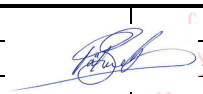
UTREDNING AV FORSTERKET VISUELL BARRIERE VED USIKREDE PLANOVERGANGER

UTREDNING

				Pål Buset 2018.12.20 23:29:08 +01'00'	
01A		20.11.2018			
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av BUSEPA	Kontr. av MANTON	Godkj. Av HERBJO

Utredning av forsterket visuell barriere ved usikrede planoverganger	Ant. sider **20**	BANE NOR
	Produsent:	
	Prod. dok. nr.	
	Erstatning for	
	Erstattet av	

Prosjektnr: 971026 Saksnr:	Dokument nr.	Rev.
BANE NOR	Drift dokument nr.	Drift Rev.

Forord

Etter noen alvorlige ulykker på planoverganger uten veisikringsanlegg har Bane NOR igangsatt et prosjekt for å se på hvordan disse overgangene kan utstyres med bedre visuell merking. Denne rapporten redegjør for mulige tiltak prosjektet har funnet fram til.

Innhold

Forord **2**

1 Bakgrunn **4**

1.1 Tidligere forslag til varsling/barriere på usikrede planoverganger 4
1.2 Dagens situasjon (kilde: Planovergangsforums årsrapport for 2017 og Banedata.) 5
1.3 Avgrensing 6
1.4 Organisering 7
1.5 Oppgaveforståelse 7
1.6 Arbeidsprosess og -metode 7

2 Mulige barrierer **10**

2.1 Sikring av planoverganger i et Human Factors-perspektiv: 10
2.2 Studier 10
2.3 Ulike alternativ 11

3 Analyse og sammenfatning **17**

3.1 Følsomhetsanalyse 17
3.2 Tiltaksanalyse 17

4.0 Anbefaling **20**

5.0 Referanser **20**

1 Bakgrunn

I juni og juli 2017 skjedde to dødsulykker på Rørosbanen. I begge tilfeller var det bilførere som mistet livet i møte med persontog på private, usikrede planoverganger. Overgangene var utstyrt med andreaskors og sort og gult «stopp, se, lytt»-skilt.

I Statens havarikommisjon for transport sin rapport konkluderte de med at slike hendelser i stor grad er et resultat av menneskers manglende evne til å vurdere fare ved kryssing av planovergang. Hvis usikrede planoverganger benyttes daglig vil handlingen automatiseres, og det vil være fare for at en bilist eller fotgjenger ikke forsikrer seg godt nok om at det ikke er innkommende tog.

Jernbanetilsynet har etter pålegg fra Havarikommisjonen bedt Bane NOR om å utrede hvilke «enkle fysiske tiltak som vil kunne bedre situasjonen på kort sikt for å vekke trafikanters oppmerksomhet ved planoverganger uten veisikringsanlegg». Jfr. JB nr. 2018/07T og JB Rap 2018/04.

1.1 Tidligere forslag til varsling/barriere på usikrede planoverganger



Etter dødsulykken på Fauske i 2016 ble alle fotgjengeroverganger utstyrt med sort og gult «stopp, se, lytt»-skilt. Denne typen markering var allerede i bruk på alle landets usikrede planoverganger dimensjonert for kjøretøy – som presisert i teknisk regelverk.

Det har tidligere blitt arbeidet for å godkjenne og ta i bruk «wavetrain» på norske planoverganger. Wavetrain er en akustisk detektor som oppdager og varsler om innkommende tog. Dette arbeidet ble avbrutt da det viste seg å være uriktigheter knyttet til Wavetrains utprøving av systemet.

Et annet forsøk som har blitt vurdert tidligere er montering av en trafikantaktivert stolpe, også kalt Schives stolpe, som viser om det ventes tog eller ikke. Denne stolpen skal kunne plasseres ved usikrede planoverganger, og aktiveres manuelt av en bilist. Den finnes som prototyp, men har aldri blitt godkjent, blant annet på grunn av innvendinger mot brukergrensesnitt.

Generelt er det vanskelig å få godkjent innretninger som varsler mot tog eller trafikant, da disse må kobles opp mot signalanlegg, strøm og regnes som sikkerhetskritiske.

