




Jernbaneverket

# SØRLANDBANEN, (EGERSUND) – STAVANGER

## (KLEPP) – STAVANGER

### Risikovurdering Fjerning av krav til forrigling av sveiv i sveivskap

00C	1. Versjon	03.04.2014	XHALDIM	JETSAF	ESL
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Tittel: <b>SØRLANDBANEN, (EGERSUND) – STAVANGER (KLEPP) – STAVANGER</b>  Risikovurdering av Sveivskap		Ant. Sider: 27			
		Produsent	<b>JERNBANEVERKET UTBYGGING</b>		
		Prod.dok.nr.			
		Erstatning for			
Prosjekt: 957400 Sandnes - Stavanger Parsell: (Klepp) – Stavanger		Dokumentnummer: <b>SSG-10-Q-00042</b>		Revisjon: <b>00C</b>	
 <b>Jernbaneverket</b>		Drift dokumentnr. <b>N/A</b>		Drift rev. <b>N/A</b>	



## SAMMENDRAG

I forbindelse med landstilpasning av Thales sikringsanlegg er det reist spørsmål vedrørende fremtidig bruk av sveivskap. Frem til i dag, med noen unntak, har sveivskapene vært både ferriglet og indikert. Det betyr at idet sveiven tas ut av skapet settes tilhørende signaler i stopp. I tillegg blir det indikert på togledersentralen at sveiven er tatt ut av sveivskapet. Historisk er årsaken til denne løsningen at kontrollkrets og drivkrets ikke ble brutt idet sveiven ble satt inn i drivmaskinen. Det innebar at det ikke var andre tekniske barrierer mot at tog kunne passere sporvekselen mens den ble sveivet enn ferriglingen i sveivskapet. I dag er alle drivmaskiner bestykket med brytere som gjør at kontrollkrets og drivkrets brytes idet sveiven stikkes inn.

Det er implementert forskjellige løsninger i Jernbaneverkets nett. Eksempelvis er sveivene i vestkorridoren Lysaker-Asker kun indikert. På Oslo S finnes ikke sveivskap. Dette innebærer at sveiven som brukes ikke er under noen form for kontroll fra sikringsanlegget eller togleder. Lokførere, togledere, drift- og vedlikeholdspersonell må derfor forholde seg til forskjellige sikkerhetsfunksjoner ved sveiving av vekslere. Feil i ferriglingen i sveivskap forekommer og kan medføre unødige stopp i togframføringen.

Med dette som bakgrunn vurderes det hvorvidt sveivskapene behøver å ferrigles eller ikke i sikringsanlegget.

Sikkerhetsmessige forskjeller mellom anlegg med ferrigling og anlegg uten ferrigling vil forekomme i tidsrommet fra sveiven tas ut av skapet til den settes inn i drivmaskinen. Farer som kan oppstå i dette tidsrommet er identifisert og sikkerhetsmessige endringer er analysert og vurdert.

Konklusjonen er at den sikkerhetsmessige endringen er neglisjerbar og dermed akseptabel. Det anbefales derfor at sveiv som tas ut av sveivskap kun skal indikeres hos togleder.

Analysegruppen har vurdert at det i mange områder ikke er behov for å sette opp sveivskap (for eksempel Oslo-området) da det ikke vil være praktisk gjennomførbart å sveive sporvekslere for å fremføre tog med dagens trafikk tetthet. Derfor kan det som en fortsettelse av denne analysen utarbeides retningslinjer for hvor og når sveivskap skal settes opp.



## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>2</b>
<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>4</b>
1.1 BAKGRUNN.....	4
1.2 FORMÅL .....	4
1.3 OMFANG .....	4
1.4 ANTAGELSER.....	4
1.5 FORUTSETNINGER .....	5
1.6 TOPPHENDELSER.....	6
1.7 TERMINOLOGI .....	7
1.8 ANALYSEPROSESS OG DELTAGELSE.....	7
<b>2. AKSEPTKRITERIER</b> .....	<b>9</b>
<b>3. ANALYSEMETODIKK</b> .....	<b>10</b>
3.1 SYSTEMBESKRIVELSE .....	12
<b>4. RESULTATER</b> .....	<b>13</b>
4.1 IDENTIFISERING OG VURDERING AV FARE SCENARIO 1 (TOG FØR SIGNAL) .....	13
4.1.1 <i>Hendelsestre scenario 1 (tog før signal)</i> .....	14
4.2 IDENTIFISERING OG VURDERING AV FARE SCENARIO 2 (TOG HAR PASSERT SIGNAL) .....	19
4.2.1 <i>Hendelsestre scenario 2 (tog har passert signal)</i> .....	20
<b>5. VURDERING MOT RISIKOAKSEPTKRITERIER</b> .....	<b>25</b>
<b>6. KONKLUSJON</b> .....	<b>25</b>
<b>7. REFERANSER</b> .....	<b>27</b>

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn

I forbindelse med landstilpasning av Thales sikringsanlegg er det reist spørsmål vedrørende fremtidig bruk av sveivskap. Frem til i dag, med noen unntak, har sveivskapene vært både forriglet og indikert. Det betyr at idet sveiven tas ut av skapet settes tilhørende signaler i stopp. I tillegg blir det indikert på togledersentralen at sveiven er tatt ut av sveivskapet. Historisk er årsaken til denne løsningen at kontrollkrets og drivkrets ikke ble brutt idet sveiven ble satt inn i drivmaskinen. Det innebar at det ikke var andre tekniske barrierer mot at tog kunne passere sporvekselen mens den ble sveivet enn forriglingen i sveivskapet. I dag er alle drivmaskiner bestykket med brytere som gjør at kontrollkrets og drivkrets brytes idet sveiven stikkes inn.

Sveiving av veksler for togframføring forekommer sjeldent. Ifølge hendelsesloggen er det i hele Norge fra 2009-2014 innrapportert ca. 100 hendelser hvor sveiving av veksler ble utført (1).

Det er implementert forskjellige løsninger i Jernbaneverkets nett. Eksempelvis er sveivene i vestkorridoren Lysaker-Asker kun indikert. På Oslo S finnes ikke sveivskap. Dette innebærer at sveiven som brukes ikke er under noen form for kontroll fra sikringsanlegget eller togleder. Lokførere, togledere, drift- og vedlikeholdspersonell må derfor forholde seg til forskjellige sikkerhetsfunksjoner ved sveiving av veksler. Feil i forriglingen i sveivskap forekommer og kan medføre unødige stopp i togframføringen.

### 1.2 Formål

Å gi beslutningsstøtte for endring av Teknisk Regelverk/Signal/Vedlikehold/Annet teknisk utstyr – Kapittel 4: Sveivskap.

*“Fjernes sveiven fra holderen skal det ikke være mulig å omlegge sporveksler/sporsperrer innenfor et definert område med fjernstyringsanlegg eller lokalt manøversystem. Det skal heller ikke være mulig å sikre togveier eller skiftetogveier i området”. Se referanse (2).*

### 1.3 Omfang

Risikovurderingen skal identifisere farer knyttet til endringer ved fjerning av forriglingen av sveiv i sveivskap. Tilhørende konsekvenser skal analyseres og vurderes. Analysen er avgrenset til å vurdere hvorvidt de sikkerhetsmessige konsekvensene er akseptable.

