InterCity-prosjektet

RAMS-analyse av mulige tekniske løsninger for sikringstiltak på/ved plattform

☑ Akseptert

☐ Akseptert m/kommentarer

☐ Ikke akseptert / kommentert
Revider og send inn på nytt

☐ Kun for informasjon

Sign: Arve Hustadnes

Digitalt signert av Arve Hustadnes
Dato: 2018.04.05 15:51:36 +02'00'

01E	Endelig utgave	26.05.2017	KMO	RKO	SSN
00B	Første utgave	20.01.2017	KMO/RKO	OSS	SSN
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av

Tittel: **INTERCITY-PROSJEKTET** **RAMS-analyse av mulige tekniske løsninger for sikringstiltak på/ved plattform**	Sider: **32**		
	Produsert av:	AAS-JAKOBSEN	
	Prod.dok.nr.:		Rev:
	Erstatter:		
	Erstattet av:		
Prosjekt: InterCity-prosjektet 965002 Parsell: Generelt	Dokumentnummer: **ICP-00-Q-20002**	Revisjon: **01E**	
	Drift dokumentnummer:	Drift rev.:	

Endringslogg

Rev.	Endring
00B	Første utgave
00E	Endelig utgave (Bane NOR kommentarer til rev 00B innarbeidet)

SAMMENDRAG

Enkelte stasjoner på IC-strekningene skal bygges med mulighet for forbikjøring med hastigheter over 200 km/h (maks 250 km/h).

Denne analysen er begrenset til drifts- (RAM-) og sikkerhetsforhold (S) ved foreslåtte tiltak for beskyttelse av reisende på plattform ved passering i hastigheter over 200 km/h. Analysen har blitt gjennomført med en kombinasjon av hendelsestreanalyse, risikovurdering i analysemøte og ekspertvurderinger.

De vurderte tiltakene er som følger /2/:

- Løsning 1a, Gjerde med åpninger
- Løsning 1b, Gjerde med sjikane i åpningene
- Løsning 1c, Gjerde med manuelle porter i åpningene
- Løsning 2a, Gjerde med lys- og/eller lydvarsling ved åpningene
- Løsning 2b, Gjerde med automatisk horisontalt åpnende port i åpningene
- Løsning 2c, Gjerde med automatisk vertikalt åpnende port i åpningene
- Løsning 3a, Passasjerer holdes tilbake i venterom med automatiske dører – side og mellomplattform
- Løsning 3b, Passasjerer holdes tilbake i venterom med automatiske dører – bare mellomplattform

Ut fra den totale vurderingen av RAM- og S-forhold gjort i denne analysen konkluderes det med at løsningen med gjerde med åpninger (Løsning 1a) er tilstrekkelig god for å hindre at passasjerer uvitende oppholder seg i sikkerhetssonen (sikkerhetssonen i seg selv er også markert) når det markeres med gjerde og skilt, i tillegg til varsling via anvisere på plattform og over høyttaleranlegg (tilsvarende varsling som benyttes i dag ved passerende tog). Dette er samtidig den mest vedlikeholdsvennlige løsningen.

Denne løsningen ble av arbeidsgruppen konkludert å være sikkerhetsmessig akseptabel og er i tillegg, basert på enkle beregninger, vurdert å møte risikoakseptkriteriet for mest eksponerte individ.

Resultat og konklusjon er i stor grad basert på diskusjoner fra analysemøtet. Kompetansen i møtet var i stor grad fra drift av dagens jernbane i Norge med hastigheter < 200 km/h. Det er usikkerhet knyttet til i hvor stor grad denne kunnskapen og erfaringen gir tilstrekkelig kjennskap til risikoforhold som forsterkes eller introduseres ved passering av plattform i hastigheter over 200 km/h.

Det er i forbindelse med denne risikoanalysen ikke gjort beregninger eller simuleringer av hvilke krefter et passerende tog i hastighet over 200 km/h vil påføre passasjerer på plattform. Disse begrensningene gir usikkerhet rundt vurderingene av hvilke konsekvenser slike passeringer gir for personer innenfor sikkerhetssonen.

INNHOLD

SAMMENDRAG **3**

INNHOLD **4**

1 INNLEDNING **5**

1.1 BAKGRUNN 5
1.2 FORMÅL 5
1.3 OMFANG OG AVGRENSNINGER 5
1.4 ANTAKELSER 5
1.5 TERMINOLOGI 6
1.6 ARBEIDSGRUPPENS SAMMENSETNING 6

2 AKSEPTKRITERIER OG METODE **7**

2.1 AKSEPTKRITERIER 7

3 METODE OG RAPPORTFORMAT **7**

4 SYSTEMBESKRIVELSE **8**

5 FAREIDENTIFISERING **8**

6 RISIKOVURDERING **9**

7 RAM-VURDERING **20**

8 TOTALVURDERING AV FORESLÅTTE BESKYTTELSESTILTAK **21**

8.1 LØSNING 1A, GJERDE UTEN SJIKANE 22
8.2 LØSNING 1B, GJERDE MED SJIKANER 23
8.3 LØSNING 1C, GJERDE MED MANUELL PORT 23
8.4 LØSNING 2A, GJERDE MED LYS-/LYDVARSLING 23
8.5 LØSNING 2B, GJERDE MED HORISONTAL ÅPNENDE PORT 24
8.6 LØSNING 2C, GJERDE MED VERTIKAL ÅPNENDE PORT 24
8.7 LØSNING 3A, PASSASJERER HOLDES TILBAKE I VENTEROM – SIDE OG MELLOMPLATTFORM 24
8.8 LØSNING 3B, PASSASJERER HOLDES TILBAKE I VENTEROM – BARE MELLOMPLATTFORM 25

9 KONKLUSJON OG ANBEFALINGER **25**

9.1 ANBEFALTE TILTAK 25
9.2 USIKKERHET VED ANALYSEN 26

10 REFERANSER **27**

11 VEDLEGG **27**

VEDLEGG 1 VURDERINGER FRA ANALYSEMØTET **28**

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Enkelte stasjoner på IC-strekningene skal bygges med mulighet for forbikjøring med hastigheter over 200 km/h (maks 250 km/h).

