvensen: Antal svar: 14. Medel: 3,5.	71
Figur 21 – Sannolikheten/ konsekvensen för genomlöpa/bindfel vid termitsvetsning. Sannolikhet: Antal svar: 16. Medel: 1,6. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel 3,7.	72
Figur 22 – Sannolikheten/konsekvensen för att finslipa svetsen för tidigt. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 2,8. Konsekvensen: Antal svar: 16. Medel: 3.	72
Figur 23 – Sannolikheten/konsekvensen för att korsningens läge blir fel. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 1,7. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 3,7.	73
Figur 24 – Sannolikheten/ konsekvensen för att inte få tillgång till spåret i tid. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 3,3. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 3,9.	73
Figur 25 – Sannolikheten/konsekvensen för att designen på korsningarna skiljer sig. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel 2,4. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 2,7.	74
Figur 26 – Sannolikheten/konsekvensen för stress. Sannolikheten: Antal svar 16. Medel 3,5. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel 3,3.	74

8 Tabellförteckning

Tabell 1 - Förkortningar och definitioner	1
Tabell 2 - Analys av riskerna, hur stor sannolikheten och konsekvensen är för riskerna, samt riskernas karaktär. (Boverket 2021)	8
Tabell 4 – De frågor som respondenterna fick svara på i enkätundersökningen. De fick svara på en skala 1–5 hur stor sannolikheten och konsekvensen är för riskerna. Där 1 är att sannolikheten/konsekvensen är låg och 5 är att sannolikheten/konsekvensen är hög.....	15
Tabell 5 - Prioriteringslista för besiktningsanmärkningar (TDOK 2014:0240, 2022)	20
Tabell 6 - Identifierade risker	32
Tabell 7 - Analys av de risker som har identifieras. Skalan är mellan 1–5. 1 för sannolikhet betyder att de svarade anser att sannolikheten att risken inträffar är låg. 1 för konsekvensen betyder att respondenterna anser att konsekvensen om risken inträffar är liten för tiden för arbetet. En femma på skalan betyder att sannolikheten är stor/ att det har en stor konsekvens för tidsåtgången för arbetet. En bokstavskod för varje risk används och appliceras sedan i riskmatrisen.....	35
Tabell 9 - Risker och förslag på åtgärder.....	38
Tabell 10 - Resurser observation	58

Tabell 11 - Arbetsgång observation 1	59
Tabell 12 - Resurser observation 2.....	61
Tabell 13 - Arbetsgång observation 2	62

9 Litteraturförteckning

- Aassi, A., 2012. *Drift och Underhåll för Högre Effektivitet*, Stockholm: Royal Institute of Technology (KTH).
- Ahmed, A., Kayis, B. & Amornsawadwatana, S., 2007. *A review of techniques for risk management in projects*, Sydney: School of Mechanical and Manufacturing Engineering, The University of New South Wales.
- Akintoye, A. S. & Macleod, J. M., 1996. *Risk analysis and management in construction*, Glasgow: Department of Building and Surveying.
- Aloini, D., Dulmin, R. & Mininno, V., 2007. *Risk management in ERP project introduction: Review of the literature*, Pisa: Department of Electrical Systems and Automation, Via Diotisalvi 2, Faculty of Engineering, University of Pisa, Italy.
- Andersson, E. V., Peterson, A. & Törnquist Krasemann, J., 2015. *Reduced railway traffic delays using a MILP approach to increase Robustness in Critical Points*, Norrköping: Department of Science and Technology, Linköping University.
- Augustsson, K., 2023. *Underhåll Järnvägssystem Nationell koordinering [Intervju] (12 04 2023)*.
- Aven, T., 2016. *Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation*, Stavanger: University of Stavanger.
- Böhm, G. & Pfister, H.-R., 2000. *Action tendencies and characteristics of environmental risks*, Ludwigsburg: Department of Educational Psychology and Sociolog.
- Bårström, S. & Granbom, P., 2012. *Den svenska järnvägen. 2:a red.* Borlänge: Trafikverket.
- Bartlett, J., 2004. *Project Risk Analysis and Management Guide. 2:a red.* Buckinghamshire: APM Group Limited.
- Bocciolone, M., Caprioli, A., Cigada, A. & Collina, A., 2006. *A measurement system for quick rail inspection and effective track maintenance strategy*, Milano: Dipartimento di Meccanica, Politecnico di Milan.
- Boverket, 2021. *Riskbedömning i praktiken*. [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/forebygg-fel-brister-skador/riskbedomning/riskbedomning-i-praktiken/>
[Använd 30 03 2023].
- Budai, G., Huisman, D. & Dekker, R., 2006. Scheduling preventive railway maintenance activities. *Journal of the Operational Research Society*, 01 12, p. 1035–1044.
- Chan, A. P. C., Nwaogu, J. M. & Näslund, J. A., 2020. Mental Ill-Health Risk Factors in the Construction Industry: Systematic Review. *Journal of Construction Engineering and Management*, 06 01.
- Cox, A. L. J., 2008. What's Wrong with Risk Matrices?. *Risk Analysis*, Volym 28, pp. 497-512.
- Craciun, M., 2011. *A New Type of Risk in Infrastructure Projects*, Bucharest: Faculty of International Business and Economics.

Creswell, J. W. & Poth, C. N., 2016. *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. 4:e red. u.o.:SAGE Publications.

Dalen, M., 2015. *Intervju som metod*. 2:a red. u.o.:Gleerups.

Dindar, S., Kaewunruen, S. & An, M., 2016. *Identification of appropriate risk analysis techniques for railway turnout systems*, Birmingham: Faculty of Engineering, School of Civil Engineering, University of Birmingham.

Engne on, 2021. *How Does Train Change Track | Railway Crossing*. [Online] Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=WvO3fPfuUYs> [Använd 24 04 2023].

Farrington-Darby, T., Pickup, L. & Wilson, J. R., 2005. *Safety culture in railway maintenance*, Nottingham: Centre for Rail Human Factors, Institute for Occupational Ergonomics.

Grimsey, D. & Lewis, M. K., 2004. *Public Private Partnerships - The Worldwide Revolution in Infrastructure Provision and Project Finance*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.

Hamdu, K. M. & Adriana, K., 2016. *The Impact of Total Risk Management on Company's Performance*, Zlin - Czech Republic: Faculty of Management and Economics, Tomas Bata University.

Heino, D., 2023. *Utbildare termitvetsning* [Intervju] (11 04 2023).

Honauer, U. & Ödeen, S., 2019. *Underhållsplan*, Borlänge: Trafikverket.

Hutchison, N., 2005. *The Reporting of Risk in Real Estate Appraisal. Property Risk Scoring*, Aberdeen: University of Aberdeen.

Iqbal, S. o.a., 2015. *RISK MANAGEMENT IN CONSTRUCTION PROJECTS*, Freiberg, Germany: Faculty of Materials Science and Technology, Technical University.

Itoh, K., Andersen, H. B. & Masaki, S., 2004. *Track maintenance train operators attitudes to job, organisation and management*, Tokyo: Tokyo Institute of Technology.

Ivina, D., Olsson, N. O. & Winslott Hiselius, L., 2021. *Significance of the contractual relationship for the efficient railway maintenance project planning*, Lund: Department of Technology and Society, Lund University.

Ivina, D., Olsson, O. N., Palmqvist, C.-W. & Winslott Hiselius, L., 2023. *Uncertainties in scheduling and execution of trackwork in Sweden (accepted)*, Lund: Department of Technology and Society, Lund University.

Ivina, D., Palmqvist, C.-W., Olsson, N. O. & Winslott Hiselius, L., 2020. *Train delays due to trackwork in Sweden*, Lund: Lund University, Norwegian University of Science and Technology.

Kallio, H., Pietilä, A.-M., Johnson, M. & Kangasniemi, M., 2016. Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of Advanced Nursing*, 11 11, p. 2954– 2965.

Laitila, J., 2019. *FÖRBÄTTRAT UNDERHÅLL AV FASTA KORSNINGAR I SPÅRVÄXLAR*, Luleå: Luleås tekniska högskola.

Lidén, T., 2014. *Survey of railway maintenance activities from a planning perspective and literature review concerning the use of mathematical algorithms for solving such planning and scheduling problems*, u.o.: u.n.

Lidén, T., 2018. *Concurrent planning of railway maintenance windows and train services*, Linköping: Linköping Studies in Science and Technology.

Linköpings universitet, 2020. *Utformning av servicefönster för varierande trafik-och underhållsfönster - Forsknings- och resultatrapport*, Linköping: Linköpings universitet.

Lonsdale, C., 1999. *THERMITE RAIL WELDING: HISTORY, PROCESS DEVELOPMENTS, CURRENT PRACTICES AND OUTLOOK FOR THE 21st CENTURY*, Altoona: Conrail Technical Services Laboratory.