Analysen vurderer ikke hvor sveivskap skal settes opp, eller i hvilket omfang (ingen behovsanalyse).

### 1.4 Antagelser

- Sveiving av sporveksler for togframføring gjøres sjeldent (ref. analysemøter 1.8). Det antas derfor at involvert personell vil opptre årvåkent og i tråd med reglement.



## 1.5 Forutsetninger

### Barriere

- Sveivskap er ikke ment benyttet for å sikre personell (togpersonell og vedlikeholdspersonell) når de oppholder-/beveger seg i sporet. Dette gjøres med andre metoder (eks: disponering, sperringer fra togleder).
- Forrigling av sveivskap er en tilsiktet barriere mot avsporing og kollisjon tog - tog (TH1, TH2).

### Drivmaskin

- Sporveksler bestykket med drivmaskiner er alltid utrustet med en sveivbryter, hvor kontroll- og drivstrømkretsen brytes når sveiven settes inn i sveivåpningen på drivmaskinen.
- Når kontroll- og drivstrømkrets brytes vil det ikke lenger være mulig å stille togvei/signal over sporvekselen og den kan heller ikke omstilles (f.eks. fra å ligge i stilling for kjøring til høyre, til å ligge i stilling for kjøring til venstre).
- Dersom det er stilt togvei/signal over sporvekselen når sveiv settes inn i drivmaskin, settes disse umiddelbart til "Stopp". Dette gjelder også for togvei/signal som denne sporvekselen er sidedekkende til.

### Operasjonelt

- Sveiv skal kun benyttes etter ordre fra togleder/TXP, se referanse (3) (4).
- Vedlikeholdspersonell har normalt egen sveiv for omlegging i forbindelse med vedlikehold/feilretting, og benytter derfor ikke alltid sveiv i sveivskap.
- Det kreves egen opplæring/godkjenning for å sveive sporveksler, for så å tillate kjøring av tog/skift over sporvekselen.



## 1.6 Topp hendelser

Tabell 1.1: Topp hendelser (5)

ID	Topp hendelser/Ulykker	Dekker følgende enkelthendelser
TH1	Avsporing	Feil på rullende materiell, overbygning, underbygning, utglidninger, overhastighet, avsporing av farlig gods.
TH2	Sammenstøt tog-tog	Sammenstøt tog mot tog og annet skinnegående materiell som arbeidsmaskiner mm.
TH3	Sammenstøt tog-objekt	Påkjørsel av ulike objekter på åpen strekning og i tunneler: ras, dyr, større steiner, endebutt, kjøretøy som tilfeldig har kommet på linjen (ikke på planovergang (PLO))
TH4	Brann	Brann i tog, brann langs spor og i tunnelutrustning og eksplosjon, som har betydning for passasjerer og togpersonale.
TH5	Personer skadet i eller ved spor	Påkjørsel av person langs sporet, kontakt med høyspenningsanlegg.
TH6	Personer skadet på PLO	Påkjørsel av person eller av kjøretøy på planovergang
TH7	Passasjerer skadet på plattform	Passasjerer skadet ved av- og påstigning i rette og kurvede plattformer, kryssing av spor til midtplattform. Inkluderer også hendelser som f.eks. passasjerer faller ut gjennom dører under fart og passasjerer skadet i tog.



## 1.7 Terminologi

Anvendt terminologi er gitt i Tabell 1.2.

**Tabell 1.2: Terminologi**

Begrep	Forklaring
ALARP	As Low As Reasonable Practicable
Arbeidsområde	Et geografisk avgrenset område som kan benyttes ved arbeid i og ved spor
Dekningsgivning	Objekter i sikringsanlegget (signal, sporveksel eller sporsperre) som sikrer flanke (sidedekning) for togveier
FAR-verdi	Fatal Accident Rate. Forventningsverdi for antall omkomne per 100 mill timer eksponering
HSV	Hovedsikkerhetsvakt
JBV	Jernbaneverket
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet, sikkerhet)

## 1.8 Analyseprosess og deltagelse

I forbindelse med denne analysen ble det avholdt 3 analysemøter, hvor det blant annet ble avklart hvilke scenarier som var relevante for å vurdere hvorvidt forrigling av sveivskap kan fjernes eller ikke. Deltakerne fremgår av tabell 1.3, 1.4 og 1.5. Etter utført analyse ble et rapportutkast utarbeidet og sendt til høring til alle møtedeltakere.

**Tabell 1.3: Deltakere på analysemøte 1 (11.11.2013)**

Navn	Stilling/ rolle	Bedrift	E-mail	Mobilnr.
Dimitri Halseide	RAMS-rådgiver (SSG)	JBV	xhaldim@jbv.no	41693545
Jon Smogeli	Senioringeniør (SSG)	JBV	Jon.Smogeli@jbv.no	91656307
Morten Rasch	Sjef Ingeniør (Trafikk)	JBV	morten.j.rasch@jbv.no	91655262
Ronald Hortman	Senioringeniør (Teknologi)	JBV	ronald.hortman@jbv.no	91655181
Tommy Nilsen	Signalingeniør (SSG)	JBV	Tommy.Nilsen@jbv.no	91671109
Tormod Helling	Systemansvarlig (SSG)	JBV	helling.tormod@jbv.no	99568384

**Tabell 1.4: Deltakere på analysemøte 2 (2.12.2013)**

Navn	Stilling/ rolle	Bedrift	E-mail	Mobilnr.
Ali Reza Rogha	RAMS-rådgiver (SSG)	JBV	xrogali@jbv.no	91383346
Dimitri Halseide	RAMS-rådgiver (SSG)	JBV	xhaldim@jbv.no	41693545
Kjell Holter	Sakkyndig leder	JBV	kjell.holter@jbv.no	91657207
Kjell Rostad	Senioringeniør (Teknologi)	JBV	Kjell.N.Rostad@jbv.no	91656367
Morten Rasch	Sjef Ingeniør (Trafikk)	JBV	morten.j.rasch@jbv.no	91655262
Ronald Hortman	Senioringeniør (Teknologi)	JBV	ronald.hortman@jbv.no	91655181
Stefan Nilsen	Signalingeniør (SSG)	JBV	nilsst@jbv.no	99452402
Terje Rennemo	Seniorrådgiver (TTG)	JBV	Terje.Rennemo@jbv.no	91655263
Tommy Nilsen	Signalingeniør (SSG)	JBV	Tommy.Nilsen@jbv.no	91671109
Tormod Helling	Systemansvarlig (SSG)	JBV	helling.tormod@jbv.no	99568384