Det er meget begrenset erfaring med hastigheter over 200 km/h på det norske jernbanenettet, da det eneste stedet det per i dag er tillatt med passering i plattformspor i hastigheter over 200 km/h er Eidsvoll Verk holdeplass hvor det passerer tog med hastighet på 210 km/h.

Teknisk regelverk krever at det ved forbikjøring av plattform i hastigheter over 200 km/h skal være en sikkerhetssone på 2 m samt en fysisk barriere enten på eller ved plattform.

Denne analysen gjøres for å vurderel drifts- (RAM-) og sikkerhetsforhold (S) ved foreslåtte tiltak for beskyttelse av reisende på plattform ved passering i hastigheter over 200 km/h.

Jernbaneverket skiftet navn til Bane Nor den 01.01.2017. Arbeidsmøte og utarbeidelse av denne rapporten ble gjort i desember 2016. Det er derfor konsekvent brukt Jernbaneverket (JBV) som navn gjennomgående i rapporten.

Denne rapporten er et grunnlagsdokument for hovedrapporten ICP-00-Q-20001 /2/, Utredning av mulige tekniske løsninger for sikringstiltak på plattform.

1.2 Formål

Formålet med denne RAMS analysen er å gi et grunnlag for å beslutte drifts- (RAM-) og sikkerhets (S) tiltak ved de foreslåtte løsningene for beskyttelse av reisende på plattform /2/. Dette gjøres gjennom å vurdere RAMS-relaterte forskjeller mellom løsningene og i forhold til risikoakseptkriterier og relevante RAM krav.

1.3 Omfang og avgrensninger

Denne RAMS-analysen er begrenset til drifts- (RAM-) og sikkerhetsforhold (S) knyttet til passering av plattform i hastigheter over 200 km/h og de vurderte tiltak på og/eller ved plattform for å beskytte personer på plattform ved slik passering.

Analysen er ikke knyttet til en spesifikk stasjon, men er generell og vurderer løsninger for implementering på alle stasjoner på IC-strekningene der det tillates forbikjøring i hastigheter over 200 km/h.

Analysen ser kun på driftsfase.

1.4 Antakelser

Det er ikke gjort spesielle antagelser i denne analysen.

1.5 Terminologi

Terminologi/begrep	Forklaring
R	Reliability – pålitelighet
A	Availability – tilgjengelighet
M	Maintainability – vedlikeholdbarhet
S	Safety - sikkerhet
ALARP	as low as reasonably practicable
JBV	Jernbaneverket
IC	InterCity
HF	Human Factors

1.6 Arbeidsgruppens sammensetning

Det ble gjennomført et analysemøte i Jernbaneverket sine lokaler i Posthuset i Oslo 2.desember 2016. Deltagerne i dette møtet var som følger:

Navn	Stilling/rolle	Bedrift/enhet
Arve Hustadnes	Fagansvarlig linjen	JBV IC
Johan Seljås	Fagansvarlig elkraft	JBV IC
Henrik Skarpeid	Senior rådgiver	JBV Strategi & Samfunn Øst
Jan-Magne Kvernmo	Tilstandskontrollør	JBV Lillestrøm drift
Terje Opperud	Arb.planlegger	JBV Lillestrøm drift
Bård Øyvind Kvaal	Seksjonsleder Sikkerhet og Kvalitet	JBV Trafikk Øst
Ida Bøe	Togleder	JBV Trafikk Øst
Tore Mundal	Senioringeniør Tele	JBV IC
Jørgen Nordhagen	Driftsingeniør	JBV Stasjoner
Henning Andenæs	Fagansvarlig Signal og Tele	JBV IC
Britt Granerud	Fagansvarlig RAMS	JBV IC
Arne Svensøy	JBT	JBV Infrastruktur
Frode Teigen	Regelverk	JBV Teknologi
Sven Narum	Oppdragsleder, rådgiver	ViaNova
Reidun Opsahl	SHA ansvarlig, rådgiver / møtesekretær	Safetec
Knut Mo	RAMS ansvarlig, rådgiver / prosessleder	Safetec

Det vurderes at deltagerne i møtet samlet innehar en bred og solid kunnskap om den norske jernbanen. Denne analysen med resultater og konklusjoner er i stor grad basert på diskusjoner i det avholdte analysemøtet, med bred deltagelse av ulike disipliner og avdelinger i JBV. Dvs. at kompetansen i møtet i stor grad er fra drift av dagens jernbane i Norge og i tillegg den kunnskapen deltagerne har om løsninger i andre land. Det er usikkerhet knyttet til i hvilken grad denne kunnskapen og erfaringen gir kjennskap til risikoforhold som forsterkes eller introduseres ved passering av plattform i hastigheter over 200 km/h. Der det er vurdert at det er hensiktsmessig at ytterligere kompetanse dras inn i vurderingene, er dette løst ved at rapporten er sendt på høring også til personer som ikke deltok i møtet, som angitt nedenfor.