Lundberg, J., 2021. *Digitala spårväxeln - DIGITALISERADE OMLÄGGNINGSANORDNINGAR FÖR FRAMTIDEN*, Stockholm: Smart bulit environment.

MPK effektiviserar planeringen av kapacitet på järnvägen. 2020. [Film] Regi av Trafikverket. Sverige: Trafikverket.

Nijland, F., Gkiotsalitis, K. & van Berkum, E., 2021. *Improving railway maintenance schedules by considering hindrance and capacity constraints*, Enschede: University of Twente, Center for Transport Studies.

Nissen, A., 2005. *Analys av statistik om spårväxlars underhållsbehov*, Luleå: Luleå tekniska universitet.

Pålsson, B. A., 2015. *Optimisation of railway crossing geometry considering arepresentative set of wheel profiles*, Göteborg: 2015.

Pandrol, 2023. *Termitsvetsning*. [Online]

Available at: <https://www.pandrol.com/sv/product-lines/termitsvetsning/>

[Använd 05 04 2023].

Paulsson, U., 2020. *Examensarbeten - Att skriva uppdragsbaserade uppsatser och rapporter*. 1:a upplagan red. Lund: Studentlitteratur.

Pilipovic, L., 2018. *Riskhantering vid infrastrukturbyggande - En fallstudie från ett vägprojekt inom Förbifart Stockholm, Hjulsta Norra*, Stockholm: Kungliga tekniska högskolan.

Röhr, M., 2019. *Hantera det oförutsägbara – En kvalitativ intervjustudie om förenklandet av*, Linköping: Linköpings universitet.

RailNetEurope, 2017. *Glossary of Terms Related to Network Statements*. [Online]

Available at: [https://ras-el.gr/wp-](https://ras-el.gr/wp-content/uploads/2019/10/rne_networkstatementglossary_v8_2016_web.pdf)

[content/uploads/2019/10/rne_networkstatementglossary_v8_2016_web.pdf](https://ras-el.gr/wp-content/uploads/2019/10/rne_networkstatementglossary_v8_2016_web.pdf)

[Använd 23 02 2023].

Riksdag, S., 2022. *2021/22:550 Resurser för infrastrukturunderhåll*, u.o.: Sveriges Riksdag.

Robel, 2023. *Mobile Maintenance System*. [Online]

Available at: <https://www.robel.com/en/systems-vehicles/workshop-on-wheels/product/mobile-maintenance-system/>

[Använd 11 05 2023].

Saita, K. o.a., 2013. *Trends in Rail Welding Technologies and Our Future Approach*, Kitakyushu City: NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL TECHNICAL REPORT.

SCB, 2023. *Central- och spridningsmåt*. [Online]

Available at: <https://www.scb.se/dokumentation/statistikguiden/grundlaggande-rakneregler-i-statistiken/central--och-spridningsmatt/>
[Använd 24 05 2023].

Singh, R., 2020. *Applied Welding Engineering*. 3e upplagan red. u.o.:Elsevier Inc..

Spielholz, P., Davis, G. & Griffith, J., 2006. Physical Risk Factors and Controls for Musculoskeletal Disorders in Construction Trades. *Journal of Construction Engineering and Management*, 10 10, pp. 1059 - 1068.

Stausberg, M. & Engler, S., 2011. *THE ROUTLEDGE HANDBOOK OF RESEARCH METHODS IN THE STUDY OF RELIGION*, London: Routledge.

Stenström, C., 2014. *Operation and Maintenance Performance of Rail Infrastructure*, Luleå: Luleå University of Technology.

Svanberg, L., Zadeh, N. S., Hedström, R. & Torstensson, P. T., 2020. *Kartläggning av personal med järnvägsspecifik kompetens knuten till svensk infrastruktur för spårburen trafik*, u.o.: VTI.

Swedish Research Council, 2017. *Good Research Practice*, Stockholm: Swedish Research Council.

Svenningsson, J., 2017. *Förhindra långvariga trafikstopp i spårväxlar med rörlig korsning*, Mälardalen: Mälardalens högskola.

Svensk standard SS-ISO 31000:2018, 2018. *Riskhantering - Vägledning*, u.o.: Svenska institutet för standarder.

Svensson, H., 2011. *Järnvägsteknisk svetsning*, Lund: Lunds universitet.

TDOK 2014:0240, 2022. *Säkerhetsbesiktning av fasta järnvägsanläggningar*, u.o.: Trafikverket.

TDOK:2013:0289, 2013. *Säkerhet vid aktiviteter i spårrområde*, u.o.: Trafikverket.

Tenny, S., Brannan, M. J. & Brannan, D. G., 2017. *Qualitative Study*, u.o.: StatPearls Publishing.

Trafikförvaltningen, 2016. *Riskmatris*, Stockholm: Trafikförvaltningen.

Trafikverket, 2015a. *Kontraktanalys basunderhåll järnväg – slutrapport. Långsiktigt hållbara affärer för Trafikverket på den svenska underhållsmarknaden*, Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket, 2015. *Solkurvor - En allvarlig störning*, u.o.: Trafikverket.

Trafikverket, 2016. *Järnvägsunderhållets organisering*, Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket, 2016. *Tågplan – att skapa tidtabeller för tåg*. [Online]

Available at: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/tagplan-att-skapa-tidtabeller-for-tag/>
[Använd 02 03 2023].

Trafikverket, 2017. *Servicefönster – ett arbetssätt för effektivare underhåll*. [Online]

Available at: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/Banarbeten/servicefonster--ett-arbetsatt-for-effektivare-underhall/>
[Använd 10 02 2023].

- Trafikverket, 2019. *Långsiktig underhållsplan avseende genomförande av järnvägsunderhåll*, Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, 2019. *TDOK 2019:0174 - Säkerhetsbesiktning - periodicitet*, u.o.: Trafikverket.
- Trafikverket, 2020a. *Marknadsanpassad planering av kapacitet (MPK)*, u.o.: Trafikverket.
- Trafikverket, 2020b. *Offentlig upphandling av järnvägsunderhåll*, Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, 2022a. *Trafikverkets underhållsplan för åren 2022–2025*, u.o.: Trafikverket.
- Trafikverket, 2022b. *Trafikledning, för dig i branschen*. [Online]
Available at: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/Trafikledning/>
[Använd 04 04 2023].
- Trafikverket, 2022e. *RU I2022/01688 - Uppdrag att redogöra för åtgärder för att minska störningar i järnvägssystemet*, Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, 2022. *Järnvägsnätsbeskrivning 2023*, Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, 2023c. *Trafikbestämmelser för järnväg - Modul 12 - A-skydd*, u.o.: Trafikverket.
- Trafikverket, 2023. *Marknadsanpassad planering av kapacitet (MPK) – arbetssätt och verktyg för framtiden*. [Online]
Available at: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/Kapacitet/marknadsanpassad-planering-av-kapacitet-mpk---arbetssatt-och-verktyg-for-framtiden/>
[Använd 17 05 2023].
- Trafikverket, 2023. *Trafikbestämmelser för järnväg - Modul 1 - Termer*, u.o.: Trafikverket.
- Transportstyrelsen, 2022. *Järnvägsföretag*. [Online]
Available at: <https://beta.transportstyrelsen.se/sv/jarnvag/till-dig-i-branschen/jarnvagsforetag/>
[Använd 05 04 2023].
- TRVINFRA-00016, 2023. *Svetsning, bearbetning och smörjning*, u.o.: Trafikverket.
- TRVINFRA-00017, 2021. *Spårväxel*, u.o.: Trafikverket.
- Wang, Y.-q., Zhou, H., Shi, Y.-j. & Feng, B.-r., 2011. *Mechanical properties and fracture toughness of rail steels and thermite welds at low temperature*, Beijing: Key Laboratory of Civil Engineering Safety and Durability of China Education Ministry.
- Wingborg, M., 2022. *Privatiserat järnvägsunderhåll - en undersökning om erfarenheter och konsekvenser i Sverige och andra länder*, u.o.: Seko.
- Voicu, V. & Cartutasu, G., 2022. *A STUDY ON TRAINS SERVICE FOR MODERN RAILWAY MAINTENANCE IN EUROPE*, CLUJ-NAPOCA: TECHNICAL UNIVERSITY OF CLUJ-NAPOCA.
- Xanthopoulos, A., Vlachos, D. & Iakovou, E., 2011. *Optimal newsvendor policies for dual-sourcing supply chains: A disruption risk management framework*, Thessaloniki: Industrial Management Division, Department of Mechanical Engineering, Aristotle University of Thessaloniki,.