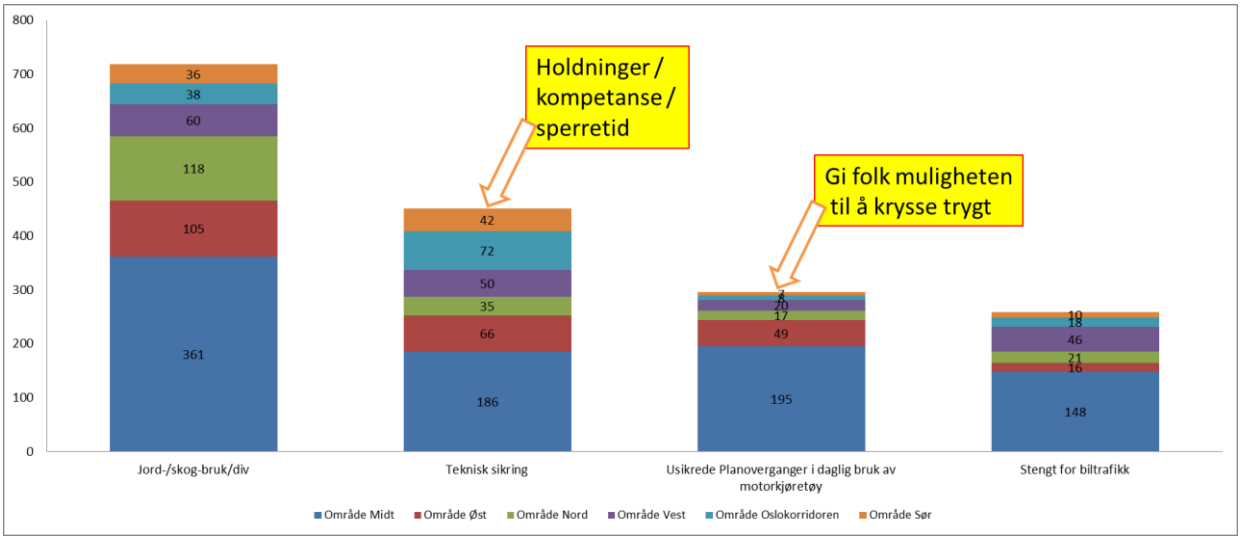
1.2 Dagens situasjon (kilde: Planovergangsforums årsrapport for 2017 og Banedata.)

			Teknisk sikring		Stengt for biltrafikk		Grind, skilt, ...						
Lokasjons-status	Område	Banesjef	Veibom-anlegg	Varslings-anlegg	Sluse for gående	Gangvei	Daglig bruk av motor-kjøretøy	Jord-/skog-bruk/div	Øvrige spor	Midlertidig ute av bruk	Totalt antall plan-overganger	% andel av alle PLO med reg. trafikk	% andel av prioriterte plo med regulær trafikk
Regulær togtrafikk	Midt	Dovre- og Raumabanen	27	32	7	9	29	107		115	326	41 %	70 %
		Røros- og Solørbanen	76	8	44	75	129	190	4	127	653		
		Trønderbanen	35	11	15	1	22	67	13	4	168		
		Sum Midt	**138**	**51**	**66**	**85**	**180**	**364**	**17**	**246**	**1 147**		
	Nord	Nordlandsbanen Nord	6	1	1	9	4	37		173	231	23 %	5 %
		Nordlandsbanen Sør	16	8	2	5	9	82		249	371		
		Ofotbanen	3		1	3		1	7	26	41		
		Sum Nord	**25**	**9**	**4**	**17**	**13**	**120**	**7**	**448**	**643**		
	Oslo-korridoren	Dovrebanen Sør	11	17	9	4				15	56	6 %	3 %
		Hoved- og Gardermobanen	3				1		1		5		
		Oslo	8			2	2	2	2	1	17		
		Vestfoldbanen	28	5	1	1	5	34	2	14	90		
		Sum Oslokorridoren	**50**	**22**	**10**	**7**	**8**	**36**	**5**	**30**	**168**		
	Sør	Sørlandsbanen Midt	7	5	6		1	21		62	102	8 %	2 %
		Sørlandsbanen Vest	6			1		4		2	13		
		Sørlandsbanen Øst	13	6	2		3	13	1	78	116		
		Sum Sør	**26**	**11**	**8**	**1**	**4**	**38**	**1**	**142**	**231**		
	Vest	Bergensbanen Vest	14	9	23	4	6	4		43	103	11 %	4 %
		Bergensbanen Øst	16	9	16	3	5	61	1	98	209		
		Sum Vest	**30**	**18**	**39**	**7**	**11**	**65**	**1**	**141**	**312**		
	Øst	Kongsvinger- og Gjøvikbanen	29	4	5	3	15	58	3	32	149	10 %	16 %
		Østfoldbanen	32	2	2	4	27	48		6	121		
		Sum Øst	**61**	**6**	**7**	**7**	**42**	**106**	**3**	**38**	**270**		
Totalt Regulær togtrafikk			**330**	**117**	**134**	**124**	**258**	**729**	**34**	**1 045**	**2 771**	100 %	100 %