Rapporten ble, i tillegg til alle til alle møtedeltagerne, sent på høring til følgende personer:

John Ole Kanton – NSB
Magne Gunnar Arnesen – JBV Trafikk og marked
Hanna Agnethe Lien – JBV Vestfoldbanen
Sarah Marie Brotnov – JBV (spesialist på human factors som har gitt innspill på sitt spesialområde)
Finn Holom – JBV
Arild Steen – JBV
Trude Anke – JBV

2 Akseptkriterier og metode

2.1 Akseptkriterier

Jernbaneverket har risikoakseptkriterier for samfunnsrisiko og individrisiko. Denne analysen vurderer alternative tiltak på et punkt langs en strekning. I kombinasjon med at vurderingene ikke er knyttet til en spesifikk stasjon og driftsbetingelse, men skal omfatte alle stasjoner med framtidige passeringer i hastigheter over 200 km/h, gjør dette at det ikke er mulig å vurdere risiko i forhold til kriteriet for samfunnsrisiko.

Kriteriet for individrisiko sier at dødsrisikoen for mest eksponerte individ skal være lavere enn $1x10^{-4}$ per år. Det er videre definert at mest eksponerte individ reiser 150 km med tog hver dag 200 dager i året. Basert på en antagelse om at dette individet reiser fra en stasjon med passering i hastighet over 200 km/h en gang hver dag, er det gjort en vurdering av hvor stor risiko passering i hastigheter over 200 km/h vil bidra med, og derigjennom konkludere om risikoen er akseptabel.

3 Metode og rapportformat

Denne analysen har blitt gjennomført med en kombinasjon av hendelsestreanalyse, risikovurdering i analysemøte og ekspertvurderinger. Analysen er i hovedsak kvalitativ med unntak av en kvantitativ vurdering av risiko i forhold til JBVs akseptkriterier for mest eksponerte individ. Gangen i arbeidet har vært som følger:

- En systembeskrivelse /2/ som beskriver bakgrunn, forslåtte løsninger, og prosessen som ligger til grunn for valgt av disse, ble sent ut til alle deltagerne invitert til analysemøtet.
- I forkant av analysemøtet ble et hendelsestre etablert (se figur 1) for å systematisere gjennomgangen av RAM og risikoforhold ved de ulike løsningene.
- I arbeidsmøtet ble de ulike løsningene diskutert med hensyn på fordeler og ulemper for sikkerhet og RAM-forhold, ulikheter mellom løsningene, og om disse vil være sikkerhetsmessig- (S) og drifts og vedlikeholdsmessig (RAM) akseptable (se Vedlegg 1).
- Med bruk av hendelsestreet og input fra analysemøtet, ble det gjort en vurdering av risiko for mest eksponerte individ (se kapittel 8.1).
- Videre kvalitative ekspertvurderinger ble gjort basert på diskusjonene og vurderingene som ble gjort i analysemøtet. Vurderingene relatert til sikkerhet er presentert i kapittel 6, mens RAM-vurderingene er presentert i kapittel 7. En totalvurdering der både sikkerhet og RAM ses i sammenheng er presentert i kapittel 8 før konklusjoner og anbefalinger presenteres i kapittel 9.

Øystein Skogvang og Reidun Opsahl, som begge er på JBVs liste over personer som er godkjent for å kvalitetssikre risikovurderinger i JBV, har utført sidemannskontroll av henholdsvis revisjon 00B og 01E av analyserapporten.

4 Systembeskrivelse

Systemet som vurderes i denne analysen er plattform med 2 m bred sikkerhetssone inn mot spor med hastighet på 200 - 250 km/h.

Dagens tekniske regelverk krever en fysisk barriere i tillegg til en 2 m bred sikkerhetssone ved hastigheter > 200 km/h.

Følgende løsninger for en slik barriere er vurdert i denne analysen:

1a. Gjerde med åpninger
1b. Gjerde med sjikane i åpningene
1c. Gjerde med manuelle porter i åpningene
2a. Gjerde med lys- og/eller lydvarsling ved åpningene
2b. Gjerde med automatisk horisontalt åpnende port i åpningene
2c. Gjerde med automatisk vertikalt åpnende port i åpningene
3a. Passasjerer holdes tilbake i venterom med automatiske dører – side og mellomplattform
3b. Passasjerer holdes tilbake i venterom med automatiske dører – bare mellomplattform

For nærmere beskrivelse av de ulike løsningene henvises til rapporten *«Utredning av mulige tekniske løsninger for sikringstiltak på/ved plattform»* /2/, som er basis for denne RAMS-vuderingen.

5 Fareidentifisering

Det ble innledningsvis i analysemøtet gjort en enkel gjennomgang av alle topphendelser for å vurdere hvilke av disse som har relevans for de forhold som vurderes i denne analysen (kjøring forbi plattform i hastigheter over 200 km/h og beskyttelsestiltak for reisende knyttet til dette).