**Tabell 1.5: Deltakere på analyse møte 3 (13.1.2014)**

Navn	Stilling/ rolle	Bedrift	E-mail	Mobilnr.
Ali Reza Rogha	RAMS-rådgiver (SSG)	JBV	xrogali@jbv.no	91383346
Dimitri Halseide	RAMS-rådgiver (SSG)	JBV	xhaldim@jbv.no	41693545
Kjell Holter	Sakkyndig leder	JBV	kjell.holter@jbv.no	91657207
Kjell Rostad	Senioringeniør (Teknologi)	JBV	Kjell.N.Rostad@jbv.no	91656367
Morten Rasch	Sjef Ingeniør (Trafikk)	JBV	morten.j.rasch@jbv.no	91655262
Stefan Nilsen	Signalingeniør (SSG)	JBV	nilsst@jbv.no	99452402
Terje Rennemo	Seniorrådgiver (TTG)	JBV	Terje.Rennemo@jbv.no	91655263
Tom Chr. Arnulf	RAMS og kvalitetsleder (SignAn)	JBV	xarntom@jbv.no	90010103
Tommy Nilsen	Signalingeniør (SSG)	JBV	Tommy.Nilsen@jbv.no	91671109
Tormod Helling	Systemansvarlig (SSG)	JBV	helling.tormod@jbv.no	99568384





## 2. AKSEPTKRITERIER

Det refereres til Jernbaneverkets Sikkerhetshåndbok (6).

Jernbaneverket har tre typer kriterier knyttet til risiko, som **alle alltid** skal være oppfylt:

- Kriterium for samfunnsrisiko, som er en øvre grense for hva Jernbaneverket aksepterer av risiko totalt for jernbanenettet i Norge.
- Kriterier for individuell risiko, som skal sikre at enkeltpersoner ikke eksponeres for uforholdsmessig høy risiko.
- ALARP-kriterium, som innebærer at alle tiltak som er praktisk gjennomførbare, skal gjennomføres.

Disse kriteriene kommer i tillegg til andre krav som forskriftskrav og interne krav.

Kriteriene er oppsummert i Tabell 2.1.

**Tabell 2.1: Akseptkriterier**

Kriterier knyttet til risiko	
<b>Samfunnsrisiko</b>	Akseptkriteriet for samfunnsrisiko er 11 drepte per år for jernbanenettet i Norge
<b>Individuell risiko</b>	Akseptkriteriet for individuell risiko for 2. person (reisende) og 3. person, målt for mest eksponerte individ, er $10^{-4}$ (sannsynlighet for død per år)
	Akseptkriteriet for individuell risiko (dødsrisikoen) for 1. person (alle ansatte innen jernbanevirksomhet, inklusiv entreprenørers ansatte) er FAR-verdi < 12,5
<b>ALARP-kriterium</b>	Alle tiltak som med rimelighet kan iverksettes skal iverksettes

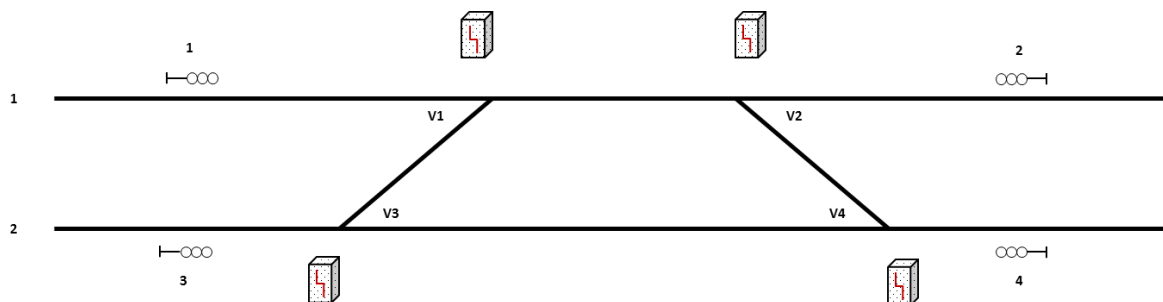
### 3. ANALYSEMETODIKK

Tabell 3.1: Metode for risikoanalyse

Innledende fase			
Initiering av risikoanalyse	Etablering av arbeidsgruppe og fastlegging av ansvarsforhold	Beskrivelse av analyseobjektet	Valg av fremgangsmåte, Avklare akseptkriterier
Analyserende fase			
Fareidentifisering	Frekvens- og konsekvensvurderinger	Risikovurdering, Risikoreduserende tiltak, Evaluering mot akseptkriterier	Sensitivitetsvurderinger
Avsluttende fase			
Presentasjon av resultater		Beslutning og oppfølging	

#### Fareidentifisering

Det gjennomføres møter hvor representanter fra Trafikk, Teknologi samt sakkyndig leder deltar, og hvor ulike scenarier gjennomgås for å belyse eventuelle farlige situasjoner som kan oppstå dersom forriglingen av uttak av sveiv i sveivskapene fjernes. Utgangspunktet for scenariene beskrevet under punkt 4.1 og 4.2 vises i figur 1.



Figur 1: Utgangspunkt for scenarier

## Konsekvensvurdering

Identifiserte farer vurderes i forhold til sannsynlighet og konsekvens. Det tas utgangspunkt i sikkerhetshåndbokens anbefalte praksis for nytte/kost vurderinger av risikoreducerende tiltak og EN50126 (7) (8).

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1						

Risk category	Actions to be applied against each category (from EN 50126)
A Intolerable	Shall be eliminated
B Undesirable	Shall only be accepted when risk reduction is impracticable and with the agreement of the Railway Authority or the Safety Regulatory Authority, as appropriate
C Tolerable	Acceptable with adequate control and with the agreement of the Railway Authority
D Acceptable	Acceptable with/without the agreement of the Railway Authority

Frekvenskategori		Frekvens per år	Frekvens per personkm.
F1	Lite sannsynlig	Sjeldnere enn hvert 1000 år	Sjeldnere enn hver 1.000 milliarder personkm.
F2	Mindre sannsynlig	En gang hvert 100 - 1000 år	En gang hver 100 – 1.000 milliarder personkm.
F3	Sannsynlig	En gang hvert 10 - 100 år	En gang hver 10 – 100 milliarder personkm.
F4	Meget sannsynlig	En gang hvert 1 - 10 år	En gang hver 1 – 10 milliarder personkm.
F5	Svært sannsynlig	Flere ganger per. år	Oftere enn hver 1 milliard personkm.



Konsekvens-kategori	Menneske		Miljø	Materiell
	Skade-kostnader (NOK)	Beskrivelse	Opprydnings-kostnader (NOK)	Skade-kostnader (NOK)
K1	3 000	Førstehjelpsskade	2 000	2 000
K2	30 000	Fravær inntil 10 dager (Fraværskade fra 1 dag til 1 måned)	20 000	20 000
K3	300 000	Fravær inntil 4 mnd (Fraværskade fra 1 måned til 1 år)	200 000	200 000
K4	3 000 000	Alvorlig skade (Fraværskade fra 1 år til varig uførhet)	2 000 000	2 000 000
K5	30 000 000	1 dødsfall (Skade med varig uførhet til dødsfall)	20 000 000	20 000 000
K6	300 000 000	10 dødsfall (2 og flere dødsfall)	200 000 000	200 000 000

## Hendelsestreanalyse

Hendelsestreanalyse (HTA) er brukt til å synliggjøre og studere ulike mulige hendelsesforløp en initierende hendelse kan medføre, se kap. 4.