Figur 1: Tabell over planoverganger

Det var ved utgangen av 2017 totalt 3 553 planoverganger på det nasjonale nettet. 744 av disse planovergangene er på baner uten regulær trafikk, og 34 planoverganger befinner seg på sidespor, og sikkerheten her håndteres hovedsakelig med lavere hastighet på toget. I tillegg er 1 051 av disse planovergangene registrert som fysisk ute av bruk (gjenstår en bruksrett). Planoverganger som ikke er i bruk utgjør liten sikkerhetsrisiko.

Det gjenstår da 1.724 planoverganger, fordelt på 4 hovedgrupper, som er vist i figur 2.



Figur 2: Antall Planoverganger pr. område på enkelte utvalgte kategorier på baner med reg. trafikk pr. 31/12-1

Per 01.01.2018 var 258 av disse usikrede planovergangene i daglig bruk av motorkjøretøy på baner med regulær trafikk (gårdsadkomster osv.). 451 planoverganger hadde en eller annen form for sikring, og disse planovergangene er i utgangspunktet helt sikre så lenge de kryssende gjør det de skal.

718 planoverganger er for jordbruk, skogbruk osv. og disse planovergangene er typisk kun i bruk i forbindelse med våronn, slått og skogbruk.
259 planoverganger er stengt for biltrafikk, og dette er i praksis rene gangoverganger. Det er lite ulykker på gangoverganger og med personer på planoverganger generelt, men konsekvensene ved slike ulykker er ofte større.

1.2.1 Merking av usikrede planoverganger per i dag

De 258 usikrede planovergangene som er i daglig bruk av motorkjøretøy, er i dag merket med et skilt med svart andreaskors (x) og påskriften «stopp, se, lytt» på gul grunn.



1.3 Avgrensing

1.3.1 Tolkning

«Enkle fysiske tiltak som vil kunne bedre situasjonen på kort sikt for å vekke trafikanters oppmerksomhet ved planoverganger uten veisikringsanlegg», tolkes dithen at det ikke er snakk om varsling mot tog eller vei, men en form for forsterket visuelt uttrykk.

Det ønskes et raskt og rimelig tiltak som ikke skal være en erstatning for, men et supplement til «Samlet plan for sikring og sanering av planoverganger». Det «enkle fysiske tiltaket» er altså ikke ment å erstatte en framtidig sanering, eller andre mer omfattende sikkerhetstiltak. Ifølge Planovergangsforum skal alle usikrede planovergangene i daglig bruk av motorkjøretøy bli sanert i løpet av 10-15 år.

Videre forstås det som tiltaket først og fremst er beregnet på førere av motoriserte farkoster.