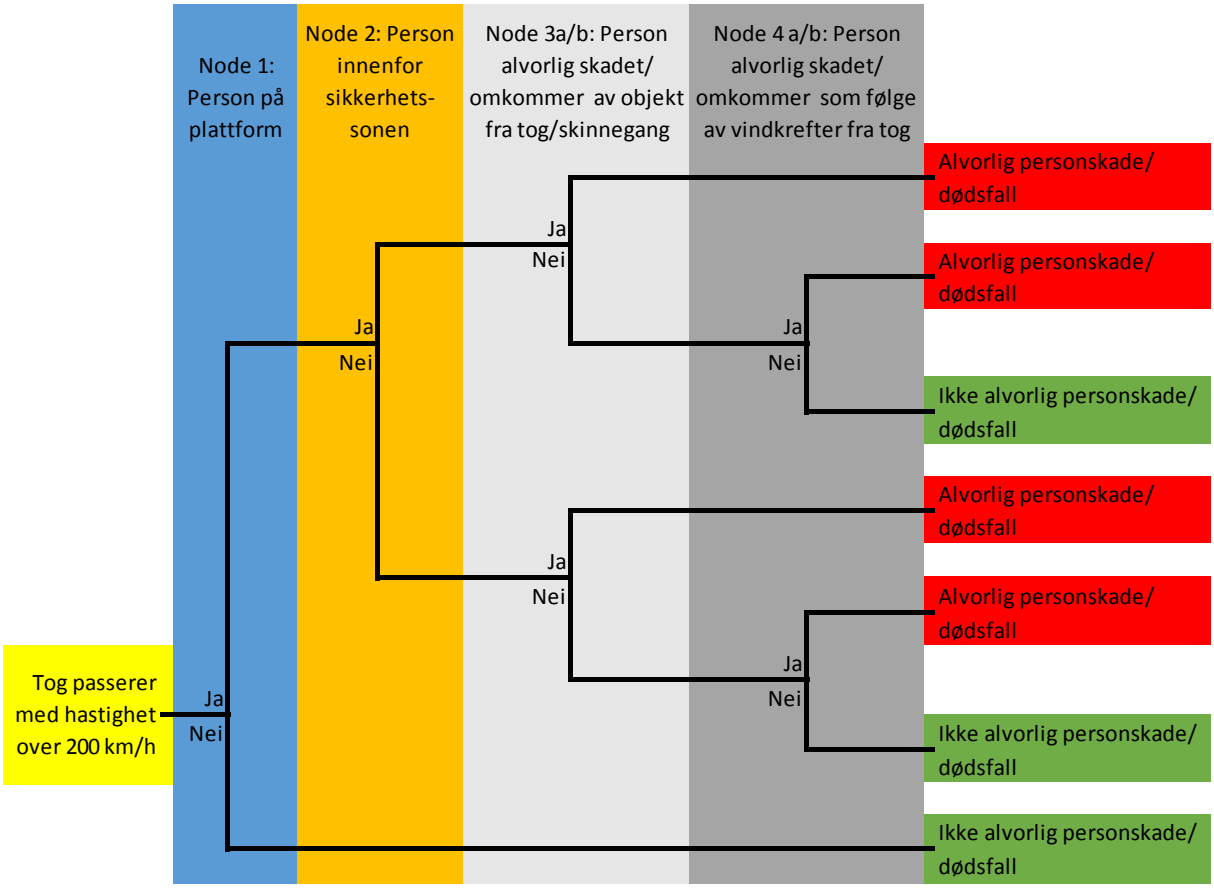
Basert på denne vurderingen, som er presentert i tabell innledningsvis i vedlegg 1, er kun ‘’Passasjerer skadet på plattform’’ vurdert videre i denne analysen. Det er altså ingen av de andre topphendelsene som er vurdert å være relevante for analysen.

I analysemøtet ble topphendelsen «passasjerer skadet på plattform» diskutert videre med basis i nodene i hendelsestreet som er presentert i kapittel 6.

RAM-forhold ble identifisert og diskutert som beskrevet i kapittel 7.

6 Risikovurdering

En kvalitativ risikovurdering er gjort ved hjelp av et hendelsestre, presentert i Figur 1. Hver node i hendelsestreet er vurdert i den etterfølgende tabellen. Tabellen viser vurdering av sannsynlighet og konsekvens og viser til tiltak som ble anbefalt i analysemøtet. En beskrivelse av hendelsestreet, med fargekoder er gitt i tabellen nedenfor hendelsestreet. Disse vurderingene brukes videre i de helhetlige vurderingen av de enkelte løsningene som gjøres i kapittel 7.



Figur 1 Hendelsestre for vurdering av risikoforhold ved passering av plattform i hastighet over 200 km/h (forklaring av hendelsestreet, med samme fargekode, er gitt i tabellen nedenfor)

Tittel på hendelse / node / slutthendelse	Forklaring
Tog passerer med hastighet over 200 km/h	Hendelsen som er 'Topphendelsen' i hendelsestreet. Et tog passerer stasjonen i plattformspor i hastighet mellom 200 km/h og 250 km/h.
Node 1 Person på plattform	Denne noden angir om det er folk på plattformen i det et tog passerer i hastighet over 200 km/h. Dette er definert som personer ute på plattform (dvs. utenfor lukkede venterom ol.) uavhengig av om de er utenfor eller innenfor sikkerhetssonen.
Node 2 Person innenfor sikkerhetssonen	Denne noden angir om folk, gitt at de er på plattform, befinner seg inne i sikkerhetssonen i det tog passerer i hastighet over 200 km/h.

Tittel på hendelse / node / slutthendelse	Forklaring
Node 3a/b Person alvorlig skadet/ omkommer av objekt fra tog/skinnegang	Denne noden angir om personer på plattform blir alvorlig skadet eller omkommer gjennom å bli truffet av et objekt fra tog/skinnegang i det et tog passerer i hastighet over 200 km/h. Dette gjelder både for personer i og personer utenfor sikkerhetssonen. Forskjellen i risiko hensyn tas ved ulike sannsynligheter for situasjonen der personen er utenfor (3a) og situasjonen der personen er innenfor (3b) sikkerhetssonen.
Node 4a/b Person alvorlig skadet/ omkommer som følge av vindkrefter fra tog	Denne noden angir om personer på plattform blir alvorlig skadet eller omkommer på grunn av vindkrefter fra tog som passerer i hastighet over 200 km/h (gitt at de ikke allerede er alvorlig skadet eller omkommet gjennom å bli truffet av objekt fra tog/skinnegang). Dette gjelder både for personer i og utenfor sikkerhetssonen. Forskjellen i risiko hensyn tas ved ulike sannsynligheter for situasjonen der personen er utenfor (4a) og situasjonen der personen er innenfor sikkerhetssonen (4b).
Ikke alvorlig personskade/ dødsfall	Slutthendelse der personen ikke er alvorlig skadet.
Alvorlig personskade/ dødsfall	Slutthendelse der personen omkommer eller er alvorlig skadet.

