



Enkelt veisikringsanlegg på planoverganger med liten trafikk

Jernbaneverket
Biblioteket

Utgave/versjon	:	2.0
Utarbeidet av	:	JBV Hovedkontoret
Dato utarbeidet	:	2003-08-20
Kontrollert av	:	<i>Siv Havn</i>
Dato kontrollert	:	<i>2003-08-20</i>
Godkjent av	:	<i>Jeanette M. Solberg</i>
Dato godkjent	:	<i>2003-08-20</i>

Eks. 1

9625.162 MBV Euk

Rapport

BanePartner

Prosjektnr.:	29214009
Saksref.:	
Prosjektnavn:	Enkelt veisikringsanlegg på planoverganger med liten trafikk
Oppdragsgiver:	Jernbaneverket Hovedkontoret
Rapport nr.:	1

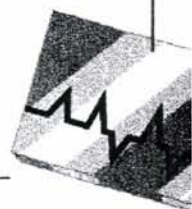
Sammendrag

Hensikten med å innføre "enkelt veisikringsanlegg" er å forbedre sikkerheten på så mange planoverganger som mulig med bevilgninger som ikke rekker til å bygge tradisjonelle veisikringsanlegg på alle. Det enkle veisikringsanlegget skal benyttes på planoverganger som i dag kun er sikret med skilt eller grind og hvor det er liten trafikk (begrenset antall bilpasseringer).

Formålet med analysen er å identifisere farer knyttet til det nye anlegget og å foreslå krav til høyeste tillate feilrate som Jernbaneverket mener er akseptabelt for dette anlegget.

Følgende vurderinger er gjort når det gjelder installering av enkelt veisikringsanlegg på planoverganger:

1. Sikkerhetsnivået for kryssing av planovergang med enkelt veisikringsanlegg vil bli betydelig høyere enn for planoverganger som er sikret kun med skilt og/eller grind.
2. Det må legges til rette for at bruker kan krysse planovergangen trygt ved å sørge for at bilfører ikke feilaktig oppfatter at signalet lyser og at signal "tog kommer" blir gitt. I tillegg må man sikre at signal mot vei kun lyser rødt når tog kommer og at opetiden er høy nok til at brukerne har tillit til anlegget.
3. Lokførerens arbeidssituasjon forbedres ved innføring av enkelt veisikringsanlegg på planoverganger som i dag er sikret med skilt og/eller grind. Planovergangene bør fremdeles skiltes med signal 67, slik at signal "tog kommer" blir gitt.
4. Anlegget må slukkes/gå i rødt når det selv detekterer feil. Varslingstiden må også være tilpasset større, tyngre kjøretøyer. Bortfall av strømforsyning er ikke farlig feil, men bør forekomme i liten grad ettersom det svekker tilliten til anlegget. Problematikk rundt at signal viser lenge rødt mot vei på grunn av at arbeidsmaskiner belegger innkoblingsfeltet må løses.
5. Krav til maksimal feilrate for farlige feil bør settes til 1/500 000 togpassering på grunnlag av erfaring fra dagens anlegg. Dagens anlegg har varsling mot tog noe som kan redusere konsekvens av at toget ikke detekteres. Denne barriere er ikke planlagt implementert i enkelt veisikringsanlegg. Dette aksepteres på bakgrunna av at antall bilpasseringer på planoverganger som skal sikres med enkeltveisikringsanlegg regnes å være betydelig mindre enn på planoverganger som er sikret ved fullt veisikringsanlegg.



For BanePartner
Prosjektansvarlig (PA):

_____ Signatur:

Prosjektleder (PL):

For NSN Jeanette Signatur:

Rapport utarbeidet av:

JES/ MT JES. / MT Signatur:

Revisjonshistorie

Rev.	Utarbeidet av	Endring/kommentar	Dato
1.0	JES	Ferdigstillelse av dokumentet	03-07-31
1.1	JES	Oppretting	03-08-12
2.0	JES	Rettet opp dokumentet samt lagt til vedlegg	03-08-20

Innholdsfortegnelse

1. INTRODUKSJON	6
1.1 BAKGRUNN.....	6
1.2 FORMÅL.....	6
1.3 AVGRENSINGER.....	6
1.4 ANTAGELSER OG FORUTSETNINGER.....	6
1.5 TERMINOLOGI.....	7
1.6 ANALYSEGRUPPENS SAMMENSETNING.....	7
2. AKSEPTKRITERIE OG ANALYSEMETODIKK	8
2.1 AKSEPTKRITERIER.....	8
2.2 ANALYSEMETODIKK.....	8
3. SYSTEMBESKRIVELSE FOR TEKNISK POSISJONSKONTROLL	9
3.1 VIRKEMÅTE FOR ENKELT VEISIKRINGSANLEGG.....	9
3.1.1 <i>Togdeteksjon</i>	10
3.1.2 <i>Transmisjon</i>	10
3.1.3 <i>Lyssignaler</i>	10
3.1.4 <i>Stromforsyning</i>	10
3.1.5 <i>Kontrollsystem</i>	10
4. FAREIDENTIFIKASJON	11
4.1 BRUKER.....	11
4.2 LOKFORER.....	11
4.3 SYSTEM.....	11
5. FREKVENNS- OG KONSEKVENNS VURDERINGER	12
5.1 FREKVENNSVURDERINGER.....	12
5.1.1 <i>Frekvensvurderinger i forbindelse med krav til anlegget</i>	12
5.2 KONSEKVENNSVURDERINGER.....	12
6. RISIKOVURDERINGER	13
6.1 VURDERING AV SIKKERHETSnivÅET KNYTTET TIL BRUKER/BILFORER.....	13
6.2 VURDERING AV LOKFORERENS ARBEIDSSITUASJON.....	13
6.3 VURDERING AV SIKKERHETSnivÅET KNYTTET TIL SYSTEMET.....	14
6.4 KRAV TIL NYTT SYSTEM.....	15
6.4.1 <i>Sporfelt som deteksjonsmetode</i>	15
6.4.2 <i>Krav til dagens signalanlegg</i>	15
6.4.3 <i>Dagens veisikringsanlegg</i>	15
6.4.4 <i>Sannsynlighet for sammenstøt ved forskjellige feilfrekvenser</i>	16
7. RISIKOREDUSERENDE TILTAK	17
7.1 RISIKOREDUSERENDE TILTAK KNYTTET TIL BRUKER/BILFORER.....	17
7.2 RISIKOREDUSERENDE TILTAK KNYTTET TIL LOKFORERS ARBEIDSSITUASJON.....	17
7.3 RISIKOREDUSERENDE TILTAK KNYTTET TIL SYSTEMET.....	18
8. KONKLUSJON OG ANBEFALINGER	19
9. USIKKERHET	20
10. REFERANSER OG UNDERLAG	21
11. VEDLEGG	21

1. Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Hensikten med å innføre "enkelt veisikringsanlegg" er å forbedre sikkerheten på så mange planoverganger som mulig med bevilgninger som ikke rekker til å bygge tradisjonelle veisikringsanlegg. Omtrent 30% av alle fatale uhell i norsk jernbanevirksomhet skjer på planoverganger. Ettersom Jernbaneverket tilstreber en meget høy sikkerhet, er det naturlig å prioritere dette risikoområdet. Regionene har et program som går ut på sanering og forbedring av planoverganger.

Det enkle veisikringsanlegget skal benyttes på planoverganger som i dag kun er sikret med skilt eller grind og hvor det er liten trafikk (begrenset antall bilpasseringer). Dette anlegget er ingen erstatning for fullt sikringsanlegg.

På grunn av interoperabilitetsprinsippet kan det ikke benyttes løsninger for veisikringsanlegg og annet som krever nasjonal spesialutrustning i rullende materiell.

1.2 Formål

Formålet med analysen er å identifisere farer knyttet til det nye anlegget og å foreslå krav til høyeste tillatte feilrate som Jernbaneverket mener er akseptabelt for dette anlegget. I forbindelse med dette er analysen delt inn i følgende områder:

- Vurdere farene/sikkerheten knyttet til den daglige bruker av anlegget.
- Vurdere farene/sikkerheten knyttet til lokførere.
- Vurdere farene/sikkerheten knyttet til systemet.
- Vurdere krav til maksimal feilrate ved nytt anlegg.