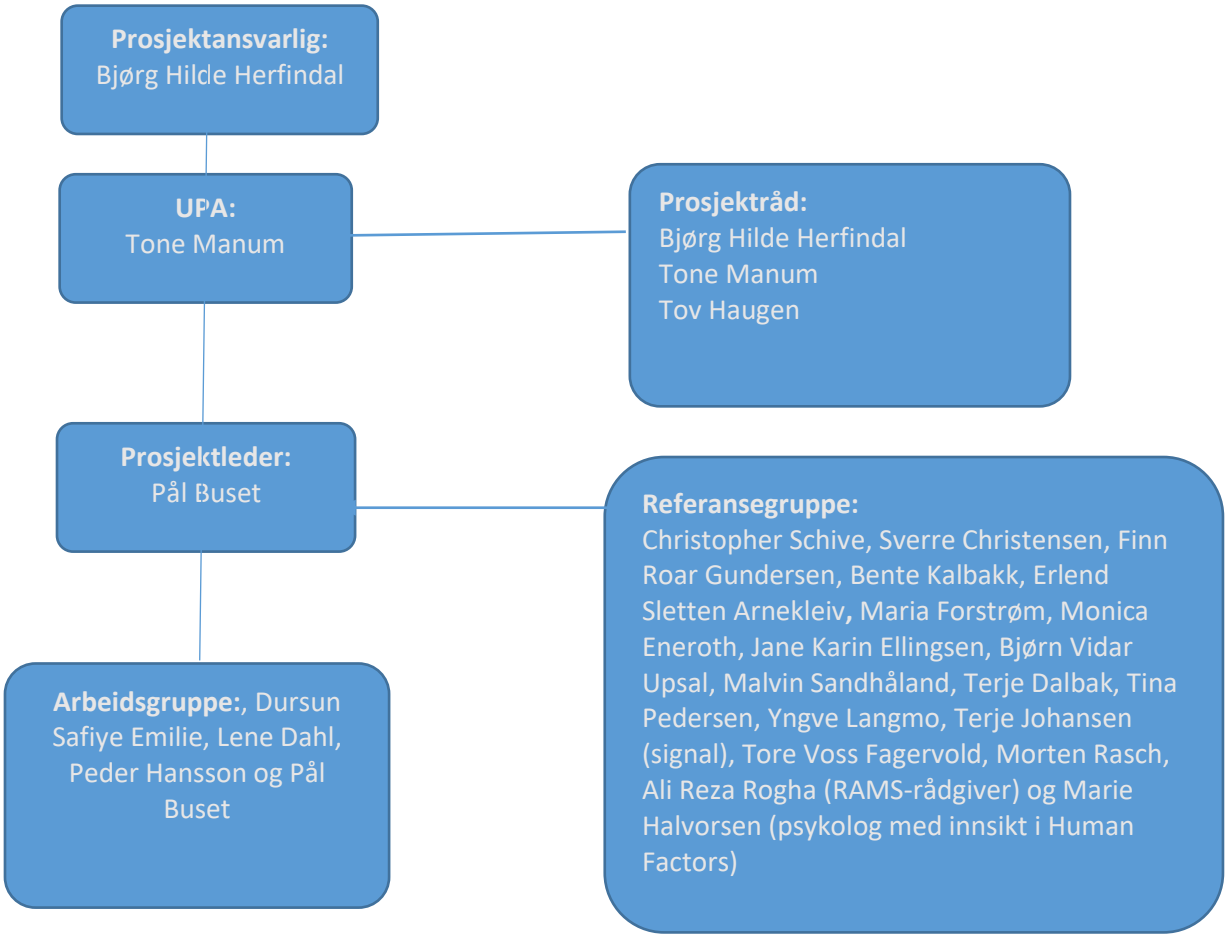
1.3.2 Risikobasert avgrensing

Som det framgår av punkt 1.2 er det rundt 1300 usikrede planoverganger på banestrekninger i regulær bruk. Det er verken gjennomførbart eller hensiktsmessig å utstyre alle disse med en forsterket visuell barriere.
De to dødsulykkene på Rørosbanen (Kroken planovergang. 24.06.17 og Strømsøyen planovergang (05.07.17) fant sted på planoverganger der privat vei krysser jernbanen (se foto). Den ene av disse (Kroken) er registrert som «i daglig bruk av motorkjøretøy» og skiller en husklynge fra riksveien, den andre er brukt sjeldnere og er ved adkomstvei til fritidseiendommer.

Arbeidsgruppa vurderer sannsynligheten for sammenstøt mellom tog og trafikant til størst på usikrede planoverganger «i daglig bruk av motorkjøretøy», og anbefaler derfor at en barriere prioriteres implementert på disse. Per 01.12.2017 var det 258 slike overganger. Tallet er noe lavere ved utgangen av 2018.