Beskyttelses-tiltak	Sannsynlighetsvurdering for at noden er sann.	Konsekvensvurdering dersom noden er sann
Node 1: Person på plattform		
Løsning 1a:	Det vil normalt være personer til stede på plattform ved denne løsningen, antall er avhengig av antall passasjerer til/fra aktuell stasjon og rutetider for stoppende tog.	Personer er eksponert for krefter fra passerende tog.
Løsning 1b:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 1c:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2a:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2b:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2c:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 3a:	Det skal normalt ikke være personer på plattform ved denne løsningen. Dersom dette skal inntreffe må personer enten ha gått ut på plattform før stoppende tog ankommer, eller unnlatt å forlate plattform etter å ha gått av stoppende tog. Sannsynligheten for at dette skal skje vil i stor grad avhenge av hvordan adkomst til plattform styres med hensyn på automatisk lukking/åpning av dører, og publikumsinformasjon på holdeplass og i tog. Det kan forventes at passasjerer som ønsker å være nært toget når dette stopper kan gå inn på plattformen før dette er tillatt. Dersom det da er passerende tog rett før adkomst av passasjerens tog vil vedkommende være tilstede på plattform ved passering.	Som for løsninger med gjerde (1a, b, c og 2a, b, c) vil personer på plattform være eksponert for krefter fra passerende tog. I tillegg er det her et aspekt at disse personene allerede har passert den planlagte barrieren i og med at de befinner seg på plattformen før det er åpnet for dette. Et mulig tiltak for å hindre videre konsekvenser dersom denne situasjonen inntreffer er å overvåke plattformen med bevegelsessensorer som gir alarm i togledersentral dersom det er bevegelse på plattformen når denne ikke er åpen for passasjerer. Dette kunne det kombineres med kameraovervåkning av plattform slik at togleder ved alarm kan sjekke kameraoverføring og iverksette tiltak (f.eks. stoppe innkommende tog eller redusere hastighet). Analysegruppen er imidlertid ikke komfortable med å legge denne funksjonen/arbeidsoppgaven til togleder med tanke på arbeidsbelastning og minimal mulighet til å redusere den uønskede hendelsen, se vedlegg 1 for ytterligere beskrivelse.

Beskyttelses-tiltak	**Sannsynlighetsvurdering for at noden er sann.**	**Konsekvensvurdering dersom noden er sann**
Løsning 3b:	Som for 3a.	Som for 3a.
Node 2: Person innenfor sikkerhetssonen		
Løsning 1a:	Det er ingen fysisk sperre som hindrer personer i å gå ut i sikkerhetssonen gjennom åpningene i gjerdet. Da det vil være godt skiltet at man ikke skal oppholde seg i sikkerhetssonen samt markert med maling i plattformdekket antas det at de fleste vil respektere sikkerhetssonen og holde seg på utsiden av gjerdet fram til stoppende tog har ankommet. Det er i denne forbindelse viktig at det ikke er for lang avstand mellom åpningene i gjerdet, dette for å unngå at passasjerer blir fristet til å gå inn i sikkerhetssonen for å være nært toget når dette stopper (i tillegg til at man unngår trengsel og bedrer passasjerflyt). Anbefalte tiltak fra analysemøtet relatert til avstand mellom åpninger i gjerdet og bredde på åpningene er gitt i vedlegg 1, se tiltak 1 og 2. I analysemøtet ble det bragt inn erfaringer fra Eidsvoll Verk holdeplass, der det er etablert enn tydelig kultur blant passasjerene for å trekke innover på plattformen når det blir meldt om passerende tog. Dette er en stasjon med en stor andel pendlere som har direkte erfaring med opplevelsen av å bli passert av tog i høy hastighet. På Lillestrøm rapporteres det langt flere meldinger om at personer oppfatter situasjonen som utrygg når tog passerer i 160 km/h. Det antas at denne forskjellen fra Eidsvoll Verk holdeplass er at det er en mye større andel av reisende fra Lillestrøm som reiser sjeldent fra stasjonen og således ikke har direkte erfaring med passering av tog i høy hastighet, samt at Lillestrøm har flere	Dersom det er personer innenfor sikkerhetssonen så vil disse utsettes for vindkrefter og økt risiko for å bli truffet av objekter fra tog eller skinnegang. Dette er beskrevet i egen node lengre ned. Et mulig tiltak for å hindre videre konsekvenser dersom denne situasjonen inntreffer er å overvåke sikkerhetssonen med bevegelsessensorer som gir alarm i togledersentral dersom det er bevegelse i sikkerhetssonen når denne ikke er åpen for passasjerer. Utfordringene ved en slik overvåkning av sikkerhetssonen vil være de samme som beskrevet ovenfor for Løsning 3 for noden ‘’Person på plattform’’.