10 Bilagor

10.1 Observation 1

10.1.1 Arbetsbeskrivning

Den första observationen är ett korsningsbyte i en enkelväxel där korsningen lagts på plats under ett tidigare skift. Sprickbildning i den gamla korsningen var orsaken till utbytet. Skarvarna svetsades ej, utan en provisorisk lösning med nödförband och tving har använts. Detta arbete bestod av att termitsvetsa dessa skarvar. På grund av att den här korsningen inte hade förlängda ben så blev det nödvändigt att lägga i två passbitar. Räls som behövdes för att kapa upp passbitarna var redan utplacerad. Två lucka 50-svets och fyra lucka 25-svets behöver göras för att få korsningen komplett i spåret. Samtidigt som det här arbetet utfördes så utfördes ett annat arbete i samma växel. Detta innebär att två arbetslag ska samsas inom samma område. En noggrann planering och samverkan måste göras för att inte arbetena ska interagera med varandra. Sammanlagt så var det 10 personer och tre maskiner som skulle vara inom samma växel. Det andra arbetet bestod av att byta tunganordningen i växeln, så det fanns utrymme för båda arbetena att pågå samtidigt. TSA åker på vägen för att ta sig så nära arbetsplatsen som möjligt, för att sedan etableras på spåret. Tiden i spåret som har getts åt arbetet är 00:00 – 04:30.

Tabell 8 - Resurser observation

Resurser	Antal	Funktion
Spårsvetsare	2	Utför de svetsar som arbetet kräver.
En maskinist	1	Framför TSA och lyfter och lägger räls på plats. Bär ut de redskap och material som arbetet kräver.
Bantekniker	1	Hjälper svetsarna med hantlangning vid svetsning och utför tekniska uppgifter rörande banan, tex rälskapning, avlägsnar befästning, mätning av räls och borttagande av nödförband. En till bantekniker skulle ha medverkat i arbetet, men på grund av sjukdom så blev det inte så.
TSA	1	Tungt spårgående fordon som kan framföras på rälsen. Används till tunga lyft och bärande av material och utrusning.
TSM	1	Ansvarar för A-skydd
SoS-ledare	1	Ansvarar för säkerheten

10.1.2 Arbetsgång

I tabellerna nedan så följs arbetsgången och viktiga moment och information om arbetet.

Tabell 9 - Arbetsgång observation 1

Klockslag	Moment	Kommentar
22:00	Starttid för arbetspasset, planering för arbetspasset påbörjas	Samtliga som ska utföra arbetet samlas på etableringen.
22:50	Plocka ihop den utrustning som krävs för att utföra arbetet påbörjas.	Maskiner tankas, och material plockas ihop inför arbetspasset
00:00	TSM anordnar A-skydd på spår N2	
00:30	TSM anordnar A-skyddet på spår U2	Enligt TDOK 2013:0289 så krävs ett etableringsskydd när spåravståndet till intilliggande spår är mindre än 6 meter (TDOK:2013:0289, 2013).
00:30	Arbetet påbörjas	En halvtimme efter utsatt starttid kan arbetet påbörjas
00:51	Passbit 1 läggs i spåret.	
00:57	Svets 1 påbörjas	Lucka 25 mm
00:57	Svets 2 påbörjas	Lucka 25 mm
01:34	Svets 3 påbörjas	Lucka 50 mm
01:58	Svets 1 avslutas	59 min efter start
02:11	Passbit 2 läggs i spåret	
02:24	Svets 4 påbörjas	Lucka 25 mm
02:42	Svets 2 avslutas	45 min efter start
02:48	Svets 5 påbörjas	Lucka 25
03:30	Svets 3 avslutas	1 timme och 56 minuter efter start

03:36	Svets 4 avslutas	1 timme och 12 min efter start
03:46	Svets 5 avslutas	58 min efter start
03:48	Inmätning av korsning och städning.	
03:51	TSM avslutar A-skydd och arbetet avslutas.	Arbetet avslutas 39 minuter före planeras sluttid.
07:00	Arbetspasset avslutas.	5 av 6 möjliga svets hann göras under detta arbetspass.

10.1.3 Kommentrar om observation 1

Det finns en stor osäkerhet kring möjligheten att få tillgång till spåret för att utföra arbete. I detta fall handlade det om att etablera maskinerna på det intilliggande spåret. En halvtimmes arbetstid förlorades under den första observationen och inte alla svetsar kunde utföras. Det diskuterades inom arbetslaget om att inte direktplanera ett A-skydd på det intilliggande spåret för att arbetet skulle kunna påbörjas tidigare, men enligt TDOK:2013:0289 måste A-skydd upprättas på intilliggande spår om spåravståndet är mindre än 6 meter för att undvika kollision med tåg. Tillsyningsmannen valde att vänta tills det gav tillfälle att direktplanera A-skydd på intilliggande spår och avslutade arbetet på grund av risken för att tiden skulle överskridas. Det arbete som kvarstår ska färdigställas vid ett senare tillfälle och den osvetsade skarven är fortsatt fastsatt med tvingar och nödförband. Arbetet påverkades av sjukdom och hade kunnat slutföras under arbetspasset om maskinerna etablerats i tid och arbetslaget varit fullt manskap. Arbetslaget var erfarna och väl inbitna i sina rutiner vilket påverkade tidsåtgången i arbetet. Det fanns ingen nederbörd under arbetet och temperaturen i rälsen var stabil och låg på tre grader.

10.2 Observation 2

10.2.1 Arbetsbeskrivning

Den andra observationen av ett korsningsbyte. Det innebär att den gamla korsningen byts ut på grund av sprickbildning och en ny placeras i växeln. Ett arbetslag som består av sammanlagt fem personer, en TSA och ett arbetslok utförde arbetet. Fyra termitsvetsar är planerade att utföras, fördelat över två svetslag. Den gamla korsningen avbefästes och avskildes från växeln med hjälp av en rälskap, och lyftes sedan bort av TSA. Det nya korsningspartiet placerades på arbetståget vid skiftets start och fraktades ut till arbetsplatsen innan själva arbetet påbörjades. Den lyftes sedan av från arbetståget och placeras i växeln där den gamla korsningen låg. TSA åker på vägen för att ta sig så nära arbetsplatsen som möjligt, för att sedan etableras på spåret. Tiden i spåret som uppläts för det här arbetet var 00:40 – 04:30.

Tabell 10 - Resurser observation 2

Resurser	Antal	Funktion
Spårsvetsare	2	Utför de svetsar som arbetet kräver.
En maskinist	1	Framför TSA och lyfter och lägger räls på plats. Bär ut de redskap och material som arbetet kräver.
Bantekniker	2	Hjälper svetsarna med hantlangning vid svetsning och utför tekniska uppgifter rörande banan, tex rälskapning, avlägsnar befästning, mätning av räls och borttagande av nödförband. En till bantekniker skulle ha medverkat i arbetet, men på grund av sjukdom så blev det inte så.
TSA	1	Tungt spårgående fordon som kan framföras på rälsen. Används till tunga lyft och bärande av material och utrusning.
Arbetståg (Spärrfärd)	1	Transporterar korsningarna
TSM	1	Ansvarar för A-skydd
SoS-ledare	1	Ansvarar för säkerheten

10.2.2 Arbetsgång

Tabell 11 - Arbetsgång observation 2

Klockslag	Moment	Kommentar
22:00	Starttid för arbetspasset, planering för arbetspasset påbörjas	Samtliga som ska utföra arbetet samlas på etableringen
22:30	Ihop plock av den utrusning och material som behövs för att klara av arbetspasset utförs, samt tankning av maskiner.	Korsningen lyfts fram och placeras på arbetståget med hjälp av TSA
00:33	Arbetståget ankommer på intilliggande spår med det nya korsningspartiet.	Föraren av arbetståget ansvarar för att utföra eget A-skydd.
00:42	TSM anordnar A-skydd på det spår som arbetet skall utföras.	Två minuter efter planerad starttid.
00:51	TSM anordnar skydd så TSA kan säkert korsa de spår som behövs för att ta sig till spåret där arbetet skall utföras.	TSA tar sig till arbetsplatsen genom att köras på vägen och etableras på järnvägen så nära arbetsområdet som möjligt. 9 minuter efter planerad starttid.
00:54	Omkoppling av spårledning utförs så returströmmen förblir intakt.	Detta utförs för att undvika att trafikledningen ser att returströmskretsen blir bruten.
01:00	Avbefästning av korsningen utförs.	
01:04	Första rälskapningen för att kunna avlägsna korsningen	
01:05	Andra rälskapningen för att kunna avlägsna korsningen	
01:09	Tredje rälskapningen för att kunna avlägsna korsningen	