1.3 Avgrensinger

Det er tatt utgangspunkt i den foreløpige produktbeskrivelsen. Analysen har tilsvarende detaljeringsnivå som produktbeskrivelsen. Ettersom for eksempel deteksjonsmetode ikke er definert er det vanskelig å sette konkrete krav til maksimal feilrate for anlegget. Maksimal feilrate vil være nært knyttet til deteksjonsmetode.

Analysen ser kun på hvordan sikkerhetsnivået påvirkes ved å innføre enkelt veisikringsanlegg på planoverganger på private veier, landbruksoverganger og overganger for skogsdrift. Primærbruker av anlegget er fører av bil/større kjøretøyer. Fotgjengere som brukergruppe er ikke vurdert særskilt, men det kan være aktuelt å benytte anlegget på planoverganger for gående. Det bør da gjøres en risikovurdering av farer knyttet til denne brukergruppen.

1.4 Antagelser og forutsetninger

Det enkle veisikringsanlegg skal teknisk være tilpasset enkeltsporet strekning hvor toghastigheten \leq 130 km/t, maksimalt 100 togpasseringer og maksimalt 50 kjøretøy passeringer pr. døgn.

I praksis forutsettes det at togtettheten ikke skal overstige 30 tog/døgn og antall bilpasseringer ikke skal overstige 50 passeringer/døgn på planoverganger som skal utrustes med enkelt veisikringsanlegg.

Forutsetter ca. 5000 sporfelt på jernbanenettet i Norge, ref. /3/.

Det forutsettes at det gjøres risikovurderinger på den enkelte planovergangen før implementering for å sikre at planovergangen oppfyller forutsetningene og for å tilpasse anlegget.

Risikonivået er vurdert ut i fra at de risikoreduserende tiltakene bli implementert.

1.5 Terminologi

Forkortelse:	Forklaring/Fullstendig:
BP	Jernbanelinjen, BanePartner
EVS	Enkelt veisikringsanlegg
HK	Jernbanelinjen, Hovedkontoret
JBV	Jernbanelinjen
PLO	Planovergang

1.6 Analysegruppens sammensetning

Personell	Oppgaver	Tilhørighet
Geir Jørstad	Deltager på analyse møte	HK
Terje Eidsmoen	Deltager på analyse møte	HK
Tore Fagervold	Deltager på analyse møte	HK
John Solem	Deltager på analyse møte	HK
Jørgen Andersen	Deltager på analyse møte	BanePartner
Mona Tveraaen	Møteleder og utarbeiding av rapport	BanePartner
Jeanette M Sølvberg	Utarbeiding av rapport	BanePartner

2. Akseptkriterie og analysemetodikk

2.1 Akseptkriterier

Jernbaneverket sitt overordnede mål for jernbanesikkerhet er ref /1/:

"Det etablerte sikkerhetsnivå for jernbanetransport i Norge skal opprettholdes. Alle endringer skal sikre en utvikling i en positiv retning."

I tråd med det overordnede sikkerhetsmålet er akseptkriteriet for denne analysen formulert slik:

Sikkerhetsnivået etter installasjon av enkelt veisikringsanlegg på planoverganger skal ikke være vesentlig dårligere enn tradisjonelt veksikringsanlegg.

Det forutsettes at sikkerhetsnivået etter installasjon av enkelt veisikringsanlegg på planoverganger som i dag er sikret med grind eller skilt planoverganger blir vesentlig høyere.

2.2 Analysemetodikk

For å få klarhet i hvilke farer som er knyttet til bruk av det enkle veisikringsanlegget for planoverganger, ble det avholdt et fareidentifikasjonsmøte. Her ble farene eller risikomomentene delt inn etter som de var tilknyttet den vegfarende brukeren, togframføring eller om feilen var knyttet til systemet i seg selv. Brukerfeil betegner feil som bruker kan gjøre og muligheter for feiltolkninger av anlegget. I forbindelse med farer knyttet til togframføring eller lokfører var det i utgangspunktet manglende varsling mot tog som ble diskutert fordi dette medfører en endring i lokførers arbeidssituasjon. Under "systemfeil" ble alle hendelser som gruppen mente kunne føre til feil i anlegget, angitt.

I etterkant ble det foretatt en risikovurdering. Det ble i tillegg foreslått risikoreduserende tiltak. For å se effekten av eventuelle risikoreduserende tiltak, ble følgende forhold vurdert:

1. Sannsynligheten for at enkelthendelsen skal inntreffe.
2. Sannsynlighet for at enkelthendelsen skal inntreffe etter innføring av risikoreduserende tiltak.
3. Sannsynligheten for at enkelthendelsen, dersom den inntreffer, skal føre til tophendelsen (sammenstøt på planovergang).
4. Totalbilde av risiko knyttet til enkelthendelsen.

For å rangere de identifiserte uønskede hendelsene ble følgende kategorier benyttet:

Sannsynlighets-/ risiko kategorier
Middels
Middels/liten
Liten
Neglisjerbar

Figur 1 Sannsynlighet-/ risikokategorier.

Risikoen er vurdert på bakgrunn av de risikoreduserende tiltakene som blir innført.

Forslag til krav til maksimal feilsannsynlighet på anlegget er gjort ut i fra vurderinger rundt deteksjonsmuligheter av tog ved dagens sporfelt, og feilfrekvensen knyttet til disse. Dette er basert på tidligere utarbeidede rapporter. Det er i tillegg lagt inn vurderinger av antall tog- og bilpasseringer og sannsynlighet for sammenstøt. Med feilsannsynlighet menes hvor ofte anlegget kan feile, slik at sammenstøt tog – objekt kan inntreffe.

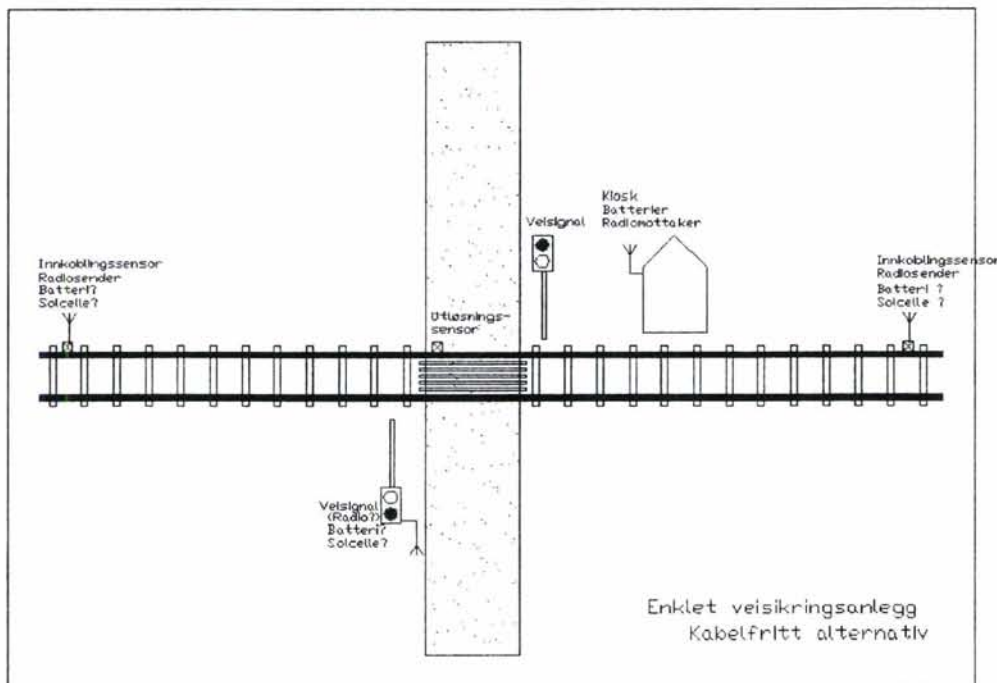
3. Systembeskrivelse for teknisk posisjonskontroll

3.1 Virkemåte for enkelt veisikringsanlegg

Hver gang et tog nærmer seg planovergangen skal toget detekteres av veisikringsanlegget, slik at lyssignalene skifter fra hvitt til rødt senest 35 og tidligst 90 sekunder før toget kommer til planovergangen. Lyssignalene skal skifte tilbake til hvitt 1-5 sekunder etter at siste vogn har passert planovergangen. Se skisse figur 1.