1.4 Organisering

Prosjektet er gjennomført av Bane NORs Infrastrukturdivisjon med følgende prosjektgruppe:



1.5 Oppgaveforståelse

I denne rapporten vil muligheten for å implementere ulike visuelle barrierer på usikrede planoverganger i daglig bruk av personkjøretøy diskuteres. Rapporten redegjør ikke for økonomiske og logistiske forutsetninger for implementering av en mulig løsning, men tar med i beregningen at det bør være en rimelig løsning som ikke krever tilgang til signalanlegg eller strømtilførsel, og som ikke kan være større eller mer kompleks enn at den kan brukes på alle usikrede planoverganger dimensjonert for personbil. Det legges også til grunn at det bør stilles lave krav til ettersyn og vedlikehold.

1.6 Arbeidsprosess og -metode

Arbeidsgruppa har høsten 2018 gjennomført en rekke møter der ulike alternativer har blitt diskutert og silt. Siden det tidligere har blitt gjort forsøk på å finne frem til ulike visuelle tiltak rettet mot usikrede planoverganger, har gruppa valgt å hente alternativer fra studier/rapportert gjort i tilknytning til disse undersøkelsene (se punkt 2.1 og 5.0).

Gruppa har vurdert de ulike alternativene ut fra en rekke kriterium (se punkt 3.4):

(i) Bestandighet for vær- og føreforhold

(ii) Behov for vedlikehold og ettersyn

(iii) Effekt

(iv) Godkjenning (kan et tiltak implementeres uten videre, eller kan det være på kollisjonskurs med lov- eller regelverk?)

(v) Antatt kostnad i forhold til nytte og mulighet for implementering på alle planovergangene som omfattes av tiltaket

(vi) Dimensjoner (bør ikke være mer omfattende eller kompleks enn at det kan brukes på alle overganger)



Figur 3 De to planovergangene på Rørosbanen der det skjedde dødsulykker i 2017. Foto hentet fra rapporten til Statens havarikommisjon for transport.

2 Mulige barrierer

2.1 Sikring av planoverganger i et Human Factors-perspektiv:

For å avgjøre hvilke tiltak som har best effekt har vi tatt utgangspunkt i Human Factors-forskning på sikring av planoverganger, og mer spesifikt hvordan ulike former for barrierer virker inn på trafikanter

Planoverganger kan klassifiseres i to typer: (i) passiv overgang som sikres av statisk skilting, for eksempel et stoppskilt, og krever at den som skal krysse overgangen oppdager et tog gjennom observasjon, og (ii) aktiv overgang som sikres ved blinkende lys, fysisk barriere (grind, hel-/halvbom).

Når sanering ikke er et alternativ, er fysiske barrierer (bom, grind e.l.) ved planovergangene mest effektive for å forhindre sammenstøt mellom tog og kjøretøy. Videre er det støtte i faglitteraturen for at aktive planoverganger bidrar til økt situasjonsbevissthet og dermed bedre beslutningstaking hos bruker av planovergangen (bilist, fotgjenger), som sikrer tryggere kryssing enn ved passive planoverganger. Det er også belegg for å hevde at etterlevelse ved passive planoverganger (respektere skilting) er lavere enn ved aktive overganger med blinkende lys og/eller bom (Rudin-Brown, et. al., 2012; Lenné, M.G., et. al. 2011; Tey et al. 2011).

2.2 Studier

I arbeidet med denne rapporten danner to studier, utført på oppdrag av daværende Jernbaneverket, utgangspunkt for gjennomgangen av mulige tiltak. Den ene er utført av studenter ved Institutt for psykologi ved Universitetet i Oslo (2007) og den andre er en kjøresimulatorstudium utført av SINTEF (2008).

Begge studier er kvalitative og vurderer effekt av ulike former for visuelle barrierer på planovergang. SINTEF-studien sendte en rekke «bilister» mot en planovergang i en bilsimulator. På veien møter de ulike former for visuelle barrierer som de deretter blir satt til å vurdere. Psykologene tar mål av seg å gjøre en tilsvarende vurdering gjennom utspørring av brukere av to ulike planoverganger.

Studiene er entydige på at veisikringsanlegg er den tryggeste formen for sikring. I tilfeller der det vurderes rent visuelle barrierer, ser rødt stoppskilt ut til å gi best effekt. Men det er tvilsomt om «full stopp»-skilt kan brukes på usikrede planoverganger. Sist Jernbaneverket undersøkte muligheten for å ta i bruk slike skilt (2014, Rørosbanen), endte det med avslag hos aktuelle myndigheter.