## Konklusjon

Konklusjonen gir en anbefaling til hvorvidt krav (TRV) om forrigling av uttak av sveiv i sveivskap kan fjernes eller ikke. Konklusjonen skal bygge på om de sikkerhetsmessige konsekvensene er akseptable eller ikke, se kap. 5.

### 3.1 Systembeskrivelse

Dersom det oppstår feil med en sporveksel skal sveiv brukes for omlegging av sporveksel. Sveiv som brukes til å sveive en sporveksel oppbevares i spesiell holder plassert i låst skap som benevnes «sveivskap». Dette er plassert enten ved ytterste sporveksel, utenpå stasjonsbygning, teknisk hus eller annet bestemt sted, se referanse (3).

Dersom sveiven tas ut av holderen, sperres sentralstillingen av alle sporveksler og alle hovedsignaler blir sperret i signal «Stopp». Etter bruken må det iakttas at sveiven plasseres i holderen, slik at stillverkets forriglingsutrustning får kontroll på sveiven, se referanse (3).

Sveiv skal bare brukes etter ordre fra togleder/togekspeditør. Sveiv skal etter bruk settes tilbake i «sveivskapet». Togleder/togekspeditør bekrefter deretter til den som har benyttet sveiv om det er kontroll på sporveksler og sveiv, se referanse (3).

Sveivskap med sveiv som brukes til å sveive veksler (for togframføring) er en funksjon som sjeldent brukes slik jernbanen i Norge er i dag, ref. 1.8 Analyse møter.

## 4. RESULTATER

**Risikovurderingen skal identifisere farer knyttet til endringer ved fjerning av forriglingen av sveiv i sveivskap. Tilhørende konsekvenser skal analyseres. Det skal vurderes om de sikkerhetsmessige konsekvensene er akseptable.**

For valg av scenarier og deretter fareidentifisering, er det tatt utgangspunkt i dobbeltspor med overkjøringsløype med 4 hovedsignaler, figur 1. Det er også diskutert mer komplekse scenarier/stasjoner, men disse ble under analysemøtene valgt bort fordi scenariene beskrevet under punkt 4.1 og 4.2 var dekkende (også for mer komplekse scenarier). Hensikten med disse scenariene er å belyse alle potensielt farlige situasjoner som kan oppstå dersom forrigling av sveivskap fjernes.

Fareidentifiseringen viste at fare oppstår i det den som skal sveive sveiver feil veksel. Det antas at det er lite sannsynlig at dette vil skje (ref. analysemøter 1.8).

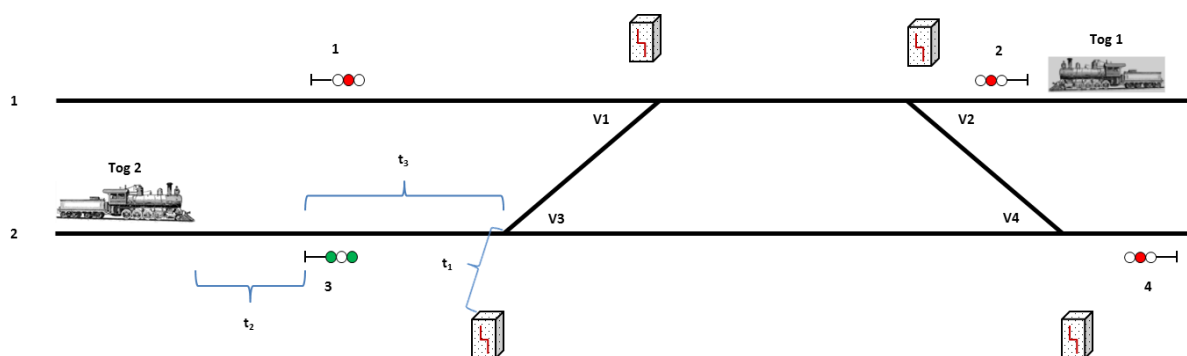
I analysemøtene fremkom det at sveiving av veksler gjøres svært sjeldent for togframføring. Ifølge hendelsesloggen er det i hele Norge fra 2009-2014 innrapportert ca. 100 hendelser hvor sveiving av veksler ble utført (1).

### Årsaker til at sveiv må brukes (togframføring)

1. Veksel ute av kontroll medfører at togleder ikke får sette togveier.
2. Veksel ligger i kontroll, men det er ikke mulig å legge om sporveksel til ny posisjon.

### 4.1 Identifisering og vurdering av fare scenario 1 (tog før signal)

Sannsynligheten for at et tog stoppes når det er på vei mot et signal som settes til stopp på grunn av at sveiv tas ut av forriglet sveivskap eller ved at en sveiv settes inn i en drivmaskin, reduseres jo nærmere toget er det aktuelle signalet, se figur 2 med forklaring under.



**Figur 2: Scenario 1 (tog før signal 3)**

Forutsetning for at en fare skal oppstå:

Feil veksel (V3) sveives + Ingen forrigling i sveivskap + Avstand mellom sveivskap og veksel V3

$t_1$  = Tiden det tar fra den som skal sveive går fra sveivskap til veksel



$t_2$  = Tiden toget bruker på å kjøre fra posisjonen det befinner seg på idet sveiven tas ut av sveivskapet, frem til dets siste mulighet for å se signalbildet.

$t_3$  = Tiden det tar fra toget passerer signal til det kommer fram til sporvekselen

For at en fare skal kunne oppstå må følgende være oppfylt:

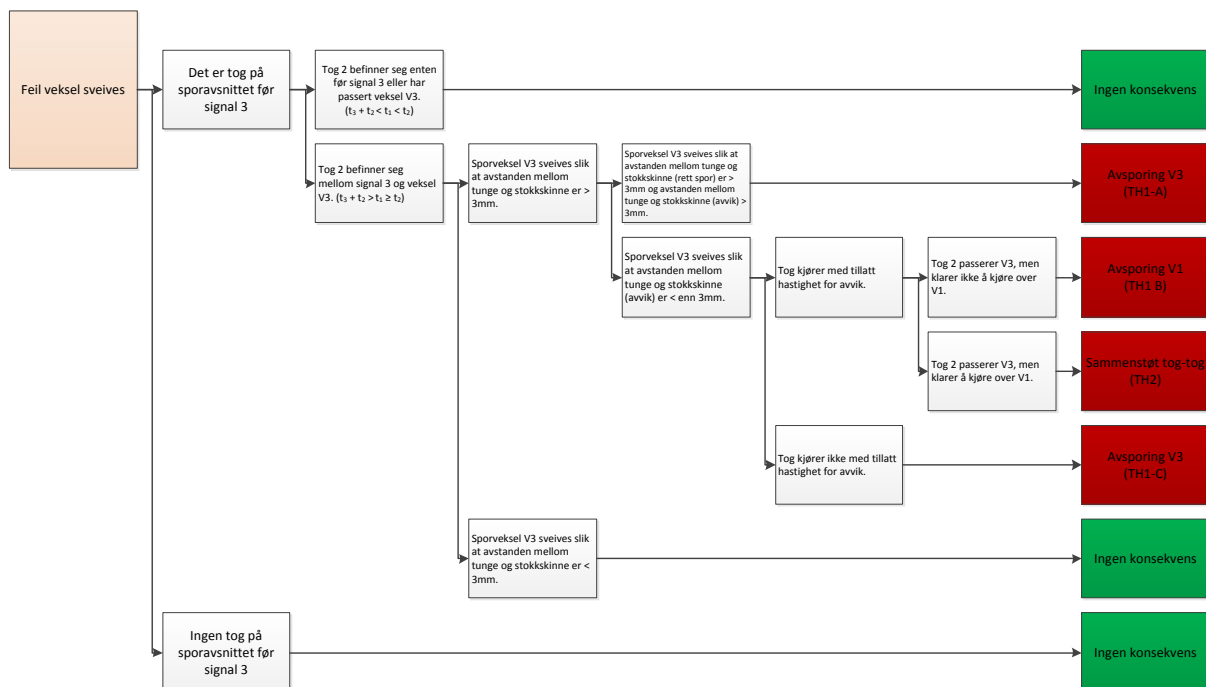
$$t_3 + t_2 > t_1 \geq t_2$$

Dette vil si at toget befinner seg mellom signal 3 og veksler V3 når sveiven settes inn i drivmaskinen.

Sporveksel 1 skal sveives grunnet at den ikke kan omstilles fra sikringsanlegget. Fører av toget skal utføre sveivingen, og misforstår i kommunikasjonen med togleder om hvilken sporveksel som skal sveives og når han har tillatelse til å sveive.

#### 4.1.1 Hendelsestre scenario 1 (tog før signal)

Dersom faren i scenario 1 oppstår kan det resultere i en av topphendelsene TH1-A (Avsporing V3), TH1-B (Avsporing V1), TH1-C (Avsporing V3) eller TH2 (Sammenstøt tog-tog).



Figur 3: Hendelsestre scenario 1 (tog før signal).

#### Beskrivelse av hendelser

Det er forutsatt at sidedekning for togvei HS3 gis av sporveksel 1 i kontroll for kjøring til høyre (uten dette oppfylt vil ikke signal 3 kunne vise kjøretilatelse).

- Tog 2 kjører mot signal 3 på spor 2. Tog 1 venter på grønt for å kunne kjøre videre på spor 2 etter at tog 2 har passert. Sporveksel V1 kan ikke omstilles grunnet en feil og den må derfor sveives. Den som skal sveive tar ut sveiv fra sveivskapet ved



sporveksel V3 ( $t_3 + t_2 < t_1 < t_2$ ). Sveiven settes inn i drivmaskinen i sporveksel V3, og signal 3 går umiddelbart til "stopp" hvis toget ikke har passert signalet.

- $t_1 < t_2$  Lokfører i tog 2 oppdager signalet i tide og får stanset toget før det kjører inn i sporveksel V3.  $t_3 + t_2 < t_1$  toget har allerede passert veksel V3. Dette gir ingen konsekvens.
- Tog 2 kjører mot signal 3 på spor 2. Tog 1 venter på grønt for å kunne kjøre videre på spor 2 etter at tog 2 har passert. Sporveksel V1 kan ikke omstilles grunnet en feil og den må derfor sveives. Den som skal sveive tar ut sveiv fra et sveivskap som ikke er i nærheten ( $t_3 + t_2 > t_1 \geq t_2$ ) av sporveksel V3. Sveiven settes inn i drivmaskinen i veksel V3, men signal 3 har allerede gått til stopp pga. tog 2 har passert.
  - Sporveksel V3 sveives ikke langt nok til at avstanden mellom tungespiss og stokkskinne overskrider 3 mm. Tog 2 passerer sporveksel V3 for kjøring til høyre. Dette gir ingen konsekvens.
- Tog 2 kjører mot signal 3 på spor 2. Tog 1 venter på grønt for å kunne kjøre videre på spor 2 etter at tog 2 har passert. Sporveksel V1 kan ikke omstilles grunnet en feil og den må derfor sveives. Den som skal sveive tar ut sveiv fra et sveivskap i som ikke er i nærheten ( $t_3 + t_2 > t_1 \geq t_2$ ) av sporveksel V3. Sveiven settes inn i drivmaskinen i veksel V3, men signal 3 har allerede gått til stopp pga. tog 2 har passert. Dette gir følgende konsekvenser:
  - Sporveksel V3 sveives slik at avstanden mellom tungespiss og stokkskinne (høyre) overstiger 3 millimeter. Tog 2 kjører inn i sporveksel V3. Dette kan resultere i topphendelsen avsporing TH1-A.
  - Sporveksel V3 sveives helt om. Tog 2 passerer sporveksel V3 for kjøring til venstre med en hastighet hvor toget ikke sporer, men klarer ikke å passere sporveksel V1. Dette kan resultere i topphendelsen avsporing TH1-B.
  - Sporveksel V3 sveives helt om. Tog 2 passerer sporveksel V3 i en hastighet hvor toget ikke sporer av, og passerer også gjennom sporveksel V1 (f.eks. oppkjøring). Dette kan resultere i topphendelsen sammenstøt tog-tog TH2.
  - Sporveksel V3 sveives helt om. Tog 2 passerer sporveksel V3 for kjøring til venstre med en hastighet som er høyere enn tillatt. Dette kan resultere i topphendelsen avsporing TH1-C.
- Ingen tog på spor 2. Dette gir ingen konsekvens.



#### 4.1.1.1 Sannsynlighetsvurdering TH1-A (Avsporing V3)

Sannsynligheten for at scenario 1 ender med TH1-A (Avsporing V3) vurderes til å være F1 “lite sannsynlig” fordi:

1. Det er “lite sannsynlig” at feil veksler sveives. Tog 1 står foran signal 2.
2. Det er “lite sannsynlig” at tog 2 har passert balisegruppe og signal idet sveiven stikkes inn i drivmaskinen.
3. Dersom vekselen har flere drivmaskiner som skal sveives er det drivmaskinen lengst bort fra tungespiss som skal sveives først, deretter drivmaskinen nærmest tungespissen, se referanse (3) (4). Det vil ta relativt lang tid å sveive veksler med flere to eller flere drivmaskiner. Derfor anses det som “lite sannsynlig” at den som sveiver likevel rekker å sveive alle veksler så langt at avstanden mellom tungespiss og stokkskinne er større enn 3 mm i tidsrommet mellom “tog 2 passerer balisegruppe og signal 3”, og “før det har passert veksler V3”.

Avsporing i dette scenariet vurderes som “lite sannsynlig”, altså F1 i risikomatriksen.

#### 4.1.1.2 Konsekvensvurdering

- Høy hastighet gir topphendelsen TH1-A (Avsporing V3): Tog 2 vil spore av i veksler V3. Konsekvensen kan bli 1 drept, altså K5 i risikomatriksen.