Dersom veisikringsanlegget selv oppdager at det ikke kan gi pålitelige signaler (for eksempel om detektorene slutter å gi informasjon), eller strømforsyningen faller ut skal signalet slukkes (endret fra vekselblink) eller på annen måte indikere at det ikke er virksomt. Det skal da om mulig sendes feilmelding til togleder som SMS-melding, og veifarende skal om mulig opplyses om at det er feil.

En mulig løsning på systemet er skissert i figuren nedenfor.



Figur 2. Mulig ny løsning på veisikringsanlegg

3.1.1 Togdeteksjon

Innretningen som detekterer tog som nærmer seg planovergangen, og som starter opp prosessen med å få lyssignalene til å skifte fra hvitt til rødt, er innkoblingsdetektorene. Det er en innkoblingsdetektor for hver av de to kjøreretningene toget kommer fra. For at togene skal detekteres den foreskrevne tiden før de kommer til planovergangen, må detektorene plasseres en distanse D (i meter) foran planovergangen. Distansen D avhenger av togenes største hastighet (togenes hastighet er normalt bestemt ved skilt (eller togslag)).

Teknisk kan funksjonen å detektere tog løses på flere måter. De mest kjente prinsippene er :

- 1) Sporfelter
- 2) Akselteller
- 3) Aksellerometer
- 4) Induktive sløyfer
- 5) Veieceller
- 6) Akustisk
- 7) Optisk
- 8) Radar

3.1.2 Transmisjon

I dette prosjektet er det behov for transmisjon fra begge innkoblingsdetektorene til kontrollsystemet og fra kontrollsystemet til togledersentralen. Det tradisjonelle transmisjonsmediet for sikkerhetskritiske applikasjoner er kabel. Dersom det finnes kabel med ledige tråder langs sporet, som kan avgrenses ved begge innkoblingssensorene og ved planovergangen, blir det billigst og sikrest. Da må det enkle veisikringsanlegget være konstruert slik at kablen kan brukes som transmisjonsmedium på en kosteffektiv måte. Men i mange tilfeller er ikke kabel tilgjengelig. Derfor må det enkle veisikringsanlegget også være forberedt for bruk av radioforbindelse. GSM-telefoni har vært nevnt som transmisjonsmedium, men det er forkastet fordi det ikke kan påregnes GSM-dekning over alt før GSM-R blir bygget. Dessuten fører GSM med seg gebyrer.

3.1.3 Lyssignaler

Lyssignalene skal være av typen LED-matrise (LED= Light Emitting Diode = lysdiode), fordi slike har levetid på 10 år eller mer. Det skal vises rødt blinklys når det er detektert tog som nærmer seg planovergangen, og hvitt blinklys når intet tog nærmer seg. Diameteren og styrken på lyssignalene kan vurderes og tilpasses veihastigheten. Ved særlig liten veitrafikk kan lyssignaler etter vurdering plasseres kun på en side av sporet, med to signalhoder på felles mast, som lyser hver sin vei.

3.1.4 Strømforsyning

Muligheter for strømforsyning varierer sterkt på de stedene man vil installere enkle veisikringsanlegg. Derfor må veisikringsanlegget kunne akseptere flere forskjellige former for strømforsyning. Alle forskjellige former for strømforsyning må kunne realiseres på mest mulig kostnadseffektiv måte. Hele veisikringsanlegget må være konstruert med stor vekt på strømsparende løsninger, slik at kombinasjonen batteri og lading fra solceller eller bare batteridrift er mulig.

3.1.5 Kontrollsystem

Det enkle veisikringsanleggets kontrollsystem skal ta imot meldinger fra innkoblingssensorene og utkoblingssensorene om tog som nærmer seg, kalkulere hvor disse togene befinner seg i forhold til planovergangen og tenne hvitt eller rødt lys i henhold til det. Kontrollsystemet skal registrere så mange typer feil og tilløp til feil som mulig, og generere meldinger til togleder om det. Kontrollsystemet skal selv ta seg ut av feilsituasjoner dersom det er mulig uten å risikere farlige situasjoner. Se flytdiagram i vedlegg 3 for hvordan kontrollsystemets virkemåte bør være.

4. Fareidentifikasjon

Det ble avholdt et fareidentifikasjonsmøte den 20.02.03 hvor farer/uønskede hendelser knyttet til bruker, lokfører og system ble identifisert. Disse finnes i kolonnen "Fare /uønsket hendelse" i risikoanalyseeskjemaet i vedlegg 1.

4.1 Bruker

De uønskede hendelsene knyttet til bruker kan deles opp i to kategorier. De hendelsene som skyldes bilførerens uaktsomhet og de hendelsene som skyldes dårlig merking/skilting/opplysning mot bilfører/bruker. Tilfeller der Jernbaneverket har mulighet til å utbedre forholdene for fører søkes å realiseres i størst mulig grad. Det fokuseres mindre på ytterligere tilrettelegging for bruker i de tilfellene bruker av kjøretøy bevisst handler risikofylt til tross for tilretteleggelse fra Jernbaneverket.

4.2 Lokfører

Det nye systemet er planlagt uten signal mot tog. Dersom toget ikke detekteres i dagens anlegg vil forsignal mot tog eller planovergangssignal vise stopp. Dette gir lokfører en mulighet til å redusere hastigheten, og i enkelte tilfeller unngå sammenstøt dersom det befinner seg et kjøretøy på planovergangen. I det nye konseptet vil dette i praksis si at i alle tilfeller hvor toget ikke detekteres, vil signalet mot vei vise klart. Dette innebærer da at lokfører ikke vil ha mulighet til å bremse ned fordi han ikke mottar noen informasjon om at toget ikke er detektert.

4.3 System

De uønskede hendelsene knyttet til systemet kan også deles i to kategorier. Det er de feil knyttet til leverandør av systemet og det er de feil knyttet til Jernbaneverkets eksisterende anlegg. Feil knyttet til Jernbaneverkets anlegg vil f.eks. være feil ved strømforsyning dersom det benyttes eksisterende reléskap.

5. Frekvens- og konsekvens vurderinger

5.1 Frekvensvurderinger

5.1.1 Frekvensvurderinger i forbindelse med krav til anlegget

Det foreligger lite inngangsdata når det gjelder hvor ofte dagens veisikringsanlegg feiler. Det er registret 49 feil som gir klart for bil når tog kommer i perioden 1997-2002. Dette tilsvarer ca. 10 feil pr år. Det er ca. 430 veisikringsanlegg av typen helbom, halvbom, lyd og lys. Det vil si at det for dagens veisikringsanlegg går 43 år mellom hver gang et anlegg ikke gir rødt lys for bil ref. /5/. Disse feilene vil være mere kritiske i det planlagte nye anlegget ettersom lokfører ikke mottar varsling om at toget ikke er detektert.

I løpet av perioden 1990 og 2001 er det rapportert inn 39 sikkerhetskritiske feil på sporfelt på norsk jernbanenett ref. /3/. Dette betyr at sporfeltene ikke detekterer tog ca 1 av 10.000.000 togpasseringer (se beregninger i vedlegg 3). Et krav til et nytt anlegg må sees i sammenheng med hvor ofte sporfelt feiler dersom det skal benyttes sporfelt som deteksjonsmetode.

5.2 Konsekvensvurderinger

Samtlige av farene identifisert i vedlegg 1 kan i ytterste konsekvens lede til følgende topphendelse definert i 1B-Si ref. /1/:

- Personer skadet på planovergang
- Sammenstøt tog-objekt (bilfører rekker å komme seg ut av kjøretøyet).

Betegnelsen "sammenstøt på planovergang" er benyttet videre i analysen som et samlebegrep for disse topphendelsene.

Topphendelsene kan inntreffe som følge av at:

- Veisikringsanlegget feiler og det samtidig er et kjøretøy på planovergangen, eller
- Kjøretøy har feilaktig (bevisst eller ubevisst) kjørt mot "rødt" og tog kommer.

Det er i denne vurderingen ikke tatt hensyn til at lokfører kan oppdage kjøretøyet på planovergangen slik at han kan klare å bremse ned/stoppe toget eller at fører av kjøretøy kan ha så god sikt at han ser toget og rekker å komme over/rygge tilbake.