Nest etter stoppskilt skårer den såkalt «svenske modellen» best. Den består av en svart-gul-stripet portal som har blitt innført på usikrede planoverganger i Sverige, men den tar også høyde for å markere kontaktledningsanlegg, noe som er mindre relevant på den banestrekninger med flest aktuelle usikrede planoverganger i Norge (Røros- og Solørbanen, Nordlandsbanen) da disse strekningene ikke er elektrifisert.

2.3 Ulike alternativ

Hovedutfordringen er å finne en barriere som er

(i) Synlig og gir et tydelig forvarsel om at det kan komme tog.

(ii) Evner å bryte opp i fastlåste handlingsmønster (særlig hos de som ofte krysser en planovergang)

(iii) Skal gi bedre effekten enn dagens skilt.

(iv) Skal kunne brukes alle aktuelle overganger og banestrekninger

2.3.1 Full stopp



Figur 4: Eksempel på stoppskilt hentet fra psykologirapport (2007).

Vi velger å se bort fra dette alternativet, til tross for at det ser ut til å ha god effekt til å være et statisk skilt. Men det kan være aktuelt å forsøke å ta opp mulig bruk med vegmyndigheter på nasjonalt plan.

I Lov om vegtrafikk heter det:



204

204 Stopp
Skiltet angir at kjørende skal stanse helt før kjøring inn på kryssende veg eller før kryssing av planovergang, og at den kjørende har vikeplikt for kjørende trafikk i begge retninger på kryssende veg eller at den kjørende skal gi fri veg for sporvogn og jernbanetog på kryssende planovergang.
Stansen skal skje foran og inntil stopplinje, eller dersom stopplinje mangler, så nær den kryssende veg som mulig.

Og i samme
lov:

§ 29. *Myndighet for andre offentlige trafikkskilt*

1. Regionvegkontoret kan treffe vedtak om å sette opp eller ta ned andre offentlige trafikkskilt enn dem som omfattes av bestemmelsene i § 26 – § 28 for riksveg, fylkesveg og privat veg. Kommunen har slik myndighet for kommunal veg. Regionvegkontorets vedtak kan likevel om nødvendig også gjelde skilting på kommunal veg, dersom skiltene på riksveg, fylkesveg eller privat veg må suppleres med skilt på kryssende kommunal veg. Kommunens myndighet gjelder ikke for skilting for kommunal veg på kryssende riksveg eller fylkesveg.

Men de forsøk arbeidsgruppa kjenner til har ført til avslag (jfr. punkt 2.1).

2.3.2 Markering i kjørebane



Figur 5 Illustrasjon av mulig stoppfelt, hentet fra psykologirapport (2007).

Hadde det ikke vært for at usikrede planoverganger er på private veier av høyst varierende kvalitet, og vi her til lands har snø store deler av året, kunne dette vært et alternativ.

En slik typer merking vil nok også være lite motstandsdyktig mot slitasje.

2.3.3 Aktivt skilt



Figur 6 Illustrasjon av aktivt skilt, hentet fra psykologirapport (2007).



Figur 7 Illustrasjon av aktivt skilt drevet av solcellepanel.

Ut fra et Human Factors-perspektiv er et dynamisk, aktivt skilt langt på vei å foretrekke. Det er bedre egnet til å vekke traffikanters oppmerksomhet, og kan også ha en bedre effekt enn statiske skilt i møte med trafikanter som passerer planoverganger daglig og dermed har et mer sementert adferdsmønster enn de som forholder seg til planoverganger mer sjeldent.

Effekten er sannsynligvis god, men til tross for at solcelle-, led- og deteksjonsteknologi er forholdsvis rimelig, krever en slik løsning mer utvikling enn ved implementering av et statisk skilt. Et slikt skilt er ikke umiddelbart tilgjengelig på markedet og vil dermed koste mer penger enn et eksisterende, statisk skilt. Dessuten vil det også kreve mer ettersyn og vedlikehold enn et statisk skilt.