Beskyttelses-tiltak	Sannsynlighetsvurdering for at noden er sann.	Konsekvensvurdering dersom noden er sann
	folk/mer trengsel. Totalt sett vurderes det som mindre sannsynlig at det er folk innenfor sikkerhetssonen på en stasjon med gjerde med åpninger enn på en tradisjonell stasjon der sikkerhetssonen kun er markert i plattformdekket. Dersom det er is og snø på plattform kan også markeringene i plattformdekket være mindre synlig. Anbefalt tiltak fra analysemøtet relatert til plattformområdet er gitt i vedlegg 1, se tiltak 4 og 5. En tydelig og pålitelig varsling av passerende tog over høyttaleranlegg og på skjerm vil være viktig for å minimere sannsynligheten for at personer befinner seg inne i sikkerhetssonen når tog passerer. Basert på erfaringene fra Lillestrøm og Eidsvoll Verk vil viktigheten av skilting, merking og informasjon øke på stasjoner der det er mange passasjerer som ikke reiser ofte. Anbefalt tiltak fra analysemøtet relatert til varsling er gitt i vedlegg 1, se tiltak 3.	
Løsning 1b:	I forhold til 1a gjør sjikanen at det er litt lavere sannsynlighet for at personer går inn i sikkerhetssonen pga. uoppmerksomhet. Men, avhengig av lokale forhold og utforming, kan løsningen bidra til økt trengsel / vanskeligere passasjerflyt ved samtidig av- og påstigning og dermed økt sannsynlighet for at folk oppholder seg i sikkerhetssonen enn for 1a.	Som for 1a.
Løsning 1c:	I forhold til 1a gjør porten at det er litt lavere sannsynlighet for at personer går inn i sikkerhetssonen pga. uoppmerksomhet. Men, avhengig av lokale forhold og utforming, kan løsningen bidra til økt trengsel / vanskeligere passasjerflyt ved samtidig av- og påstigning og dermed økt sannsynlighet for at folk oppholder seg	Som for 1a.

Beskyttelses-tiltak	**Sannsynlighetsvurdering for at noden er sann.**	**Konsekvensvurdering dersom noden er sann**
	i sikkerhetssonen enn for 1a.	
Løsning 2a:	Som for 1a, men lys/lydmarkering gjør at det er litt lavere sannsynlighet for at personer går inn i sikkerhetssonen pga. uoppmerksomhet. Med dagens teknologi finnes det ikke et system som er pålitelig nok til å kunne styre tekniske løsninger på plattform som skiller mellom stoppende og gjennomgående tog, bruk av lys og lyd anbefales derfor som et ALARP-tiltak.	Som for 1a.
Løsning 2b:	Forutsatt at man oppnår en pålitelig lukking og åpning av porten, dvs. at porten stenges etter at stoppende tog har forlatt plattform og åpner igjen når neste stoppende tog ankommer plattform, vil dette gi en meget god beskyttelse mot at personer oppholder seg i sikkerhetssonen. Dersom feil i styringen av porten gjør at denne åpner når den ikke skal kan, dette føre til at personer lokkes inn i sikkerhetssonen ved passerende tog og dermed bidra til økt risiko. Det at personer befinner seg i sikkerhetssonen når det kommer passerende tog kan skyldes at personer blir igjen når porten stenger (enten ved at de har gått inn når porten åpner for om-bordstigning av passerende tog eller ved at de ikke har forlatt sikkerhetssonen når porten stenger), de klatrer over port/gjerde, eller porten åpner, er åpen eller åpnes når det kommer gjennomgående tog. Det anses som lite sannsynlig at personer klatrer over gjerdet/ porten og dette er også en tilsiktet utrygg handling det er vanskelig å beskytte seg mot.	Som for 1a.

Beskyttelses-tiltak	**Sannsynlighetsvurdering for at noden er sann.**	**Konsekvensvurdering dersom noden er sann**
	Situasjoner der personer er inne i sikkerhetssonen når porten stenger må en regne med at vil inntreffe. Det er da viktig at det er en mekanisme for å åpne porten slik at man kan gå ut av sikkerhetssonen, og at denne mekanismen er godt merket og beskrevet slik at den kan benyttes av alle.	
Løsning 2c:	Som for 2b.	Som for 1a.
Løsning 3a:	Dersom det er personer på plattformen så er det i utgangspunktet et sted de ikke skal være ved denne løsningen (passasjerer skal være inne i venterom til stoppende tog ankommer). Det er da ingen videre barrierer som hindrer disse personene i å gå inn i sikkerhetssonen. Sannsynligheten for at dette skal skje vurderes å være som på en hvilken som helst stasjon med få passasjerer.	Som for 1a.
Løsning 3b:	Som for 3.	Som for 1a.
Node 3a: Person alvorlig skadet/omkommer av objekt fra tog/skinnegang (utenfor sikkerhetssonen)		
Løsning 1a:	Personer utenfor sikkerhetssonen vil være minimum 2 m fra plattformkant og, med unntak av i åpningene, være noe beskyttet av et ca. 1 m høyt gjerde. Dette gjerdet vurderes imidlertid ikke å være en fullstendig beskyttelse da øvre del av kroppen fortsatt vil være eksponert, og det ikke er usannsynlig at objekter fra tog eller skinnegang ved passeringer over 200 km/h vil ha en bane som sender objektet over gjerdet. Det er rapportert om en hendelse på Eidsvoll Verk holdeplass der en person ble funnet bevistløs på plattformen og det mistenkes at dette skyldes isklump fra passerende tog, dog med ukjent hastighet. Utover dette er det ikke kjent at det har vært alvorlige ulykker med slik årsak.	Dette er en hendelse med potensiale for alvorlig personskade eller dødsfall for 1–2 personer.