6. Risikovurderinger

Alle de identifiserte farene beskrevet under "Fare/uønsket hendelse" kan medføre sammenstøt på planovergang.

De risikoreducerende tiltakene er beskrevet i kap.7.

6.1 Vurdering av sikkerhetsnivået knyttet til bruker/bilfører

Farer knyttet til brukeren av systemet som er vurdert å være forbundet med en middels eller middels/liten risiko er beskrevet nedenfor. En del av disse forholdene er knyttet til utforming av anlegget eller planovergangen, andre er i større grad knyttet til holdninger til passering av trafikkert togspor.

Bruker ser/oppfatter feilaktig at signalet viser kjøør

Kun spesielle forhold (lav sol) medfører at forholdet inntreffer, men dersom bilfører feilaktig oppfatter at signalet viser kjøør er sannsynligheten for sammenstøt stor.

Signalet lyser ikke

Signalet skal, dersom det selv detekterer feil, slukke. Frekvensen av hendelsen avhenger derfor av anleggets pålitelighet og oppetid. Gruppen har antatt at det er stor sannsynlighet for å få slukket signal. Ved slukket signal antas det at fører av kjøretøy viser aktsomhet. (Kjøører som om plo ikke var sikret).

Fører av kjøretøy krysser plo når lyssignal viser stopp fordi signalet viser stopp i lang tid

Anlegget kan vise stopp i lang tid dersom arbeidsmaskin belegger innkoblingsfeltet eller dersom det er falskt belegg på innkoblingsfeltet. Dersom signalet er slukket i lang tid er det sannsynlig at fører av kjøretøy antar at det er feil på anlegget og velger å krysse.

Bilfører klarer ikke å stoppe før plo på grunn av høy fart og/eller glatt føre

Dersom planovergangen ligger i bunnen av en bakke kan det være vanskelig å få stoppet før planovergang ved glatt føre. Dette gjelder også dersom bilføreren holder for høy fart før planovergangen. Vegstandarden og siktforholdene begrenser ofte hastigheten.

Kjøretøy bruker lang tid på kryssing

Større kjøretøyer bruker lang tid på kryssing og kan derfor i enkelte tilfeller befinne seg på planovergangen når signalet skifter fra klart til stopp. Varslingstiden er satt til minimum 35 - og maksimum 90 sekunder.

Kjøretøy sitter fast på plo

Dersom veistandarden er dårlig, planovergangsledningen er for smal eller dersom kjøretøyet er for lavt eller tungt lastet, kan det bli sittende fast på planovergangen.

Vurdering av forholdene er nærmere beskrevet i vedlegg 1. Risikoreducerende tiltak er diskutert under kap 7.1. Ved implementering av de risikoreducerende tiltakene nevnt i kap.7 er enkelt veisikringsanlegg vurdert å gi en betydelig reduksjon i risiko ved kryssing av planoverganger som tidligere var sikret kun med skilt eller grind.

6.2 Vurdering av lokførerens arbeidssituasjon

Lokførerens arbeidssituasjon bedres dersom man ser på den enkelte planovergangen før og etter sikring med enkelt veisikringsanlegg. Følgende forhold er forbundet med risiko:

Lokfører vil ikke oppdage at anlegget er nede/ ute av drift

Det enkle veisikringsanlegget har ikke varsling mot tog. Dette medfører at det ikke kan forventes at lokfører får bremset/stanset toget. Lokfører vil heller ikke ha mulighet til å oppdage at anlegget er uvirksomt ved å observere om bommene ligger nede når toget passerer, ettersom anlegget i utgangspunktet ikke er utrustet med bomber. Ved dagens veisikringsanlegg inntreffer denne feilen i følge data i fra Banedatabanken i gjennomsnitt én gang hvert 43. år for et anlegg. Se kapittel 6.4.3.

Lokfører lar være å gi signal "tog kommer"

Ved planoverganger som i dag er sikret med grind eller skilt vil fjerning av signal "tog kommer" medføre økt risiko dersom anlegget er uvirksomt. Det vil være større sannsynlighet for at en lokfører som ikke er kjent på strekningen ikke vil oppdage planovergangen og eventuelt få redusert hastigheten dersom det befinner seg et kjøretøy på planovergangen. Det er ikke lokførerens ansvar å oppdage en slik situasjon, men sannsynlighet for at han gjør det reduseres ved å fjerne skilting.

Lokfører ser ikke kjøretøy på planovergang

Siktavstand til plo er ofte for kort til at lokfører har mulighet til å redusere hastighet eller stanse toget dersom han/hun oppdager kjøretøy på planovergangen. Forholdet er ikke endret i forhold til dagens situasjon.

6.3 Vurdering av sikkerhetsnivået knyttet til systemet

De viktigste farene knyttet til systemet er vurdert å være feil ved deteksjon av tog og andre systemfeil som gir klart for kjøretøy når signalet skulle vist stopp.

Lyssignal ved planovergang viser feilaktig klart for kjøretøy når det skulle vist stopp

Dette kan inntreffe som følge av :

- Detektor er i drift, men detekterer ikke tog.
- Kontrollanlegg oppdager ikke at detektor er "død", samtidig som det er kontaktsvikt i detektor-radio del. Signalet (telegrammet) er så svakt og tolkes feilaktig til "det kommer ikke tog" når tog kommer.
- Programmeringsfeil fra leverandør.

Dette er de mest alvorlige feilene ettersom de medfører at signal mot vei lyser klart og fører av kjøretøy oppfatter situasjonen som trygg. Sannsynlighet for at slike feil skal oppstå er imidlertid liten.

Ingen strømforsyning

Manglende strømforsyning vil resultere i at signalet slukkes. Det er sannsynlig at situasjoner med slukket signal inntreffer, men fører av kjøretøy antas å krysse planovergangen aktsomt dersom signalet er slukket.

Anlegget viser lenge rødt mot vei

Anlegget viser lenge rødt mot vei blant annet som følge av at arbeidsmaskiner belegger innkobilingsfeltet i lang tid. Dette kan medføre at bruker kan miste respekt for signalet.

Vekselblink som feiltilstand kan medføre klarsignal mot kjøretøy

Produktbeskrivelsen ble endret i etterkant av analyse møtet fordi det ble avdekket et forhold som var i strid med failsafe prinsippet. Lampen skulle opprinnelig vekselblinke mellom rødt og hvitt dersom systemet selv detekterte feil. Dette ville imidlertid medføre at ved feil på rød lampe (ledningsbrudd eller lignende) ville hvit feilaktig indikere klart mot vei. Produktbeskrivelsen ble derfor endret til at anlegget skulle slukkes helt dersom det selv detekterte feil. Bakgrunnen for at man valgte at anlegget skulle være slukket som sikker tilstand, var at man var usikker på anleggets oppetid. Ved høy nedetid vil bruker kunne miste respekt for det røde signalet og krysse planovergangen når signalet lyser rødt. Det bør imidlertid vurderes om rødt signal som failsafe tilstand er gunstigere.

6.4 Krav til nytt system

Definisjonen på farlige feil er feil som gir klart mot vei når tog kommer. Denne type feil kan inntreffe som følge av feil i deteksjon av tog, systemfeil eller feil ved transmisjon. Feil som gir slukket signal er ikke definert som farlig feil og må tas i betraktning ved krav til anleggets oppetid. Det skal settes krav til maksimalt antall farlige feil i anlegget.

6.4.1 Sporfelt som deteksjonsmetode

Som underlag for å vurdere krav til maksimal feilrate ved anlegget er det blant annet tatt utgangspunkt i feilraten knyttet til dagens sporfelt ettersom dette er vurdert som mulig deteksjonsmetode. Ved valg av annen og mindre pålitelig deteksjonsmetode må det vurderes å sette andre krav til anlegget som helhet.

I løpet av perioden 1990 og 2001 er det rapportert inn 39 sikkerhetskritiske feil på sporfelt på norsk jernbanenett. Dette betyr at et tilfeldig sporfelt ikke detekterer tog ca. 1 av 10.000.000 togpasseringer (se vedlegg 3). Dersom det skal benyttes sporfelt som detektor må feilraten til anlegget som helhet tillates å være større enn feilraten til sporfeltene.