2.3.4 Fortsdumper



Figur 8 Illustrasjon av mulige fartshumper, hentet fra psykologirapport (2007).

Gir et tydelig forvarsel så framt humpene er markante og synlige. Svakhet: I områder med mye snø (for eksempel Rørosbanen) vil de ikke være verken merkbare eller synlige store deler av året. De vil også være vanskelig å impelemtere på en god måte, i det det er snakk om usikrede planoverganger på privat vei. I all hovedsak vil de være veier med en lav standard der det (1) er vanskelig å få på plass fortshumper og (2) at veiene er så dårlige og humpete at det ikke vil gjøre noen stor forskjell.

2.3.5 Portal (etter svensk forbilde)



Figur 9 Illustrasjon av mulig portal, hentet fra psykologirapport (2007).



Figur 10 Svensk portal.

Utprøving i kjøresimulator ga tilbakemeldinger på at en slik portal likner for mye på veisikringsanlegg. Det forventes at noe skal senkes eller heves. Dessuten er øverste del av «portalen» ment som et hinder for nedkjøring av kontaktledning, og dermed irrelevant på banestrekninger som ikke er elektrifisert.

2.3.6 Markeringsstolper

Markeringsstolper gir et klarere varsel enn dagens skilt, særlig i mørke. Er de forholdsvis høye kan de fungere også ved moderate snømengder å være et rimeligere alternativ til «den svenske modellen».



Figur 11 Høye stolper, hentet fra SINTEF-rapport (2007).

3 Analyse og sammenfatning

3.1 Følsomhetsanalyse

Her er kriteriene arbeidsgruppa har vurdert de ulike alternativene ut fra, og en rangering av alternativene der de gis poeng innen hver kategori. De ulike verdiene skal forstås som følger. '0' = nøytral; '+' = positiv; '++' = ekstra positiv; '-' = negativ og '—' = ekstra negativ. Tiltakene rangeres etter hvor mange poeng de får ut fra en summering av disse verdiene.

Kriterium:	Vedlikehold	Synlighet	Overordnet sikkerhetseffekt	Godkjenning	Antatt kostnad	Dimensjoner
Tiltak:						
Fartsdumper	-	0	0	0	-	-
Markering i kjørebane	--	+	0	0	-	-
Portal	+	+	0	0	-	--
Stolper	+	+	+	0	+	+
Stoppskilt (skilt 204)	+	+	0	--	+	+
Dynamisk skilt	--	++	++	0	--	+

Vedlikehold: Bestandighet for vær- og føreforhold og behov for vedlikehold og ettersyn
Godkjenning: Kan et tiltak implementeres uten videre, eller kan det være på kollisjonskurs med lov- eller regelverk
Dimensjoner: Plasskrevende: (bredde, høyde e.l.) bør ikke være mer omfattende eller kompleks enn at det kan brukes på alle overganger
Antatt kostnad: I forhold til nytte og mulighet for implementering på alle planovergangene som omfattes av tiltaket

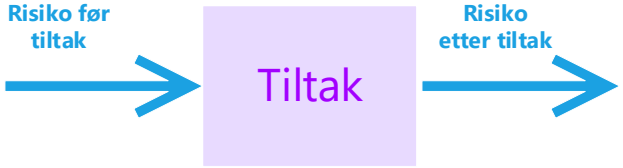
På bakgrunn av denne analysen kommer stolper og dynamisk skilting best ut. Vi har derfor valgt å se nærmere på disse to løsningene nedenfor

3.2 Tiltaksanalyse

Målet med en tiltaksanalyse er å måle risikoen for de to mulige tiltakene, og vekte denne opp mot eksisterende risiko (eksisterende skilt). Nåværende løsning er ikke tilfredsstillende (resulterer i opp mot ett dødsfall i året). Gjennom en kvalitativ analyse forsøker vi å si noe om hvorvidt et av de foreslåtte

tiltakene vil gi en markant lavere risiko. I tillegg drøfte fordeler og ulemper for hvert enkelt tiltak, trekker vi inn aktuell Human Factors-forskning på menneskelig adferd ved planoverganger.

For å vurdere hvert enkelt tiltak, ser vi på risiko før og etter.