01:11	Fjärde rälskapningen för att kunna avlägsna korsningen	
01:14	Den gamla korningen lyfts bort.	
01:37	Den nya korsningen läggs på plats och är befäst.	
01:42	Svets 1 påbörjas	Lucka 25 mm
01:54	Svets 2 påbörjas	Lucka 25 mm
01:58	Svets 1 misslyckas, en så kallad "löpa" inträffar.	Packning av svetsen var slarvigt utförd, så den heta termiten rann ut och svetsen blev förstörd. Svetsen måste göras om, och ytterligare en svets måste göras för att slutföra arbetet. Nytt material för svetsen måste hämtas.
02:03	Maskinisten får instruktioner om att åka och hämta nytt material för två termitsvetsar.	Maskinisten väljs till denna uppgift för att han harv inte så mycket att göra för stunden.
02:05	Kapning för nya svetsar utförs	
02:21	Svets 3 påbörjas	Lucka 25 mm. Även fast svets 1 misslyckas så kan det andra arbetslaget fortsätta med arbetet som vanligt
02:25	Svets 4 påbörjas	Lucka 50 mm. Svets 4 är ett resultat av att svets 1 misslyckades. Den utförs på samma ställe som svets 1.
02:27	Maskinisten återvänder med nytt material	
02:54	Svets 5 påbörjas	Lucka 25.
03:03	Svets 6 påbörjas	Lucka 25. Svets 6 är ett resultat av att svets 1

		misslyckades. Det blir då en extra svets.
03:05	Svets 2 avslutas	
03:11	Svets 3 avslutas	
03:17	Svets 4 avslutas	
03:24	Svets 5 avslutas	
03:30	Inmätning av korsning och städning utförs.	
03:49	Svets 6 avslutas.	
03:53	Arbetet avslutas	
03:56	TSM direktplanerar A-skydd och TSA avetablerar spåret.	
03:58	TSM avslutar A-skydd och spåret är tillgängligt för tågtrafik.	
04:00	Efterarbete påbörjas. Bortforsling av förbrukat material, dagböcker skrivs.	
07:00	Arbetspasset avslutas.	

10.2.3 Kommentarer om observation 2

Vid den andra observationen av arbetet på spåret, fanns det inga problem med tillgången till spåret i tid. Efter bara två minuter hade tillsyningsmannen tillgång till det aktuella spåret och de resterande spåren var tillgängliga sju minuter senare. Även om det ibland fanns diskussioner om att korsa trafikerade spår med TSA, beslutades det att vänta tills tillträde till spåren gavs från trafikledningen för att undvika en säkerhetsrisk.

En risk som uppstod under arbetet var en genomlöpa på en svets. Detta ledde till att en svets behövde göras om och en extra svets behövde göras, vilket förlängde arbetstiden med cirka 40 minuter. En maskinist hämtade nytt material till svetsen medan den andra fortsatte med arbetet. Förrådet låg fyra kilometer bort och maskinisten var tillbaka efter 24 minuter. Om arbetet hade varit längre bort skulle rutinen ha varit att ta med extra utrustning för att klara av eventuella problem. Det regnade det stundtals under arbetet, svetsarna utförde svetsningen utan skydd för regnet. Temperaturen i rälsen var stabil under hela passet på cirka 1 grad. Trots att det fanns utrymme för att något skulle kunna gå fel, så kunde arbetet slutföras i tid

10.3 Intervjufrågor

10.3.1 Frågor Arbetsledare

Vad har du för yrkesroll?

Hur länge har du varit verksam i den yrkesrollen?

Hur lång erfarenhet har du inom järnvägen?

Vilka risker/osäkerheter finns det inom underhåll i allmänhet inom bana, som kan riskera att arbetet inte kan slutföras inom den angivna tidsramen?

Vilka risker/osäkerheter finns det vid korsningsbyte i en växel, som kan riskera att arbetet inte kan slutföras inom den angivna tidsramen?

Vilka är de största osäkerheterna/riskerna vid ett korsningsbyte som kan leda till att arbetet behöver avbrytas eller skjutas upp till ett senare tillfälle?

Har ni några rutiner när ni planerar för underhåll, om osäkerheter eller risker som kan uppstå vid utförandet? (Reservplan)

Har ni några strategier eller rutiner för att hantera oväntade händelser som uppstår vid utförandet av korsningsbyte i en spårväxel?

Tycker du att rutinerna fungerar bra?

Upplever ni det som ett problem att få tider i spår för att utföra de underhålls som behövs? (I allmänhet)

Upplever du det som ett problem att få tillräckligt långa tider i spår för arbetarna att utföra det underhåll som behövs? (I allmänhet)

Om ett arbete som ska åtgärda en akut-eller veckoanmärkning ställs in, hur är möjligheten att få tider i spår för att utföra arbetet så snabbt som möjligt?

Skulle den processen kunna utföras på ett smidigare sätt?

10.3.2 Frågor Besiktningsman

Vad har du för yrkesroll?

Hur länge har du varit verksam i den yrkesrollen?

Hur lång erfarenhet har du inom järnvägen?

Hur avgör du om en korsning behöver bytas?

Vad finns det för risker/ osäkerheter med ett korsningsbyte som kan påverka tidsåtgången?

Vilka risker skulle du säga är störst?

Vad kan man göra för att motverka dessa risker?

Vad kan konsekvenserna bli om korsningen blir fel inlagd?

Vilka mått är det som är viktiga i korsningspartiet?

Kontrolleras dessa mått efter att den nya korsningen är ilagd?

10.3.3 Frågor termitsvetsare

Hur länge har du varit spårsvetsare?

Vad är din arbetsroll?

Vad har du för arbetserfarenhet?

Vilka typer av termitsvetsning finns det?

Vilken typ av termitsvetsning används vid ett korsningsbyte?

Vad finns det för risker och osäkerheter som påverkar tidsåtgången vid termitsvetsning på järnväg?

Vilka risker har störst konsekvens för att arbetet inte ska hinna klart i tid?

Vad kan göras för att undvika dessa risker?

Funkar robel romis vid byte av korsning också?

Har du ofta känt tidspress vid termitsvetsning?

Har du någon gång upplevt förseningar eller problem när du har svetsat på järnväg? I sådana fall, vad var orsaken?

Vilka åtgärder kan vidtas för att minska tidsåtgången utan att påverka säkerheten eller kvalitet? Finns det några?

Finns det några strategier för att hantera oväntade händelser eller förseningar under svetsningsprocessen? Tex löpa

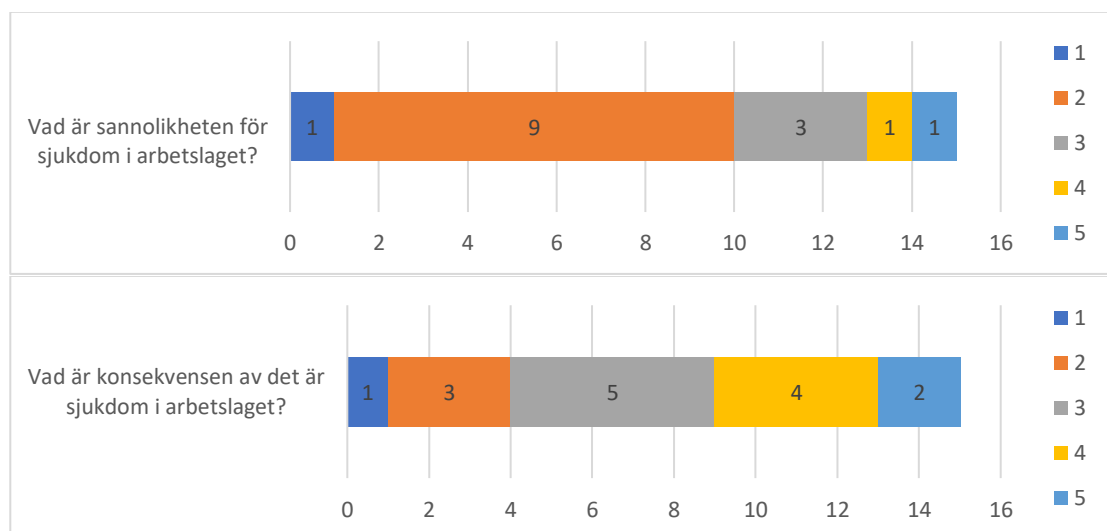
Hur viktigt är det att följa säkerhetsföreskrifter vid svetsning på järnväg, och vad görs det för att säkerställa att alla säkerhetsföreskrifter följs noggrant?

Vilka är de vanligaste säkerhetsriskerna vid termitsvetsning, och hur undviks de?