Det antas at de fleste ulykker på planovergang i dag ikke skyldes at anlegget feiler, men feil handlingsmønster hos fører av kjøretøy. De tekniske feil som skyldes anlegget ved tradisjonelle veisikringsanlegg skyldes i hovedsak manglende detektering av tog.

6.4.2 Krav til dagens signalanlegg

JD 550 ref. /4/ setter følgende krav til signalanlegg:

*Innvendig del av et sikringsanlegg, inkludert styringsenheter for utvendige objekter:
Sannsynlig feilintensitet for farlige feil < 10^{-11} per time.*

*Et komplett sikringsanlegg (innvendig anlegg og utvendige objekter):
Sannsynlig feilintensitet for farlig feil < 10^{-9} per time.*

Det er imidlertid vanskelig å etterprøve kravet. Dagens veisignal anlegg varierer i utforming, og feilraten vil dermed også variere.

6.4.3 Dagens veisikringsanlegg

Det er registrert 49 sikkerhetskritiske feil som gir klart for bil når tog kommer i perioden 1997-2002. Dette tilsvarer ca. 10 sikkerhetskritiske feil pr år. Det er ca. 430 veisikringsanlegg av typen helbom, halvbom, lyd og lys. Det vil si at det går 43 år mellom hver gang et anlegg ikke kobler inn som følge av funksjonssvikt av en eller annen komponent/element ved dagens veisikringsanlegg ref. /5/. Ut i fra de foregående beregningene betyr dette at dagens veisikringsanlegg viser klart mot vei 1/480.500 togpassering. Disse feilene vil være kritiske i det planlagte nye anlegget ettersom lokfører ikke mottar varsling om at toget ikke er detektert.

Gruppen mener at utover visse minstekrav er det mindre interessant hvilket krav som stilles til anlegget som sådan på grunnlag av at de fleste ulykkene som oppstår på dagens anlegg skyldes brukerfeil. Det blir derfor viktigere å redusere brukerfeilene. Det er lite realistisk å forvente at et vesentlig billigere anlegg skal ha en lavere feilrate enn dagens anlegg, men dette er avhengig av deteksjonsmetode.

6.4.4 Sannsynlighet for sammenstøt ved forskjellige feilfrekvenser

Det er i **Tabell 1** gjennomført en simulering hvor anlegget feiler én gang pr X togpasseringer og som viser antall år mellom hver feil og antall år mellom sammenstøt som følge av feil:

Antall togpasseringer pr feil.	Antall år mellom feil	Antall år mellom sammenstøt som følge av feil (jevnt fordelt over døgnet)	Antall år mellom sammenstøt som følge av feil (trafikk fordelt over 12 timer)
50 000	4,6	1 300	325
100 000	9,1	2 600	650
500 000	45,7	13 000	3 250
1.000.000	91,3	26 000	6 500

Tabell 1 Simulering, antall år mellom feil og antall år mellom sammenstøt.

Se også vedlegg 3.

Det tas utgangspunkt i 50 bilpasseringer per døgn og at hver bil er på planovergangen i 6 sekunder.

I kolonnen helt til høyre er det tatt hensyn til at trafikken ikke fordeler seg jevnt ut over døgnet. Sannsynligheten for sammenstøt firedobles dersom man sier at trafikken for tog og bil fordeler seg over 12 timer.

Det er heller ikke tatt hensyn til at bilfører kan oppdage toget og derfor velger å ikke krysse.

7. Risikoreduserende tiltak

Dette kapitlet tar for seg de risikoreduserende tiltakene som analysegruppen har foreslått.

7.1 Risikoreduserende tiltak knyttet til bruker/bilfører.

Bruker ser/oppfatter feilaktig at signalet viser kjøp.

Det bør være god sikt til lyssignalet og det bør vurderes om planovergangen skal skiltes med andreaskors, slik som planoverganger på offentlige veier. Signalet bør også utrustes med en skjermplate slik at man reduserer sannsynligheten for at lav sol skal føre til gjenskinn i lampen og slik gi fører av kjøretøy feilaktig inntrykk av klarsignal. Diodematriksen vil ikke gi gjennomlysningseffekt, men dersom det skal benyttes annen type lampe må man vurdere om plassering av lampe kun på den ene siden av veien vil gi økt sannsynlighet for gjennomlysning.

Signalet lyser ikke/ Fører av kjøretøy krysser plo når lyssignal viser stopp fordi signalet viser stopp i lang tid.

En høy pålitelighet ved anlegget er ønskelig. De fleste ulykker er knyttet til brukerfeil og det er viktig at bruker har høy tillit til anlegget. Dette innebærer blant annet at anlegget bør være minst mulig ute av drift. Rødt lys skal i utgangspunktet indikere "tog kommer" og det kan derfor være ugunstig at anlegget skal lyse rødt/blinke rødt når det selv har identifisert feil. Tilliten til det røde lyset svekkes dersom anlegget ofte lyser rødt. Dette gjelder også problematikken rundt arbeider ved innkoblingsfelt som medfører at anlegget går i rødt og ikke løses ut / ikke løses ut før arbeidsmaskin passerer planovergangen. Det må vurderes om en reset av anlegget, ved deteksjon av tog over lang tid. For å redusere sannsynligheten for at fører av kjøretøy overser lyssignalet, kan det vurderes å sette opp bommer i tilknytning til systemet dersom trafikkmengden på planovergangen tilsier dette. Halvbommer vil ikke hindre fører av kjøretøy i å krysse planovergangen.

Fører av kjøretøy skal kunne stole på anlegget, men er allikevel pålagt å vise aktsomhet ved kryssing av planovergangen. Det bør vurderes å sette opp "Stopp, se og lytt"-skilt ved planovergangene.

Bilfører klarer ikke å stoppe før plo på grunn av høy fart og/eller glatt føre / Kjøretøy sitter fast på plo.

Når det gjelder kjøretøyets mulighet for å stanse ved plo er dette avhengig av veistandarden ved planovergangen og føreforhold. Mindre bra veistandard begrenser hastigheten, men planovergangsledningen skal være bred nok og av god nok standard for å forhindre at kjøretøy blir sittende fast eller bruker lang tid på å krysse planovergangen. Dersom planovergangen ligger i bunnen av en bakke eller dersom det er stigning fra en av sidene til planovergangen bør det settes ut strøkasser. Brukerne har da selv mulighet til å legge til rette for å få stanset før planovergangen, for deretter å krysse planovergangen trygt. Lyssignalet vil i seg selv varsle om at bilfører nærmer seg en planovergang, men skilting av planovergangen vil virke ytterligere risikoreduserende.

Kjøretøy bruker lang tid på kryssing.

Varslingstiden på planovergangen må være tilstrekkelig slik at også større kjøretøy har tid til å passere planovergangen.

7.2 Risikoreduserende tiltak knyttet til lokførers arbeidssituasjon.

Ettersom lokfører ikke har mulighet til oppdage at anlegget er uvirksomt bør det sendes varsling til togleder når anlegget selv detekterer feil.

Lokfører vil i mange tilfeller ha vanskeligheter med å oppdage kjøretøy på planovergang. Innføring av enkelt veisikringsanlegg endrer ikke på dette. Skilt for signal "tog kommer" bør beholdes ettersom dette øker sannsynligheten for at kjøretøy kommer seg bort fra planovergangen når tog kommer. Dette gjelder både ved kjøring på rødt og ved uvirksomt anlegg. Det gjør også lokfører oppmerksom på at han/ hun nærmer seg planovergang. Lampe på planovergang er vurdert, men er lite effektivt sett i forhold til signal/forsignal mot tog.

7.3 Risikoreduserende tiltak knyttet til systemet.

Lyssignal ved planovergang viser feilaktig klart mot kjøretøy når det skulle vist stopp

For å hindre at tog ikke detekteres kan man velge detektor med høy pålitelighet eller dublere detektoren. Det innebygde feildiagnosesystemet skal kunne oppdage feilen, slik at feilen kun inntreffer én gang før den oppdages.

Når det gjelder feil hvor kontrolanlegg ikke oppdager at detektor er "død", samtidig som det er kontaktsvikt i detektor-radio del, kan dublering av detektor også være et risikoreduserende tiltak. Telegrammene må også være så forskjellige fra hverandre og så forskjellige fra jamming at de ikke skal kunne feiltolkes.