**Tabell 4.1: Konsekvens ved høy hastighet**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1					●	

- Lav hastighet gir topphendelsen TH1-A (Avsporing V3): Tog 2 vil spore av i veksler V3. Konsekvensen kan bli førstehjelpsskade, altså K1 i risikomatriksen.

**Tabell 4.2: Konsekvens ved lav hastighet**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1	●					



#### 4.1.1.3 Sannsynlighetsvurdering TH1-B og TH1-C

Sannsynligheten for at scenario 1 ender med en TH1-B (Avsporing V1) eller TH1-C (Avsporing V3) vurderes til å være "lite sannsynlig" fordi:

1. Det er "lite sannsynlig" at feil veksler sveives. Tog 1 står foran signal 2.
2. Det er "lite sannsynlig" at tog 2 har passert balisegruppe og signal idet sveiven stikkes inn i drivmaskinen.
3. Dersom vekselen har flere drivmaskiner som skal sveives er det drivmaskinen lengst bort fra tungespiss som skal sveives først, deretter drivmaskinen nærmest tungespissen, se referanse (3) (4). Det vil ta relativt lang tid å sveive veksler med flere to eller flere drivmaskiner. Derfor anses det som "lite sannsynlig" at den som sveiver likevel rekker å sveive fullstendig om.

Avsporing i dette scenariet vurderes som "lite sannsynlig", altså F1 i risikomatriksen.

#### 4.1.1.4 Konsekvensvurdering

- Høyere enn tillatt hastighet for avvik gir topphendelsen TH1-C (Avsporing V3): Tog 2 vil spore av i veksler V3. Konsekvensen kan bli 1 drept, altså K5 i risikomatriksen.

**Tabell 4.3: Konsekvens ved ikke tillatt hastighet**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1					●	

- Tillatt hastighet for avvik gir topphendelsen TH1-B (Avsporing V1): Tog 2 vil passere veksler V3 til avvik og spore av i veksler V1. Konsekvensen kan bli førstehjelpsskade, altså K1 i risikomatriksen.

**Tabell 4.4: Konsekvens ved tillatt hastighet**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1	●					



#### 4.1.1.5 Sannsynlighetsvurdering TH2

Sannsynligheten for at scenario 1 ender med en TH2 (Sammenstøt tog-tog) vurderes til å være "lite sannsynlig" fordi:

1. Det er "lite sannsynlig" at feil veksel sveives. Tog 1 står foran signal 2.
2. Det er "lite sannsynlig" at tog 2 har passert balisegruppe og signal idet sveiven stikkes inn i drivmaskinen.
3. Dersom vekselen har flere drivmaskiner som skal sveives er det drivmaskinen lengst bort fra tungespiss som skal sveives først, deretter drivmaskinen nærmest tungespissen, se referanse (3) (4). Det vil ta relativt lang tid å sveive vekseler med flere to eller flere drivmaskiner. Derfor anses det som "lite sannsynlig" at den som sveiver likevel rekker å sveive fullstendig om.
4. At veksel V1 ligger slik at den kan kjøres opp eller helt til avvik slik at tog 2 kan passere, anses også som "lite sannsynlig".

Avsporing i dette scenariet vurderes som "lite sannsynlig", altså F1 i risikomatriksen.

#### 4.1.1.6 Konsekvensvurdering

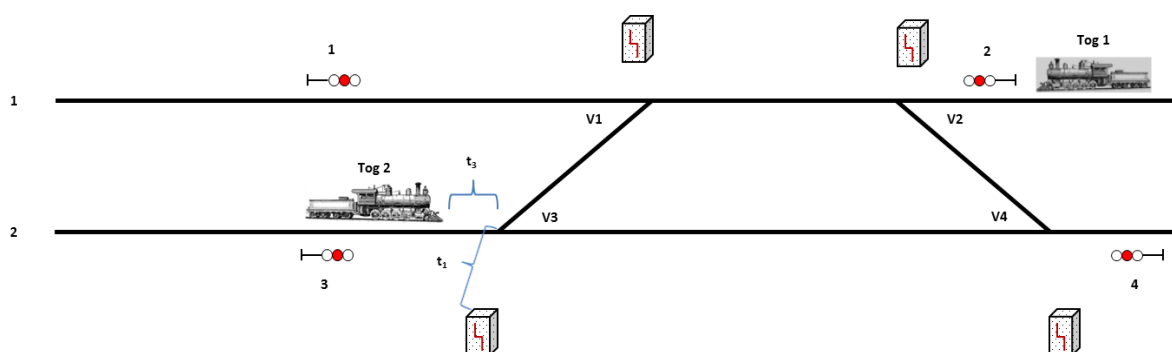
- Tillatt hastighet for avvik gir topphendelsen TH2 (Sammenstøt tog-tog): Tog 2 vil passere veksel V3 til avvik, passere veksel V1 og kollidere med tog 1. Konsekvensen kan bli 1 drept, altså K5 i risikomatriksen.

**Tabell 4.5: Konsekvens ved tillatt hastighet**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1					●	

## 4.2 Identifisering og vurdering av fare scenario 2 (tog har passert signal)

Dersom toget har passert signalet når sveiv tas ut av sveivskapet eller sveiv settes inn i drivmaskin, vil ikke toget kunne stoppes. Fører ser ikke at signalet går til stopp og ATC viser kjørt når toget passerer.



Figur 4: Scenario 2 (tog har passert signal)

Forutsetning for at en fare skal oppstå:

Feil veksler (V3) sveives + Ingen forrigling i sveivskap + Avstand mellom sveivskap og veksler

$t_1$  = Tiden det tar fra den som skal sveive går fra sveivskap til veksler

$t_2 = 0$  (Toget har passert signal, signal har gått til stopp)

$t_3$  = Tiden det tar fra toget passerer signal til det kommer fram til sporvekselen

For at en fare skal kunne oppstå må følgende være oppfylt:

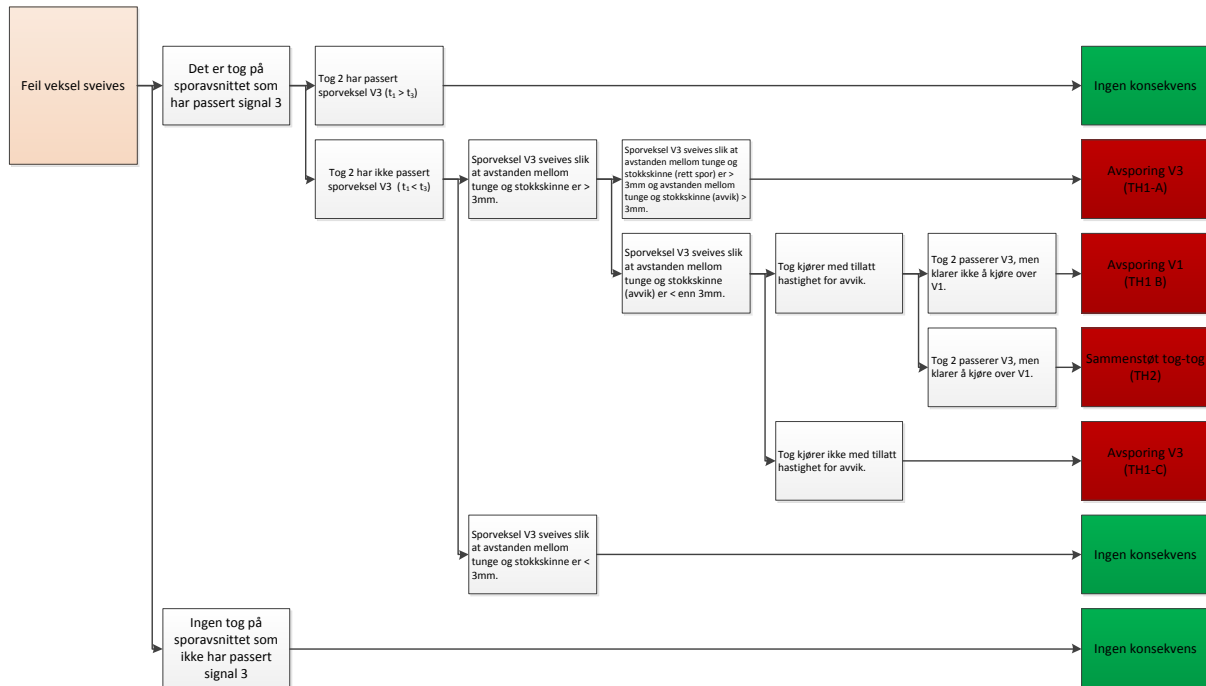
$$t_1 < t_3$$

Dette vil si at toget befinner seg mellom signal 3 og veksler V3 når sveiven settes inn i drivmaskinen.



#### 4.2.1 Hendelsestre scenario 2 (tog har passert signal)

Dersom faren i scenario 2 oppstår kan det resultere i en av topphendelsene TH1-A (Avsporing V3), TH1-B (Avsporing V1), TH1-C (Avsporing V3) eller TH2 (Sammenstøt tog-tog).



Figur 5: Hendelsestre scenario 2 (tog har passert signal)

#### Beskrivelse av hendelser

Det er forutsatt at sidedekning for togvei HS3 gis av sporveksel 1 i kontroll for kjøring til høyre (uten dette oppfylt vil ikke signal 5 kunne vise kjøretillatelse).

- Tog 2 befinner seg mellom signal 3 og sporveksel V3 på spor 2. Tog 1 venter på grønt for å kunne kjøre videre på spor 2 etter at tog 2 har passert. Sporveksel V1 kan ikke omstilles grunnet en feil og den må derfor sveives. Den som skal sveive tar ut sveiv fra et sveivskap som ikke er i nærheten ( $t_1 > t_3$ ) av sporveksel V3. Sveiven settes inn i drivmaskin i sporveksel V3 i stedet for i sporveksel V1.
  - Tog 2 passerer veksler V3 før sveiving startes. Dette medfører ingen konsekvens.
- Tog 2 befinner seg mellom signal 3 og sporveksel V3 på spor 2. Tog 1 venter på grønt for å kunne kjøre videre på spor 2 etter at tog 2 har passert. Sporveksel V1 kan ikke omstilles grunnet en feil og den må derfor sveives. Den som skal sveive tar ut sveiv fra et sveivskap i nærheten ( $t_1 < t_3$ ) av sporveksel V3. Sveiven settes inn i drivmaskin i sporveksel V3 i stedet for i sporveksel V1. Tog 2 har ikke passert veksler V3 før sveiving startes. Dette gir følgende scenarier:



- Sporveksel V3 sveives slik at avstanden mellom tungespiss og stokkskinne er stor nok til at tog 2 sporer av. Dette resulterer i topphendelsen avsporing TH1-A.
  - Sporveksel V3 sveives helt om. Tog 2 passerer sporveksel V3 for kjøring til venstre med hastighet så avsporing ikke finner sted i veksel V3, men klarer ikke å passere sporveksel V1. Dette kan resultere i topphendelsen avsporing TH1-B.
  - Sporveksel V3 sveives helt om. Tog 2 passerer sporveksel V3 for kjøring til venstre med hastighet så avsporing ikke finner sted og passerer også sporveksel V1. Dette kan resultere i topphendelsen sammenstøt tog-tog TH2.
  - Veksel V3 sveives helt om. Tog 2 kjører på sporveksel V3 med hastighet som er for høy for kjøring til venstre. Dette kan resultere i topphendelsen avsporing TH1-C.
  - Veksel V3 sveives slik at avstanden mellom tungespiss og stokkskinne for kjøring til høyre (rett spor) er mindre enn 3 mm. Tog 2 passerer veksel V3. Ingen konsekvens.
- Ingen tog på spor 2. Ingen konsekvens.

#### 4.2.1.1 Sannsynlighetsvurdering TH1-A (Avsporing V3)

Sannsynligheten for at scenario 2 ender med TH1-A (Avsporing V3) vurderes til å være F1 “lite sannsynlig” fordi:

1. Det er “lite sannsynlig” at feil veksler sveives.
2. Det er “lite sannsynlig” at det er nok tid til å starte å sveive før toget når sporveksel V3.
3. Dersom vekselen har flere drivmaskiner som skal sveives er det drivmaskinen lengst bort fra tungespiss som skal sveives først, deretter drivmaskinen nærmest tungespissen (3) (4). Det vil ta relativt lang tid å sveive veksler med flere to eller flere drivmaskiner. Derfor anses det som “lite sannsynlig” at den som sveiver likevel rekker å sveive alle veksler så langt at avstanden mellom tungespiss og stokkskinne er større enn 3 mm før tog 2 har passert veksler V3.

Avsporing i dette scenariet vurderes som “lite sannsynlig”, altså F1 i risikomatriksen.

#### 4.2.1.2 Konsekvensvurdering

- Høy hastighet gir topphendelsen TH1-A (Avsporing V3): Tog 2 vil spore av i veksler V3. Konsekvensen kan bli 1 drept, altså K5 i risikomatriksen.

**Tabell 4.6: Konsekvens ved høy hastighet**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1					●	

- Lav hastighet gir topphendelsen TH1-A (Avsporing V3): Tog 2 vil spore av i veksler V3. Konsekvensen kan bli førstehjelpsskade, altså K1 i risikomatriksen.

**Tabell 4.7: Konsekvens ved lav hastighet**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1	●					



#### 4.2.1.3 Sannsynlighetsvurdering TH1-B og TH1-C

Sannsynligheten for at scenario 1 ender med en TH1-B (Avsporing V1) eller TH1-C (Avsporing V3) vurderes til å være "lite sannsynlig" fordi:

1. Det er "lite sannsynlig" at feil veksel sveives.
2. Det er "lite sannsynlig" at det er nok tid til å starte å sveive før toget når sporveksel V3.
3. Dersom vekselen har flere drivmaskiner som skal sveives er det drivmaskinen lengst bort fra tungespiss som skal sveives først, deretter drivmaskinen nærmest tungespissen (3) (4). Det vil ta relativt lang tid å sveive vekseler med flere to eller flere drivmaskiner. Derfor anses det som "lite sannsynlig" at den som sveiver likevel rekker å sveive fullstendig om.