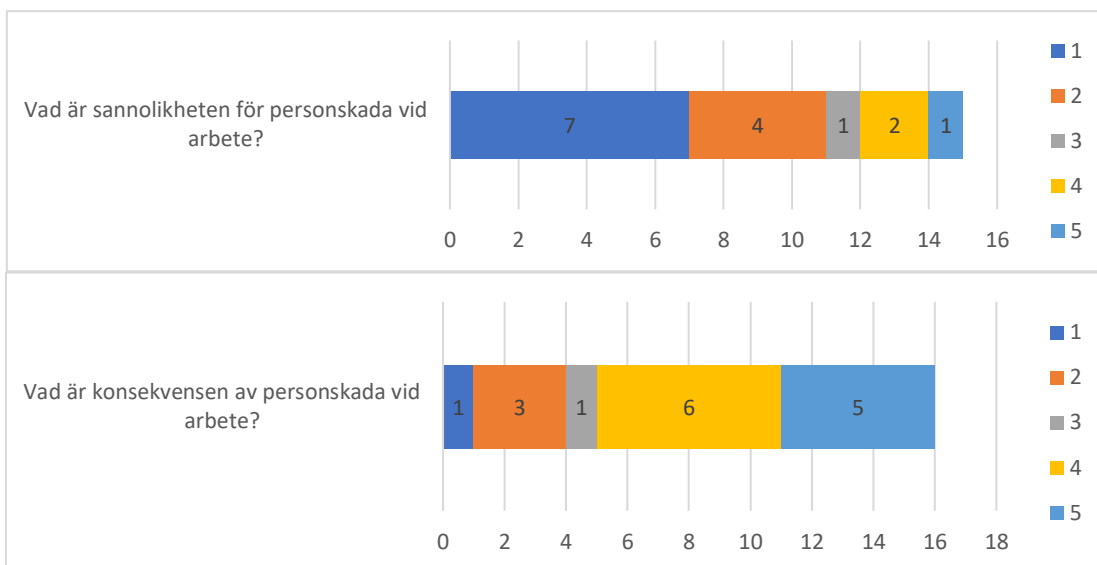
Vad blir konsekvenserna bli av att "fuska" vid termitsvetsning?

10.4 Frågor och svar på enkätundersökningen

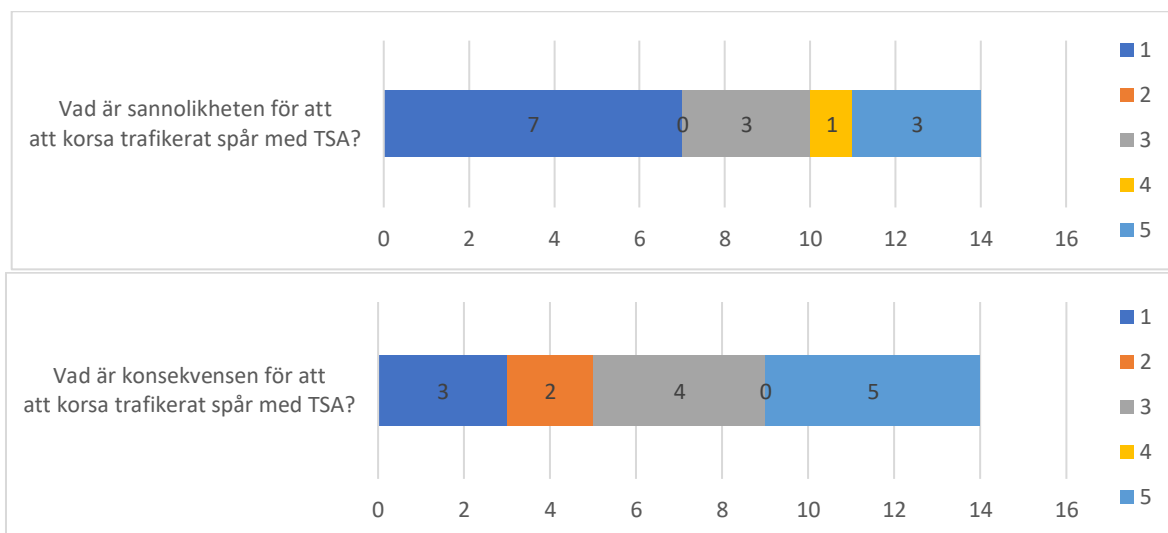
I diagrammen nedan så är frågorna och svaren på enkätundersökningen presenterade. Längst till höger så finns svarsalternativen och i diagrammen så kan antalet svar för de olika alternativen ses.



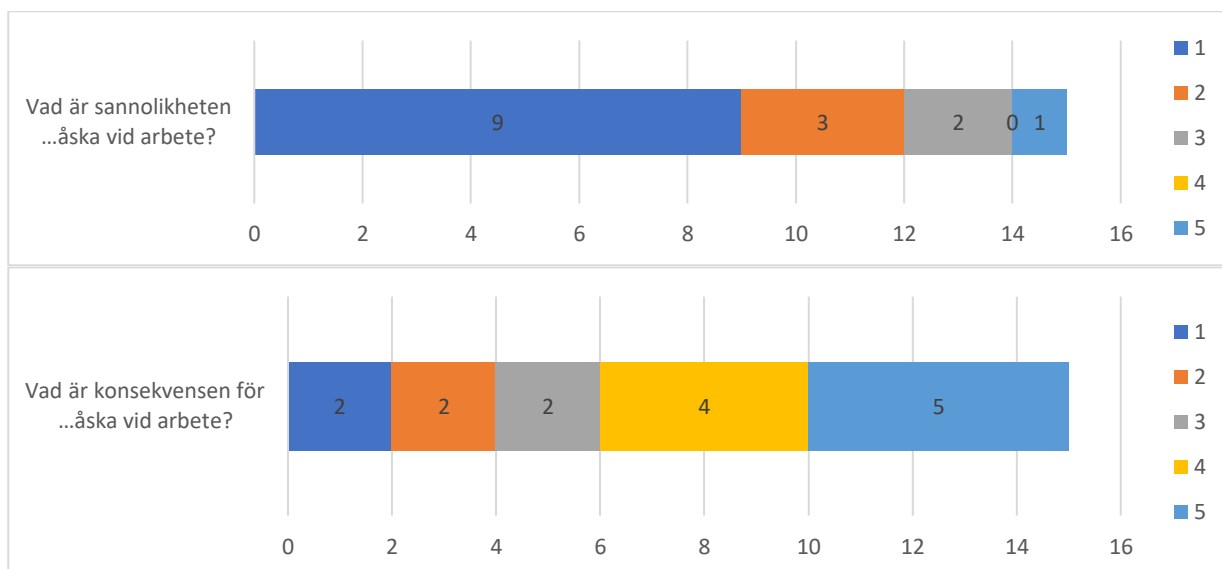
Figur 11 - Sannolikheten/konsekvensen för sjukdom i arbetslaget. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 2,46. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 3,2



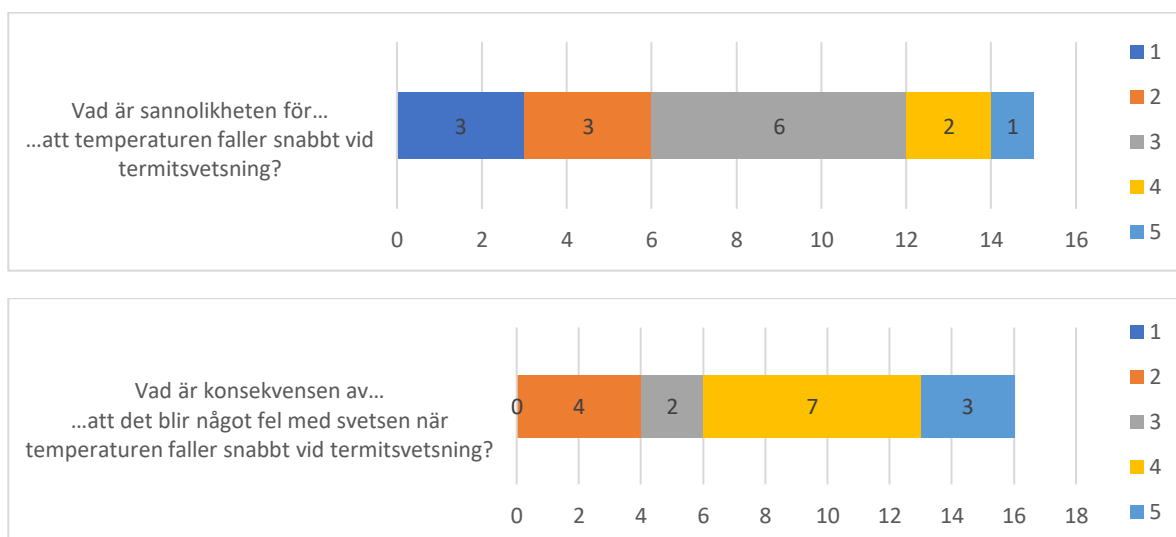
Figur 12 – Sannolikheten/konsekvensen för personskada vid arbete. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 2,1. Konsekvensen: Antal svar: 16: Medel: 3,7