Programmeringsfeil fra leverandør må hindres ved 3. partsgranskning, SAT og FAT. Det bør også gjennomføres prøvedrift for å fange opp feil.

Sannsynligheten for slike feil må være liten, ettersom de kan medføre at signal mot vei lyser klart når tog kommer.

Ingen strømforsyning

Manglende strømforsyning vil resultere i at signalet slukkes og er således en mindre alvorlig feil ettersom fører av kjøretøy må krysse planovergangen med aktsomhet. Ved å utruste anlegget med backup på batteri der anlegget er basert på bygdestrøm vil redusere sannsynligheten for slukket signal på grunn av manglende strømforsyning. Det er forutsatt spenningsvakt på batteri dersom anlegget er basert på strømforsyning fra batteri. Det må innføres rutiner for bytte av batteri. Uten spenningsvakt må batteriet byttes 3-5 ganger i året.

Anlegget viser lenge rødt mot vei/anlegget viser hvitt mot vei når arbeidstog passere

Dersom anlegget viser lenge rødt mot vei på grunn av arbeidsmaskiner som belegger innkoblingsfeltet, kan fører av kjøretøy bli utålmodig og passere planovergangen. Systemet kan konstrueres slik at det går tilbake i hvitt lys etter en viss tid dersom det likevel ikke kommer tog på planovergang. Dette vil imidlertid si at dersom arbeidstog etter en stund skal passere planovergang, vil anlegget vise hvitt mot vei. Det må sikres at arbeidslag er oppmerksom på anleggets virkemåte og reduserer hastigheten ved passering av planovergang.

Vekselblink som feiltilstand kan medføre klarsignal mot kjøretøy.

Produktbeskrivelsen ble endret slik at sikker tilstand er slukket signal. Det bør imidlertid vurderes om rødt signal som failsafetilstand er gunstigere.

8. Konklusjon og anbefalinger

Følgende vurderinger er gjort når det gjelder installering av enkelt veisikringsanlegg på planoverganger:

1. Sikkerhetsnivået for kryssing av planovergang med enkelt veisikringsanlegg vil bli betydelig høyere enn for planoverganger som kun er sikret med skilt og/eller grind.
2. Det må legges til rette for at bruker kan krysse planovergangen trygt ved å sørge for at bilfører ikke feilaktig oppfatter at signalet lyser hvitt og at signal "tog kommer" blir gitt. I tillegg må man sikre at signal mot vei kun lyser rødt når tog kommer og at opetiden er høy nok til at brukerne har tillit til anlegget. Dette for i størst mulig grad å unngå at fører av kjøretøy krysser planovergangen når tog er varslet eller krysser uaktsomt når anlegget er ute av drift.
3. Lokførerens arbeidssituasjon forbedres ved innføring av enkelt veisikringsanlegg på planoverganger som i dag er sikret med skilt og/eller grind. Planovergangene bør fremdeles skiltes med signal 67, slik at signal "tog kommer" blir gitt.
4. Anlegget må slukkes/gå i rødt når det selv detekterer feil. Vekselblink mellom rødt og hvitt lys vil kunne føre til ulykke dersom rød lampe av annen årsak feiler. Varslingstiden må også være tilpasset større og tyngre kjøretøyer. Bortfall av strømforsyning er ikke farlig feil, men bør forekomme i liten grad ettersom det svekker tilliten til anlegget. Omfanget av arbeidet på innkoblingsfeltet ansees å være liten. Omfanget av problematikken ved at signal lenge viser rødt mot vei på grunn av at arbeidsmaskiner belegger innkoblingsfeltet, bør vurderes. Reset av anlegget kan medføre at signal viser hvitt når arbeidstog passerer planovergang. Krav til maksimal feilrate for farlige feil er beskrevet i punkt 5.
5. Krav til maksimal feilrate for farlige feil bør settes til 1/500 000 togpasseringer på grunnlag av erfaring fra dagens anlegg. Dagens anlegg har varsling mot tog. Dette kan redusere konsekvensen av at toget ikke detekteres, det vil si at toget kan bremse ned eller stoppe helt før planovergangen. Denne barrieren er ikke planlagt implementert i enkelt veisikringsanlegg. Dette aksepteres på bakgrunn av at antall bilpasseringer på planoverganger som skal sikres med enkelt veisikringsanlegg, antas å være betydelig mindre enn på planoverganger som er sikret med fullt veisikringsanlegg.

9. USIKKERHET

Analysen baserer seg på innrapporterte data i fra BaneDatabanken og Synergi. Rapporten "Vurdering av SJTs forslag til forbedringer NSI-63" ref./3/som omhandler sikkerhetskritiske sporfeltfeil bemerker at det syntes å være mangelende rapportering i perioden 1990 til 1995. Dette kan innebære at det er flere sikkerhetskritiske feil enn de 39 innrapporterte sikkerhetskritiske feilene i perioden 1990-2001.

Siden det ikke eksisterer et slikt enkelt veisikringsanlegg fra tidligere finnes det ikke registrert noe informasjon i banedatabanken heller. Derfor har vi basert våre beregninger på de dataene som foreligger for et vanlig konvensjonelt sikringsanlegg. Dette medfører at vårt tallmateriale er noe usikkert.

Det er videre gjort en rekke anslag i beregningene som er vist i vedlegg 3 .

10. Referanser og underlag

- /1/ Jernbaneverket Hovedkontoret, Sikkerhetsavdelingen, sikkerhetshåndbok Dok.nr.1B- Sikkerhet, Rev 2, 16.06.02.
- /2/ Statens Jernbanetilsyn, Forskrift 4. desember 2001 nr1335 om trafikkstyring og togframføring på statens jernbanenett og tilknyttede private spor (togframføringsforskriften).
- /3/ HolteProsjekt, Vurdering av SJT's forslag til forbedringer NSI-63, DRAFT, 2. oktober 2001
- /4/ Jernbaneverket, JD 550, Regler for prosjektering, signal. 01.01.00, Rev 2
- /5/ BanePartner, Risikoanalyse av planoverganger, Rapport nr 3, 2002-11-21.

11. Vedlegg

- /1/ Analyseskjema
- /2/ Diverse beregninger

Farene knyttet til planovergang med enkelt sikringsanlegg**VEDLEGG 1**

Kolonnen merket med "S u/Tiltak" betegner sannsynligheten for at enkelthendelsen skal inntreffe slik anlegget opprinnelig var designet og tenkt benyttet. Neste kolonne, merket "S m/Tiltak", er analysegruppens vurdering av sannsynligheten for at enkelthendelsen skal inntreffe etter at de identifiserte tiltakene er iverksatt. Kolonnen merket "S topphendelse" betegner sannsynligheten for at hendelsen skal medføre topphendelsen personer skadet i spor. Kolonnen helt til høyre betegner risikoen

FARER KNYTTET TIL BRUKER/BILFØRER

Nr.	Fare/uønsket hendelse	Årsak	Kommentar	Risikoreduserende tiltak	S u/ Tiltak	S m/ Tiltak	S		R
							Topp- hendel se		
B1	Bruker ser ikke planovergangen/lyssignal.	Dårlig rydding av vegetasjon, snømaking. På grunn av uoppmerksomhet, vegetasjon, dårlig skilting.	Ingen risikoreduksjon dersom vegetasjon og kurvatur gjør at heller ikke lyssignalet er synlig.	Det må være god sikt til lyssignalet. Andreaskors, skilting	M/L	L	L		
B2	Bruker ser/oppfatter feilaktig at signalet viser kjø	Lav sol, uoppmerksomhet.	LED er bedre enn glødelampe.	Skjermpate, skygge over lysene, lysstyrke.	M/L	L/N	M/S	M	
B3	Signalet lyser ikke.	Alle feil (se punkter under S) som detekteres i anlegget skal føre til at anlegget går til denne stillingen. Lampen i signalet er gått. Jamming av signal over lenger tid.	Fører av kjøretøy er oppmerksom på lyssignalet, dets virkemåte og at det er slukket, men velger å krysse. Vi antar derfor at fører viser samme aktsomhet som ved kryssing av en usikret planovergang. Faren vil øke jo mer upålitelig anlegget er.		S/M	M	L	L/M	
B4	Fører av kjøretøy tror ikke det går tog på strekningen/tror at det går svært få tog på strekningen.	Signalet er slukket.	Fører av kjøretøy tror ikke det går tog på strekningen/tror at det går svært få tog på strekningen.	Lyssignal vil sende signaler om at strekningen trafikkeres av tog. Rutine for melding av "signal ute av drift". Rutine for varsling til tog.	L	L	L		
B5	Fører av kjøretøy krysser plo når lyssignal viser stopp.	Ingen fysisk hindring	Fører av kjøretøy er oppmerksom på lyssignalet, dets virkemåte og at det indikerer stopp.	Eventuelt bom.	L	L	S	M	
B6		Signalet har vist stopp i lang tid.	Se S15. Andre årsaker til at signalet viser stopp i lang tid kan være falskt belegg.	Se S15 Automatisk slukking eller reset av hvitt lys.	M/L	L	S/M	M	
B7		Toget har akkurat passert.		Tiden før signalet skifter til hvitt må være kortest mulig. Dersom det tar lang tid før signalet skifter til hvitt vil bruker miste respekten for signalet og kjøre selv om det viser stopp.	L	-	L		