Beskyttelses-tiltak	**Sannsynlighetsvurdering for at noden er sann.**	**Konsekvensvurdering dersom noden er sann**
	Også isklumper/objekter fra tog i hastigheter under 200 km/h vil ha potensiale til å skade personer mer enn 2 m fra plattform, selv om energien fra et objekt øker mer enn den relative hastighets-økningen. Det vurderes derfor at sannsynligheten for slik skade med sikkerhetssone på 2 m og gjerde ikke er høyere enn ved passering av tog i hastigheter under 200 km/h og smalere sikkerhetssone.	
Løsning 1b:	Som for 1a, men med litt lavere sannsynlighet da sjikanen vil gi noe beskyttelse i åpningene sammenlignet med den helt åpne løsningen (avhengig av utforming av sjikanen).	Som for 1a.
Løsning 1c:	Som for 1a men med litt lavere sannsynlighet da den manuelle porten vil gi noe beskyttelse i åpningene sammenlignet med den helt åpne løsningen (avhengig av utforming av den manuelle porten).	Som for 1a.
Løsning 2a:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2b:	Som for 1a med den forskjell at det ikke er høyere risiko i gjerdeåpningene da disse er stengt med port.	Som for 1a.
Løsning 2c:	Som for 1a med den forskjell at det ikke er høyere risiko i gjerdeåpningene da disse er stengt med port.	Som for 1a.
Løsning 3a:	Dersom det er personer på plattform ved denne løsningen er det ikke noe gjerde som beskytter. Det er dermed en litt høyere sannsynlighet for å bli truffet av et objekt fra toget, (da gjerdet i 1 m høyde uansett gir kun en begrenset beskyttelse) men denne økningen vurderes å være minimal. Det legges da til grunn at det langsgående skillet på mellomplatt-	Som for 1a.

Beskyttelses-tiltak	Sannsynlighetsvurdering for at noden er sann.	Konsekvensvurdering dersom noden er sann
	formen (som skiller plattform inn mot spor med hastighet 250 km/h fra del av plattform mot spor med lavere hastighet) er høyt nok og tett nok til å gi fullstendig beskyttelse fra objekter fra tog som passerer i hastigheter over 200 km/h på den andre siden av plattformen.	
Løsning 3b:	Som for 3a, med den forskjell at det her er et langsgående skille mellom spor med hastighet 250 km/h og mellomplattformen, som kun betjener spor med lavere hastighet. Dette skillet må utformes slik at det gir fullstendig beskyttelse fra objekter fra tog som passerer i hastigheter over 200 km/h.	Som for 1a.
Node 3b: Person alvorlig skadet/omkommer av objekt fra tog/skinnegang (innenfor sikkerhetssonen)		
Løsning 1a:	Dersom en person befinner seg i sikkerhetssonen (dvs. mindre enn 2 m fra plattformkant) vil de være nærmere det passerende toget og dermed ha en litt høyere sannsynlighet for å bli truffet av et objekt enn om de er lengre borte. Gitt at de blir truffet vil også energien være høyre og dermed kunne gi alvorligere skader.	Denne noden behandler sannsynligheten for at en person inne i sikkerhetssonen blir alvorlig skadet eller drept av et objekt fra passerende tog. Forskjellen i risiko i forhold til å være utenfor sikkerhetssonen er dermed knyttet til sannsynligheten (se kolonne til venstre). Dette er dermed, som for treff av personer utenfor sikkerhetssonen, en hendelse med potensiale for alvorlig personskade eller dødsfall for 1–2 personer.
Løsning 1b:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 1c:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2a:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2b:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2c:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 3a:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 3b:	Som for 1a.	Som for 1a.
Node 4a: Person alvorlig skadet/omkommer som følge av vindkrefter fra tog (utenfor sikkerhetssone)		
Løsning 1a:	I en svensk rapport som vurderer bredde på sikkerhetssone på plattformer med hastigheter over 200 km/h /1/ ble det påpekt at	Dersom denne noden er sann er det potensiale for alvorlig personskade eller dødsfall for 1–2 personer. Dette ved at

Beskyttelses-tiltak	Sannsynlighetsvurdering for at noden er sann.	Konsekvensvurdering dersom noden er sann
	vindkrefter fra godstog i 100 km/h kan være like kraftige som motorvognsett i hastigheter over 200 km/h. Det ble i samme rapport anbefalt en sikkerhetssone på 1,5 m uten videre sikring (denne har SJ senere økt til 2 m for hastigheter 200–240 km/h), og det ble påpekt at det ikke er erfart alvorlige ulykker pga. vindkrefter fra passerende tog. Dette sammen med det faktum at det i Norge heller ikke er kjent at det har vært alvorlige ulykker pga. dette, gjør at man vurderer sannsynligheten for alvorlig skade for personer utenfor sikker-hetssonen som lav, på samme nivå som på stasjoner med passerende tog i lavere hastighet og smalere sikkerhetssone.	vindkreftene gjør at de faller / blir kastet inn i strukturer/utstyr på plattform.
Løsning 1b:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 1c:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2a:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2b:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2c:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 3a:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 3b:	Som for 1a.	Som for 1a.
Node 4b: Person alvorlig skadet/omkommer som følge av vindkrefter fra tog (innenfor sikkerhetssone)		
Løsning 1a:	Som påpekt i den svenske rapporten fra 1987 /1/ kan det være like store vindkrefter fra et godstog som passerer i 100 km/h som et motorvognsett i hastigheter over 200 km/h. Passering med godstog har vært en vanlig situasjon i Norge og andre land i mange år. Det er ikke kjent at det har vært alvorlige ulykker som skyldes vindkrefter fra tog. Videre er det også betydelig erfaring med passering i 160 km/h (flytoget på Lillestrøm). Heller ikke her er det kjent at det har vært alvorlige ulykker. For passeringer med godstog i opp til 100 km/h og Flytoget i 160 km/h er bredden på	Dersom denne noden er sann er det potensiale for alvorlig personskade eller dødsfall for 1–2 personer. Dette ved at vindkreftene gjør at de faller / blir kastet inn i strukturer/utstyr (gjerdet som skiller sikkerhetssonen fra resten av plattformen er i seg selv en struktur som kan skade personer i denne situasjonen) på plattform eller blir sugd ut i sporet.