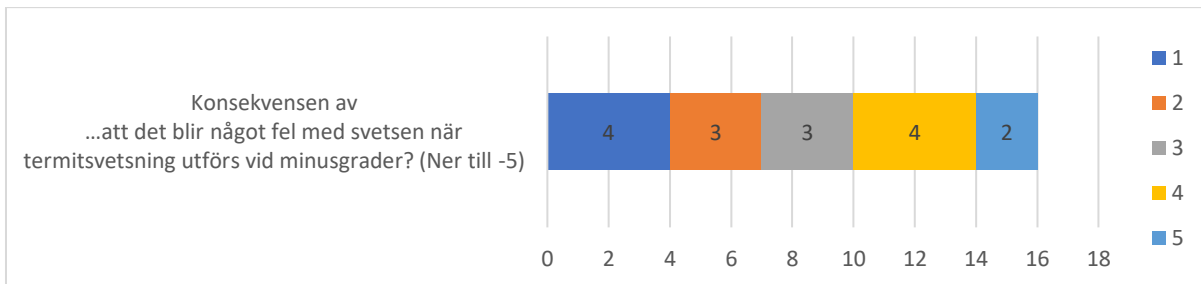
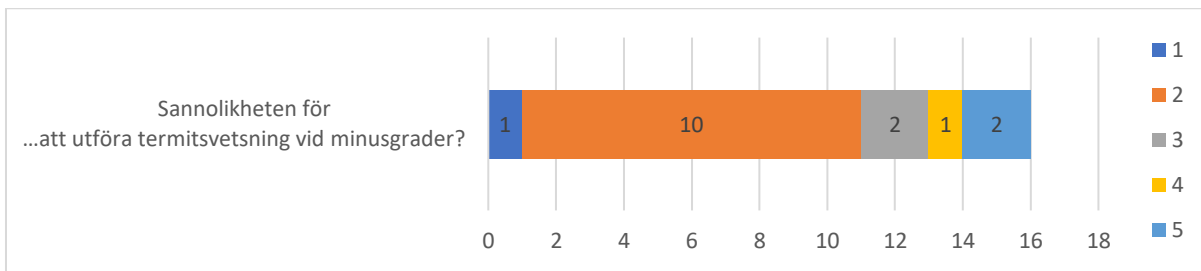
Figur 13 – Sannolikheten/konsekvensen av att korsa trafikerat spår med TSA. Sannolikheten: Antal svar: 14. Medel: 2,5. Konsekvensen: Antal svar: 14. Medel: 3,1



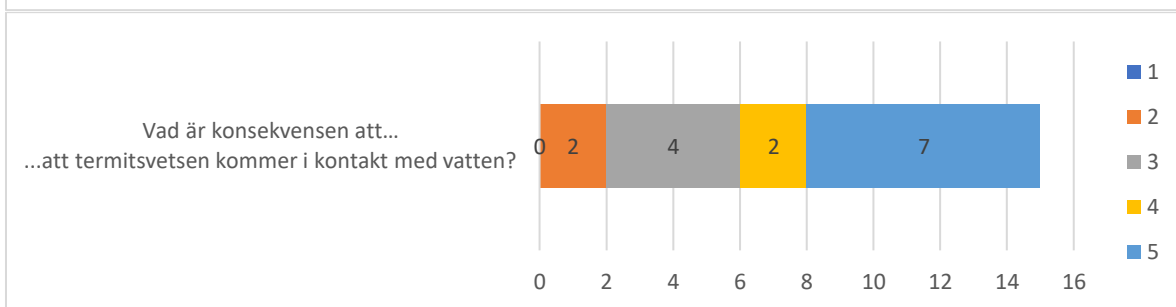
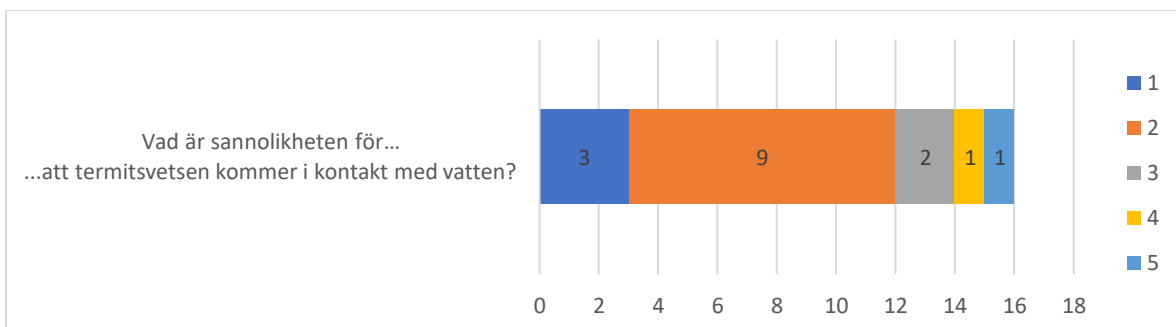
Figur 14 - Sannolikheten/konsekvensen för åska vid arbete. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 1,7. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 3,5.



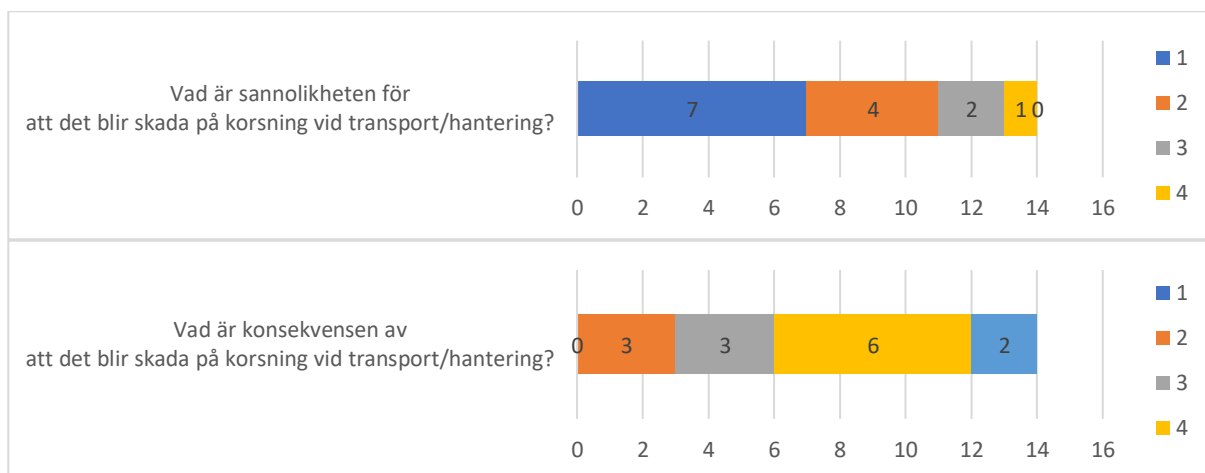
Figur 15 – Sannolikheten och konsekvensen för att temperaturen faller snabbt vid termitsvetsning. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel 2,7. Konsekvensen: Antal svar: 16. Medel 3,6



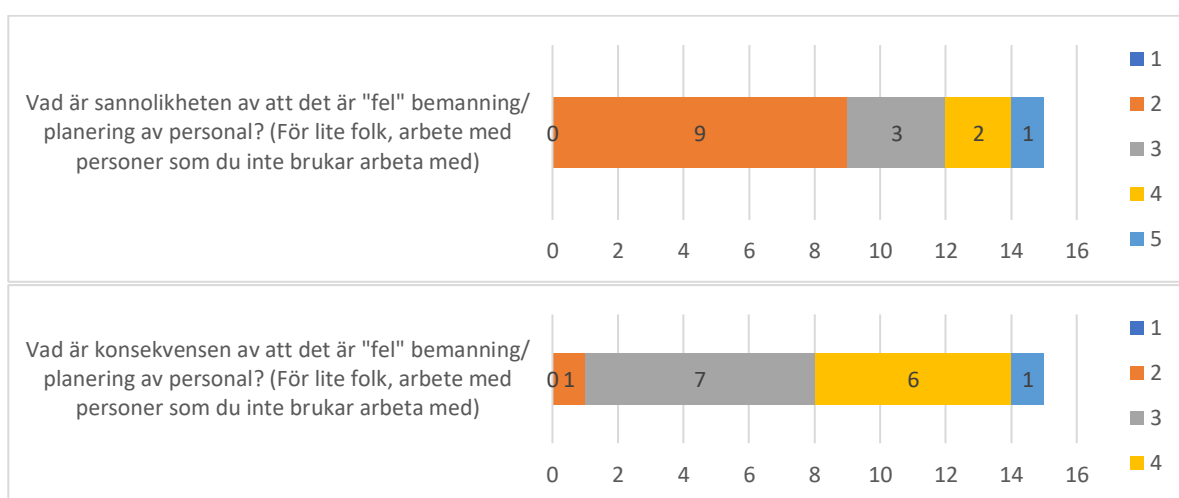
Figur 16 - Sannolikheten/konsekvensen att utföra termitsvetsning vid minusgrader? Sannolikheten: Antal svar: 16. Medel: 2,6. Konsekvensen: Antal svar: 16. Medel: 2,8