Nr.	Fare/uønsket hendelse	Årsak	Kommentar	Risikoreduserende tiltak	S u/ Tiltak	S m/ Tiltak	S Topp- hendel se	R
B8		Bruker kjenner ikke anlegget og misforstår anleggets virkemåte	Virkemåte overfor bilist er som ordinært anlegg. Fører viser således mindre varsomhet enn dersom planovergangen hadde vært uten lyssignal.	Skilt? Hvitt og rødt lys som på offentlig vei.	L	L	S	
B9	Lyssignal fjernes.	På grunn av kapasitetsproblemer og fører av kjøretøy blir usikker.	Fører har tidligere kunnet benytte lyssignal. Fører er oppmerksom på planovergangen, og vi antar at han/hun viser aktsomhet som ved kryssing av planovergang uten sikring. Lite sannsynlig et slikt anlegg flyttes/fjernes.	Hvis enkelt veisignalanlegg fjernes på grunn av trafikkmengden, må planovergang få et fullverdig veisikringsanlegg.	L	-	-	
B10	Forvirret fører.	Fører av bil er ikke kjent med at det er plassert ut lyssignalanlegg ved plo og blir forvirret av lyssignalene.	Fører vil passere overgang etter å ha forsikret seg om at det ikke kommer tog. Se B8. Lite sannsynlig at det kjøres på rødt signal.	Informasjon	L	-	L	
B11	Fører klarer ikke å stoppe før plo.	Det er glatt, plo i bunnen av en bakke		Lyssignal vil gjøre fører oppmerksom. Fører reduserer farten. Sandkasse. Skilting et stykke før plo på strekninger hvor bilfører har mulighet for å holde høy fart. Gir indikasjon om at her "skjer" det ett eller annet.	M/S	M	M/S	M
B12		Fører holder for høy fart	Vegstandard er normalt slik at den ikke innbyr til høy hastighet. Fører kan allikevel holde for høy fart etter forholdene.	Skilt.	L	L	M	M
B13		Signalet skifter fra klart til stopp like foran planovergang.		Tilstrekkelig varslings tid.	L	-	L	
B14	Kjøretøy bruker lang tid på kryssing	Bilfører er litt sen. Tungt kjøretøy og dårlig vei.		Utbedring av vei og skiltforhold. Tilstrekkelig varslings tid.	L/M	L	M	M

Nr.	Fare/uønsket hendelse	Årsak	Kommentar	Risikoreduserende tiltak	S u/ Tiltak	S m/ Tiltak	S Topp- hendel se	R
B17	Bilfører krysser plo lite aktsomt. (Signal viser klart)	Bilfører stoler på signalanlegg.	Til tross for signalanlegget er det viktig at fører gjøres oppmerksom på at han/hun må vise aktsomhet ved kryssing. Veitrafikkloven. Førerkortopplæring.	Sette opp "Stopp, se og lytt" skilt, "tog kommer" skilt. Høy pålitelighet i anlegget. Sikre sikt (vegetasjonsrydding)	S	M	L/N	
B18	Bil sitter fast på plo når det kommer tog.	Fører av bil stanser på planovergang ved uhell etter klarsignal for passering. For lav bil, tungt lastet	Sammenfaller noe med å skli ut på plo. Irrasjonell oppførsel.	Bredere lem, optimal vei på begge sider av plo. Tilstrekkelig varslingsid.	L/M	L	S	M
B19	Rydding av vegetasjon opphører noe som gir dårlig sikt dersom anlegget er nede.	Kravet til siktavstand fjernes som følge av iverksetting av tiltaket.		Opprettholde kravet om siktavstand, slik at det ikke blir mindre trygt enn tidligere å krysse planovergangen dersom anlegget er nede.	L	L	L	

UØNSKEDE HENDELSER KNYTTET TIL LOKFØRERSARBEIDSSITUASJON OG TOGFRAMFØRING

Nr.	Fare/uønsket hendelse	Årsak	Kommentar	Risikoreduserende tiltak	S u/ Tiltak	S m/ Tiltak	S Topp- hendel se	R
T1	Lokfører vil ikke oppdage at anlegget er nede/ute av drift	Signal mot tog er fjernet.	Lokfører har ikke mulighet til å melde om feil.	<p>Gruppen gikk bort i fra et forslag om hvitt signal mot tog i det tog passerer ettersom dette ville være en belastning for lokfører.</p> <p>Anlegget skal selv varsle når det er ute av drift.</p>	M	-	L	M/L
T2	Lokfører er ikke klar over at han skal passere en planovergang.	Lokfører er ikke kjent på strekningen.	<p>Kan det merkes på noen måte? Lampe?</p> <p>1) Skilt 678 skal være satt opp.</p>	<p>Lokfører foreslår at det skal gis signal "Tog kommer" ved planovergangene. Skiltet kan indikere for lokfører at det er planovergang. Skilt 678 skal være satt opp.</p> <p>Vaske skilt.</p>	M/L	L	L	
T3	Lokfører ser ikke bil på planovergang.	Siktavstanden til plo er for kort. Ikke lokførers ansvar å få stoppet.	Rekker ikke å bremse/stoppe.	<p>Bedre sikt fra tog.</p> <p>Tog gir signal "tog kommer"</p>	M	L	S	M
T4	Lokfører lar være å gi signal "tog kommer"	For å "være snill mot" de som bor i nærheten.	Misforstått hensynsfullhet.	Lokføreroppplæringen må påpeke dette	L	L	M	
T5		Skilt med signal "tog kommer" er fjernet	Skiltet fjernes ettersom planovergangen sikres med enkelt veisikringsanlegg. Dette medfører en økt risiko forhold til dagens situasjon i de situasjoner der anlegget er uvirksomt.	Skilt med signal "tog kommer" fjernes ikke i forbindelse med at planovergangen blir sikret med enkelt veisikringsanlegg.	S	L	M	L/M

FARER KNYTTET TIL SYSTEMET

Nr.	Fare/uønsket hendelse	Årsak	Kommentar	Risikoreduserende tiltak	S u/ Tiltak	S m/ Tiltak	S Topp- hendel se	R
S1	Lyssignal ved planovergang viser feilaktig klart i mot kjøretøy når det skulle vist stopp.	Detektor er i drift, men detekterer ikke tog.	Fører får indikasjon på at det er trygt å krysse planovergangen. Fører viser mindre varsomhet enn dersom planovergangen hadde vært uten lyssignal.	Dublering av detektor. Best mulig detektor/deteksjonsmetode. Krav til maks vegtrafikk. Vegens standard setter begrensninger på hastighet. Feilen vil kun inntreffe for en togpassering da innebygde feildiagnosesystemer vil oppdage feilen.	L	L	S	M
S2		Kontrolllys (ved vei) oppdager ikke at detektor er død samtidig som det er kontaktsvikt i detektor – radio del.	Worst case: Klart mot bil når det skulle vært stopp. Signalet (telegrammet) er så svakt og tolkes feilaktig (skal egentlig forkastes) til "det kommer ikke tog" når tog kommer.	Dublering av detektor. Telegrammene må være så forskjellig fra hverandre og så forskjellig fra jamming at det ikke skal kunne feiltolkes.	L	N	S	L/M
S3		Programmeringsfeil fra leverandør		3. parts granskning SAT, FAT, Erfaringsdrift	L	L	S	M
S4		Detektor foretar feiltransmisjon			L	L	S	M
S5		Det er inntruffet en feil som medfører vekselblink. Avklipt ledning på rød lampe gir blinkende hvitt.	Dette er en alvorlig feil. Gruppen har allerede endret dette i produktbeskrivelsen av anlegget.	Produktbeskrivelsen endres. Anlegget går i sort når feil inntreffer.	-	-	-	-
S6	Lyssignal ved planovergang viser feilaktig stopp mot vei når det skulle vist kjør.	Detektor foretar feiltransmisjon			L	L	L/M	
S7		Overlappende radiosignaler		Det brukes forskjellige frekvenser på planoverganger som ligger nærme hverandre.	L	L	L/M	
S8		Jamming av signal	Anlegget må tåle jamming en viss tid. Sette inn en tidsforsinkelse. Uten dette blir det svært ofte feil som fører til at signal mot fører går i sort/stopp		L	L	L/M	