Avsporing i dette scenariet vurderes som "lite sannsynlig", altså F1 i risikomatriksen.

#### 4.2.1.4 Konsekvensvurdering

- Høyere enn tillatt hastighet for avvik gir topphendelsen TH1-C (Avsporing V3): Tog 2 vil spore av i veksel V3. Konsekvensen kan bli 1 drept, altså K5 i risikomatriksen.

**Tabell 4.8: Konsekvens ved ikke tillatt hastighet**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1					●	

- Tillatt hastighet for avvik gir TH1-B (Avsporing V1): Toget vil passere veksel V3 til avvik og spore av i veksel V1. Konsekvensen kan bli førstehjelpsskade, altså K1 i risikomatriksen.

**Tabell 4.9: Konsekvens ved tillatt hastighet**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1	●					



#### 4.2.1.5 Sannsynlighetsvurdering TH2

Sannsynligheten for at scenario 2 ender med en TH2 (Sammenstøt tog-tog) vurderes til å være "lite sannsynlig" fordi:

1. Det er "lite sannsynlig" at feil veksel sveives. Tog 1 står foran signal 2.
2. Det er "lite sannsynlig" at det er nok tid til å starte sveiving før toget når sporveksel V3.
3. Dersom vekselen har flere drivmaskiner som skal sveives er det drivmaskinen lengst bort fra tungespiss som skal sveives først, deretter drivmaskinen nærmest tungespissen, se referanse (3) (4). Det vil ta relativt lang tid å sveive veksel med flere to eller flere drivmaskiner. Derfor anses det som "lite sannsynlig" at den som sveiver likevel rekker å sveive fullstendig om.
4. At veksel V1 ligger slik at den kan kjøres opp eller helt til avvik slik at tog 2 kan passere, anses også som "lite sannsynlig".

Avsporing i dette scenariet vurderes som "lite sannsynlig", altså F1 i risikomatriksen.

#### 4.2.1.6 Konsekvensvurdering

- Tillatt hastighet for avvik gir topphendelsen TH2 (Sammenstøt tog-tog): Tog 2 vil passere veksel V3 til avvik, passere veksel V1 og kollidere med tog 1. Konsekvensen kan bli 1 drept, altså K5 i risikomatriksen.

**Tabell 4.10: Konsekvens ved tillatt hastighet**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
F5						
F4						
F3						
F2						
F1						





## 5. VURDERING MOT RISIKOAKSEPTKRITERIER

Siden denne analysen er kvalitativ, er det ikke mulig å beregne risikoen og måle denne opp mot Jernbaneverkets kvantitative akseptkriterier, som beskrevet i kapittel 2. Akseptkriteriene danner likevel en basis for kvalitative vurderinger i forhold til om de aktuelle arbeidsoperasjoner er tilstrekkelig sikre.

Det vurderes at man er innenfor akseptkriteriene fordi risikoøkningen ved å fjerne forrigling i sveivskap er så liten at den er neglisjerbar. Eksponert personell i denne analysen er både 1. person (ansatte) og 2. person (reisende). Akseptkriteriet for samfunnsrisiko og individuell risiko er derfor berørt.

## 6. KONKLUSJON

Forutsetninger som er relevante for denne risikovurderingen:

### Barriere

- Sveivskap er ikke ment benyttet for å sikre personell (togpersonell og vedlikeholdspersonell) når de oppholder-/beveger seg i sporet. Dette gjøres med andre metoder (eks: disponering, sperringer fra togleder).
- Forrigling av sveivskap er en tilsiktet barriere mot avsporing og kollisjon tog - tog (TH1, TH2).

### Drivmaskin

- Sporveksler bestykket med drivmaskiner er alltid utrustet med en sveivbryter, hvor kontroll- og drivstrømkretsen brytes når sveiven settes inn i sveivåpningen på drivmaskinen.
- Når kontroll- og drivstrømkrets brytes vil det ikke lenger være mulig å stille togvei/signal over sporvekselen og den kan heller ikke omstilles (f.eks. fra å ligge i stilling for kjøring til høyre, til å ligge i stilling for kjøring til venstre).
- Dersom det er stilt togvei/signal over sporvekselen når sveiv settes inn i drivmaskin, settes disse umiddelbart til "Stopp". Dette gjelder også for togvei/signal som denne sporvekselen er sidedekkende til.

### Operasjonelt

- Sveiv skal kun benyttes etter ordre fra togleder/TXP, se referanse (3) (4).
- Vedlikeholdspersonell har normalt egen sveiv for omlegging i forbindelse med vedlikehold/feilretting, og benytter derav ikke sveiv i sveivskap.
- Det kreves egen opplæring/godkjenning for å sveive sporveksler, for så å tillate kjøring av tog/skift over sporvekselen.



I analysemøtene kom det frem at sveiving av sporveksler for togframføring gjøres sjeldent. Det er heller ikke forrigling i alle sveivskap. Sannsynligheten for at den som skal sveive sveiver feil veksel anses som liten.

Fareidentifiseringen konkluderte med at det oppstår fare dersom feil veksel sveives. Risikovurderingen knyttet til denne faren er delt inn i to scenarier som viser at det er "lite sannsynlig" at de ender med tophendelser. Tabell 4.1 - 4.10 viser at risikoen er akseptabel.

Med dette som bakgrunn konkluderer analysegruppen med at krav i TRV om forrigling av sveiv i sveivskap kan fjernes. Sikkerheten ved sveiving av sporveksler vil da være knyttet til forriglingen i drivmaskinene, at uttak av sveiv indikeres hos togleder og operasjonelle regler.



## 7. REFERANSER

1. **Jernbaneverket.** Hendelsesloggen. [Internett]  
<http://samhandling/no/Arbeidsstotte/Verktoy-og-tjenester/Hendelseslogg/Hoved--og-Kursversjonen/>.
2. —. Teknisk Regelverk. *Signal/Vedlikehold/Annet teknisk utstyr - Kapittel 4: Sveivskap.* [Internett] [Sisert: 20 Juni 2014.]  
[https://trv.jbv.no/wiki/Signal/Vedlikehold/Annet\\_teknisk\\_utstyr](https://trv.jbv.no/wiki/Signal/Vedlikehold/Annet_teknisk_utstyr).
3. —. Trafikkregler for Jernbaneverkets nett - Kap. 12 Bestemmelser for personale som skal betjene signalanlegg. *STY-602279.* 2013.
4. —. Strekningsbeskrivelse for jernbaneverkets nett. Del 1. Generell del. *STY-602158.* 2013.
5. —. Sikkerhetshåndboken - Anbefalt praksis: Topp hendelser i risikoanalyse. *STY-601417.* 3.7.2013.
6. —. Sikkerhetshåndboken - Risikoakseptkriterier. *STY-601406.* 1.7.2013.
7. —. Sikkerhetshåndboken - Anbefalt praksis: Nytte/Kost vurderinger av risikoreducerende tiltak. *STY-601424.* 3.7.2013.
8. EN50126.