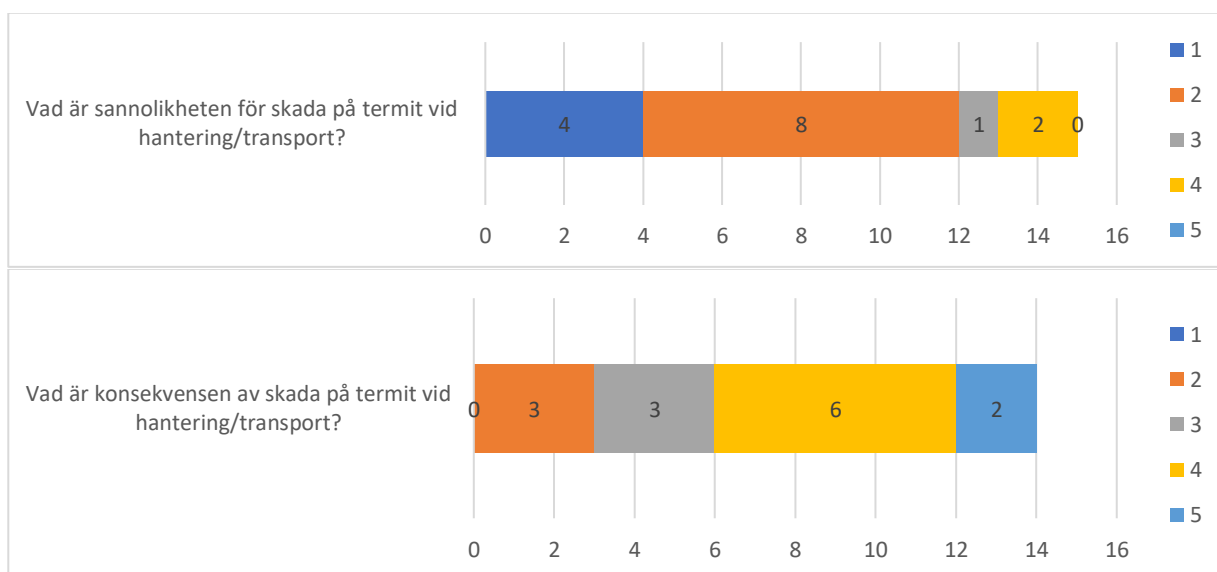
Figur 17 - Vad är sannolikheten/konsekvensen att termitsvetsen kommer i kontakt med vatten? Sannolikheten: Antal svar: 16. Medel: 2,25. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 3,9.



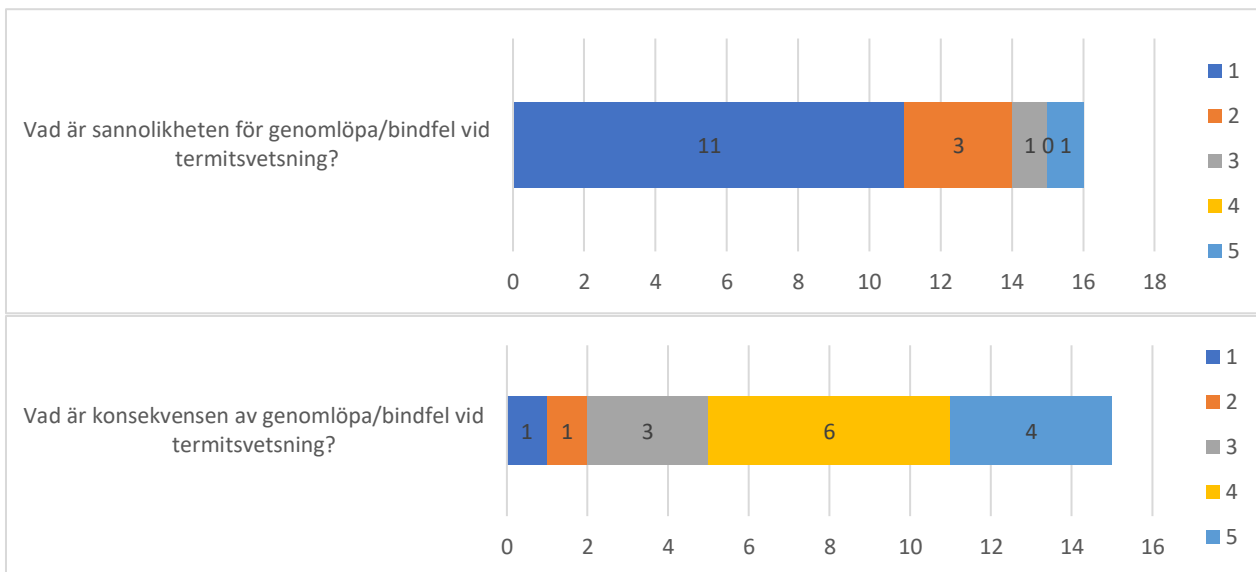
Figur 18 – Sannolikheten/konsekvensen för skada på korsning vid transport/hantering. Sannolikheten: Antal svar: 14. Medel: 1,8. Konsekvensen: Antal svar: 14. Medel 3,5.



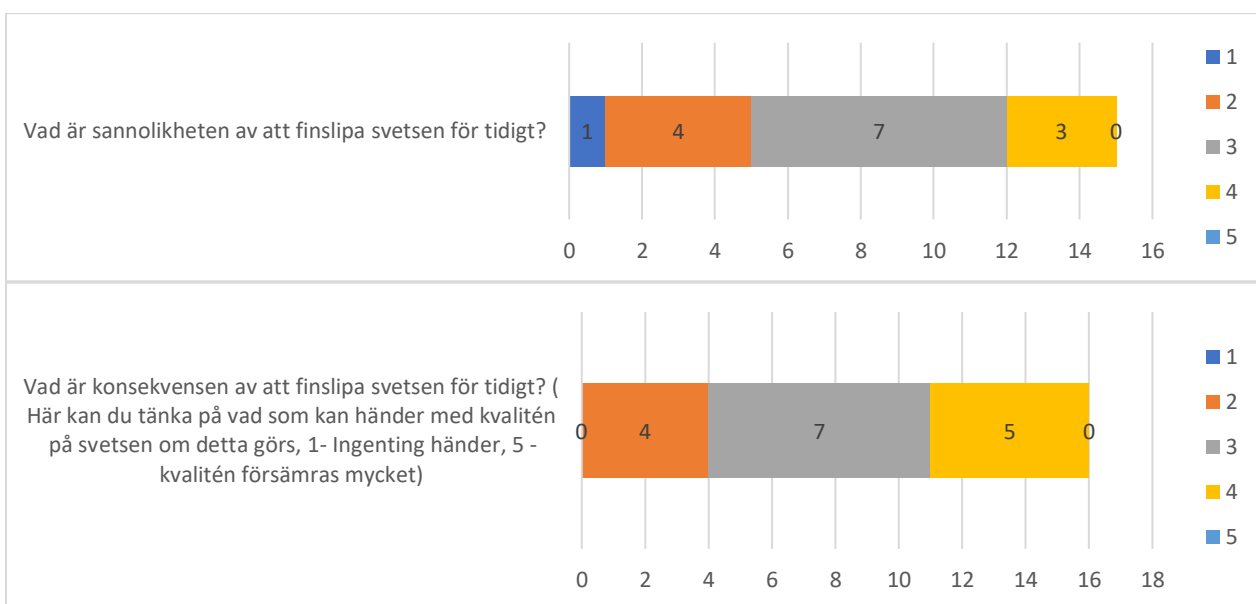
Figur 19 – Sannolikheten/konsekvensen för fel bemanning. Sannolikhet: Antal svar: 15 svar. Medel 2,7. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel 3,4.