Nr.	Fare/uønsket hendelse	Årsak	Kommentar	Risikoreduserende tiltak	S u/ Tiltak	S m/ Tiltak	S Topp- hendel se	R	
S9	Detektor detekterer ikke tog.	Detektor utsettes for ytre påvirkninger.	Forutsetter valg av detektor (optisk/laser) som tåler snø el.	Rutiner for vedlikehold	-	-	-	-	
S10		Detektor er ute av drift	For at dette skal føre til farlig feil må systemet IKKE oppdage at detektoren er ute av drift.	Velger system som oppdager at detektoren er ute av drift.	L/M	L	S	M	
S11		Detektor er demontert							
S12	Ingen strømforsyning	Bygdestrømmen har falt ut	Medfører at anlegget ikke lyser. Medfører sort signal. Fører må krysse varsomt. Anslått å inntreffe 4-5 ganger pr år	Backup på batteri. Antatt å inntreffe mindre enn 1 gang pr år.	M/S	L ¹	M	L/M	
S13		Dødt batteri	Medfører at anlegget ikke lenger lyser. Fører må krysse varsomt. Reserveforsyning faller bort.	Forutsetter spenningsvakt. Backup batteri på varighet 6-24 t. Rutiner for å bytte batteri. Med spenningsvakt må batteriet bytte hvert 10. til 20. år. Uten spenningsvakt må batteriet byttes 3 til 5 ganger i året.	L	L	M	L/M	
S14		Feil ved batterilader		Ikke definert.	-	-	-	-	
S15		Blinkende lys hvitt/rødt er mer strømkrevende.		Endret funksjonalitet! Avklipt ledning på rød lampe gir blinkende hvitt, forutsatt at det allerede er inntruffet en feil som medfører vekselblink (f.eks. som at detektor er død). Signal mot vei vil vise rødt så lenge feltet er belagt hvis sporfelte blir brukt som utkoblingsfelt. Lyssignal mot bilfører vil vise rødt lengre enn normalt og bilfører kan bli utålmodig.	Signalet skal gå i sort ved feil.	-	-	-	-

¹ Den perioden lyset er slukket kan føre til ulykke like ofte som på usikret planovergang.

Nr.	Fare/uønsket hendelse	Årsak	Kommentar	Risikoreducerende tiltak	S u/ Tiltak	S m/ Tiltak	S Topp- hendel- se	R
S16	Anlegget viser lenge rødt mot vei	Arbeidsmaskiner belegger innkoblingsfeltet i lang tid	Bruker mister respekt for signalet dersom det viser rødt signal i lang tid.	Systemet kan konstrueres slik at det går tilbake til hvitt lys etter en viss tid dersom det ikke er kommet tog på plo.	M	L	M	L/M
S17	Anlegget viser hvitt mot vei når arbeidstog passerer plo	Systemet er konstrueres slik at det går tilbake til hvitt lys etter en viss tid dersom det ikke er kommet tog på plo.		Rutiner må sikre at arbeidslag er oppmerksom på anleggets virkemåte. Redusert hastighet ved passering av plo.	M	L	S	M

VEDLEGG 2

Diverse estimat og beregninger

Utregning av frekvens for sporfeltfeil

I følge rapporten "Vurdering av SJTs forslag til forbedringer" ref. /3/ består jernbanenettet i Norge av ca. 5000 sporfelt.

Det er tatt utgangspunkt i 30 tog/døgn på grunnlag av 42 millioner togkm pr år på det offentlige nett ref. 1B-Si. Dette inkluderer også baner med svær lite trafikk og Nordlandsbanen med relativt lite trafikk, men som utgjør en stor andel av nettet. Anslaget er derfor satt til 30 tog/døgn.

Antall ganger et sporfelt skal detektere pr år:
 $30 \text{ tog/døgn} * 5000 \text{ sporfelt} * 365 \text{ døgn/år} = 54.750.000$

Registrerte feil pr år:
 $39 \text{ feil/11 år} = 3.54545$

Feil pr togpassering:
 Registrerte feil pr år/ antall ganger et sporfelt skal detektere pr år = $6,4 * 10^{-8}$

Dvs at et tradisjonelt sporfelt feiler 1/ 15.500.000 togpassering

Det gjort en usikkerhetsvurdering der man antar at jernbanenettet består av nærmere 3000 sporfelt. Dette gir en feilfrekvens på sporfelt på ca. 1 feil / 10 000 000. togpassering. Det er lite sannsynlig at jernbanenettet består av mindre enn 3000 sporefelt, og feilraten vil derfor ikke være høyere enn 1/10 000 000.

Dagens anlegg

Det er registret 49 feil i perioden 1997-2002 av typen 835 "veisikringsanlegg ikke sperret for tog" i Banedatabanken. Denne feilen gir klart for kjøretøy når tog kommer, dvs bla at tog ikke detekteres på innkoblingsfelt. Det er cirka 430 planoverganger som er sikret med anlegget av typen halvbom, helbom, lyd og lys.

$49 \text{ feil/ (5 år * 430 plo)} = 0.022791 \text{ feil/år*plo}$

$30 \text{ togpasseringer pr dag} * 365 \text{ dager} = 10950 \text{ togpasseringer pr år.}$

$(\text{feil/år*plo})/(\text{togpasseringer pr år}) = 2.0813 * 10^{-6} \text{ feil/togpassering*plo}$

Det vil si at dagens veisikringsanlegg viser klart mot vei 1/ 480.500 togpassering når tog kommer. Dagens veisikringsanlegg har imidlertid varsling mot tog og toget har derfor mulighet til å bremse ned/stanse før planovergang.

Sannsynlighet for sammenstøt ved forskjellige feilrater på anlegget:

$30 \text{ togpasseringer pr dag} * 365 \text{ dager} = 10950 \text{ togpasseringer pr år.}$

Vi tillater anlegget å feile en gang pr 100 000 togpassering: $1/100\ 000 * 10950 \sim 1 \text{ feil pr } 10 \text{ år.}$

Dersom det tas utgangspunkt i 50 bilpasseringer pr døgn og at hver bil er på planovergangen i 6 sekunder blir sannsynligheten for sammenstøt:

Hvor lenge i løpet av et år det er bil på planovergangen:
 $(50 * 6)/(60*60*24)=0,00347 \quad \text{dvs } 1/288$

Multiplisert med antall feil pr år:
 $1/10 \text{ år (feil på plo)} * 1/288 \text{ år (bil på plo)} = 1/2880$

Det vil si at med en feilrate på 1/100 000 togpassering får vi et sammenstøt på planovergang ca. hvert 3000. år som følge av feil ved anlegget.

Tilsvarende dersom feilraten settes til 1/ 500 000 togpassering blir et sammenstøt hvert 13 158. år.

Tilsvarende dersom feilraten settes til 1/ 50 000 togpassering blir et sammenstøt hvert 63. år.

Dette tar ikke hensyn til at trafikken ikke fordeler seg jevnt ut over døgnet, men er intensivert i morgen timene og ettermiddags rushet.

Det er her heller ikke tatt hensyn til at bilfører kan oppdage toget og derfor velge å ikke krysse.