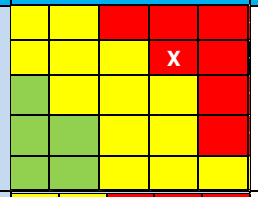
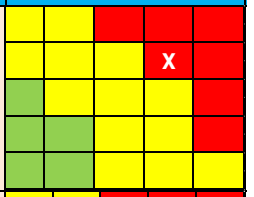
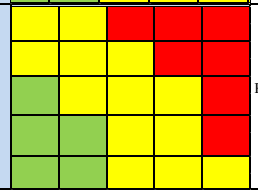
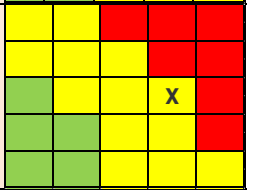


Vi benytter oss av følgende risikomatrise for å anslå risiko før og etter tiltak:

Eksplisitt Risikoestimering	K5: Ubetydelig Mindre skader	K4: Liten Lettere skader	K3: Alvorlig Alvorlig skade	K2: Kritisk 1 Dødsfall	K1: Katastrofal Flere døde
F5: Svært sannsynlig	M	M	H	H	H
F4: Meget sannsynlig	M	M	M	H	H
F3: Middels sannsynlig	L	M	M	M	H
F2: Lite sannsynlig	L	L	M	M	H
F1: Svært lite sannsynlig	L	L	M	M	M

Figur 12: Metodisk tilnærming

Vi har benyttet følgende skjema for å analysere fare, årsaker, topphendelse og risiko før og etter tiltak.

Nr	Fare (med forklaring hvis nødvendig)	Mulige årsak(er)	Topphendelse	Eksisterende barriere	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko (Før tiltak)	Tiltak (Reduserer sannsynlighet / konsekvens)	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko (Etter tiltak)
Tiltak 1	Kryssing av usikret PLO mens toget kommer/nærmerseg	-Ingen eller dårlig barriere - Uaktsomhet/uoppmerksomhet -Ingen alternavtiv for kryssing	Person skadet ved planovergang	Andreaskors og sort og gult «stopp, se, lytt»-skilt	F4: Meget sannsynlig	K2: Kritisk		Markeringsstolper	F4: Meget sannsynlig	K2: Kritisk	
Tiltak 2								Forsterket, fotocelleaktivert skilt	F3: Middels sannsynlig	K2: Kritisk	

Figur 13: Risikovurdering

Analysen viser at digitalt skilt vurderes til å ha best visuell sikkerhetseffekt

4.0 Anbefaling

Arbeidsgruppen foreslår å gå videre med to alternativer:

- Aktivt skilt
- Markeringsstolper.

Det siste alternativet kommer i sum best ut, men ut fra antatt risikoeffekt er det første alternativet klart å foretrekke.

Videre anbefales det å undersøke hvor mye en sannsynlig kostpris vil være på et aktivt skilt kontra et statisk, og med utgangspunkt i en slik pris gjøre en (samfunnsøkonomisk) nytte-kost-analyse.

5.0 Referanser

Studie utført av psykologisk institutt ved Universitetet i Oslo på oppdrag fra Jernbaneverket (2007): R:\Felles\Planoverganger\Utvikling\Psykologistudier

Kjøresimulatorstudie i regi av SINTEF (2008):
R:\Felles\Planoverganger\Utvikling\Kjøretøysimulator

Rudin-Brown C.M., Lenné, M.G., Edquist, J., Navarro, J (2012). Effectiveness of Traffic Light vs. Boom Barrier Controls at Road-Rail Level Crossings: A Simulator Study. *Accident Analysis & Prevention,* vol. 45, March 2012, side 187-194).
Lenné, M.G., Rudin-Brown C.M., Navarro, J., Edquist, J., Trotter, M., Tomasevic, N., (2011) Driver Behavior at Rail Level Crossings: Responses to Flashing Lights, Traffic Signals and Stop Signs in Simulated Rural Driving. *Applied Ergonomics* Vol. 42, Issue 4, side 548-554
Tey L.S., Wallis, G., Ferreria, L., Hojati, A.T., (2011). Using A Driving Simulator to Assess Driver Compliance at Railway Level Crossings. Australasian Transport Research Forum 2011 Proceedings 28 – 30 September 2011, Adelaide, Australia.