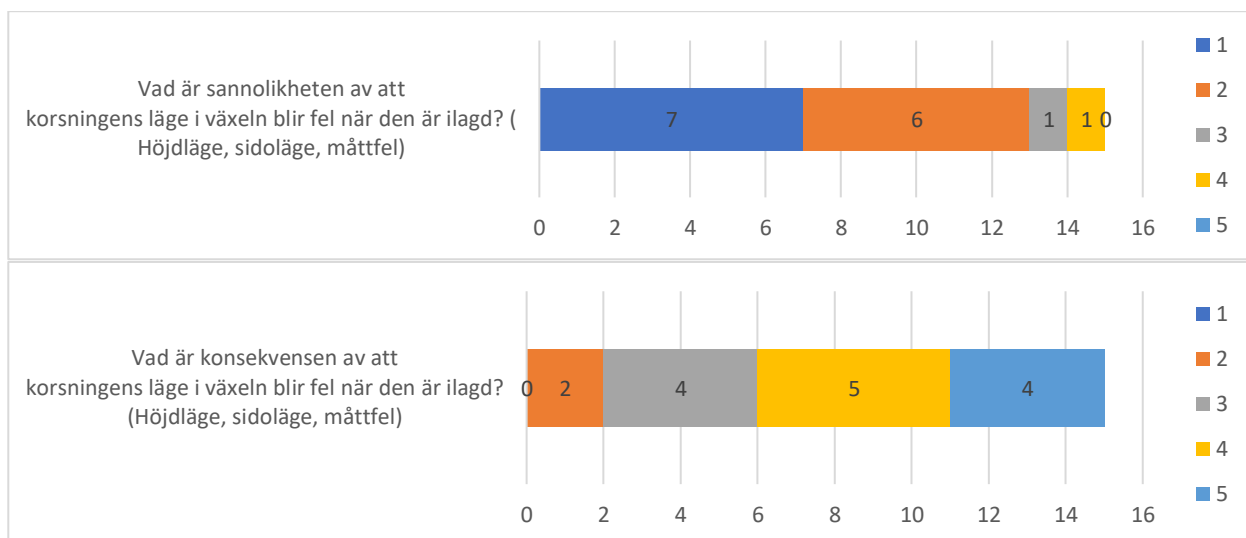
Figur 20 – Sannolikheten/konsekvensen för skada på termit vid hantering/transport. Sannolikhet: Antal svar: 15. Medel: 2,1. Konsekvensen: Antal svar: 14. Medel: 3,5.



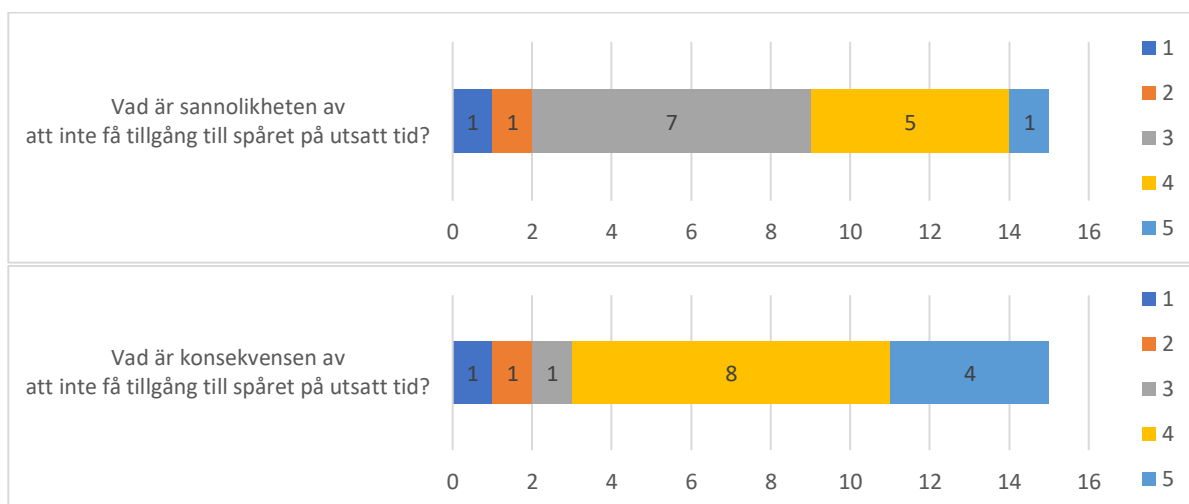
Figur 21 – Sannolikheten/ konsekvensen för genomlöpa/bindfel vid termitsvetsning. Sannolikhet: Antal svar: 16. Medel: 1,6. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel 3,7.



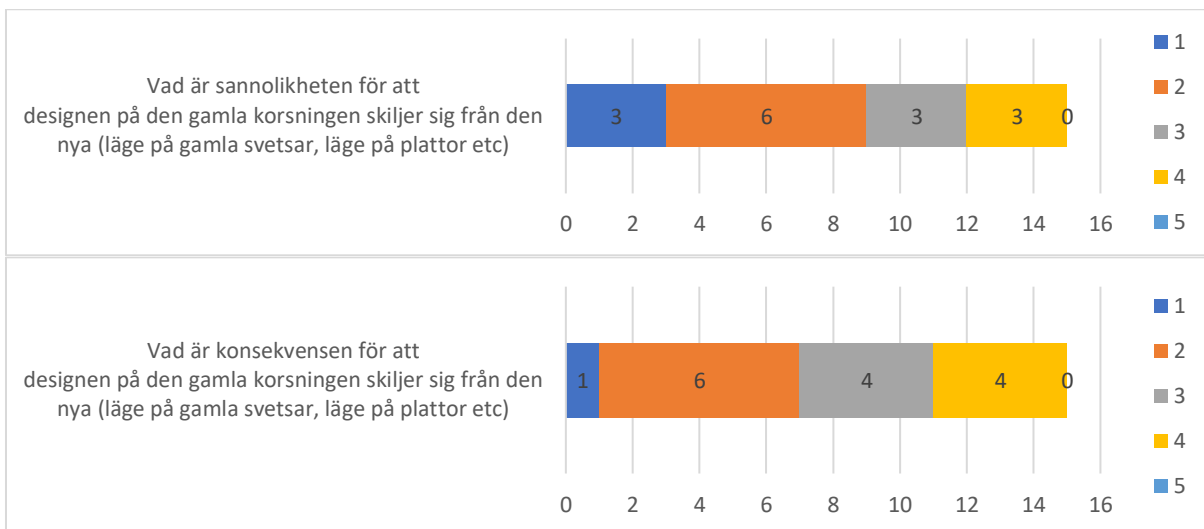
Figur 22 – Sannolikheten/konsekvensen för att finslipa svetsen för tidigt. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 2,8. Konsekvensen: Antal svar: 16. Medel: 3.



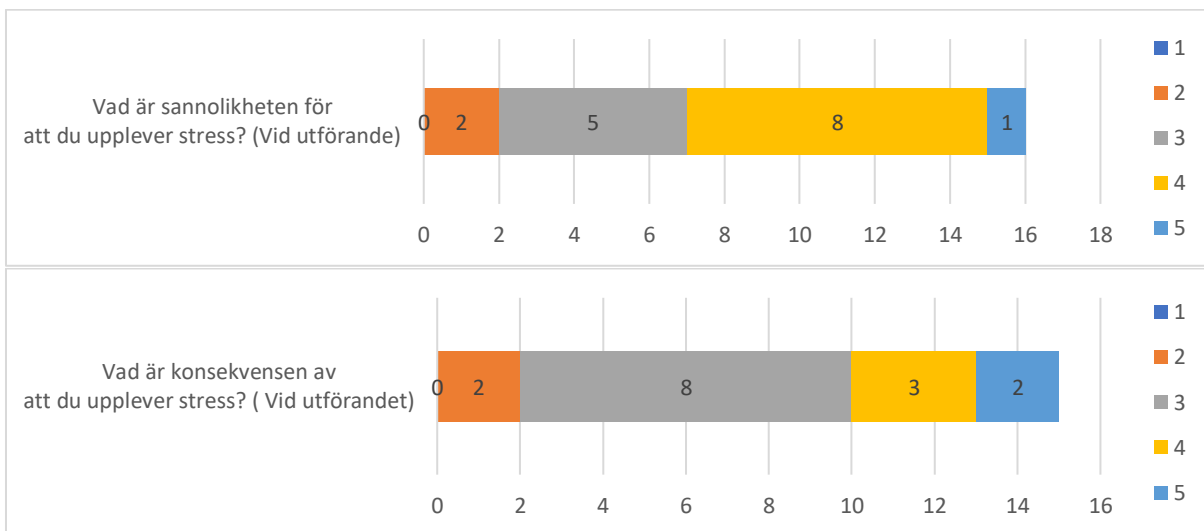
Figur 23 – Sannolikheten/konsekvensen för att korsningens läge blir fel. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 1,7. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 3,7.



Figur 24 – Sannolikheten/ konsekvensen för att inte få tillgång till spåret i tid. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel: 3,3. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 3,9.



Figur 25 – Sannolikheten/konsekvensen för att designen på korsningarna skiljer sig. Sannolikheten: Antal svar: 15. Medel 2,4. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel: 2,7.



Figur 26 – Sannolikheten/konsekvensen för stress. Sannolikheten: Antal svar 16. Medel 3,5. Konsekvensen: Antal svar: 15. Medel 3,3