Beskyttelses-tiltak	**Sannsynlighetsvurdering for at noden er sann.**	**Konsekvensvurdering dersom noden er sann**
	sikkerhetssonen henholdsvis 1 og 1,5 m. Det vil si at ved passering med godstog i opp til 100 km/h kan passasjerer lovlig stå 1 m fra plattformkant, dvs. 'midt i' en sikkerhetssone på 2 m. Basert på denne erfaringen vurderes det derfor at det i realiteten er svært lav sannsynlighet for at personer i sikkerhetssonen blir alvorlig skadet ved passeringer av tog med hastighet over 200 km/h. I slike situasjoner er det imidlertid naturlig at den aktuelle passasjeren opplever dette som veldig farlig og blir skremt. Det er to aspekter som vil ha betydning for denne risikoen: • Plattformen holdes fri for is og snø slik at det er godt fot-feste og dermed redusert risiko for å falle selv om de er store vindkrefter. Is og snøfri plattform vil også sikre at markeringene i plattformdekket er synlige. • Gjerder og andre strukturer på plattformen som personer kan treffe i et fall utformes slik at skaderisikoen minimaliseres.	
Løsning 1b:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 1c:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2a:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2b:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 2c:	Som for 1a.	Som for 1a.
Løsning 3a:	Som for 1a, men marginalt lavere sannsynlighet da det her ikke er noe gjerde som skiller sikkerhetssonen og resten av plattformen.	Som for 1a.
Løsning 3b:	Som for 3a.	Som for 1a.

7 RAM-vurdering

I tabellen nedenfor er gitt en beskrivelse og kvalitativ vurdering av RAM-forhold ved de foreslåtte løsningene, samt tiltak anbefalt i analysemøtet. Disse vurderingene brukes videre i de helhetlige vurderingene av de enkelte løsningene som gjøres i kapittel 8.

Beskyttelsestiltak	Diskusjon
RAM forhold: snørydding og vårfeiing	
Løsning 1a:	Plattformen vil bli delt i lengderetningen med en sone (sikkerhetssonen) på 2 m bredde ut mot spor med 250 km/h hastighet og en sone på resten av plattformen, der bredde og utforming avhenger av utforming og andre strukturer på plattformen. Dette gjør det nødvendig å ha tilpasset utstyr til å rydde på den delen som har 2 m bredde, samt at åpninger i gjerdet gir rom for å ta dette utstyret inn i sikkerhetssonen, se vedlegg 1 tiltak 5.
Løsning 1b:	Som for 1a, med den forskjell at sjikanen vil være en ytterligere struktur som begrenser plass/tilkomst til plattform. Dersom brøyteutstyr ikke kan passere gjennom sjikane, må det lages egne adkomster (porter) i gjerdet. Disse må være normalt stengt og åpnes kun når brøyting, etc. pågår.
Løsning 1c:	Som for 1a, med den forskjell at de manuelle portene kan være et hinder for å bringe brøyteutstyr inn i sikkerhetssonen. Dette må i tilfelle løses med egne adkomster som beskrevet ovenfor for 1b.
Løsning 2a:	Som for 1a.
Løsning 2b:	Som for 1a, med den forskjell at de automatiske portene kan være et hinder for å bringe brøyteutstyr inn i sikkerhetssonen. Dette kan løses ved at brøytemannskapet kan åpne portene manuelt ved behov. Snørydding/fjerning av is i selve porten vil også være et tilleggselement som vil være viktig for å hindre feil.
Løsning 2c:	Som for 2b.
Løsning 3a:	Adkomst/tilkomst vil ikke være begrenset av langsgående gjerder og det vil ikke være spesielle utfordringer ved snørydding, utover det som finnes på enhver plattform.
Løsning 3b:	Som for 3a.
RAM-forhold: Spesielle vedlikeholdsobjekter	
Løsning 1a:	Det vil ikke være bevegelige deler eller andre ting som krever vedlikehold ved denne løsningen.
Løsning 1b:	Som for 1a, med den forskjell at selve sjikanen kan kreve noe vedlikehold (maling ol.), avhengig av utforming.
Løsning 1c:	De manuelle portene vil kreve vedlikehold. Dette for å sikre at den kan åpnes ved behov, og at de ikke begynner 'å slå' når den påvirkes av vindkrefter fra passerende tog. Vedlikeholdsbehovet vurderes å være begrenset.
Løsning 2a:	Lyssignal/varsellys og lydanlegg ved åpningene vil være ekstra vedlikeholdsobjekter, men vedlikeholdsbehovet vurderes å være begrenset selv om det er større enn for 1a/b/c.
Løsning 2b:	Portene og styringen av disse vil kreve vedlikehold. Omfanget vil avhenge av valgte løsninger og kvaliteten på systemene/komponentene. Vedlikeholdsbehovet er større enn for 1a/b/c.
Løsning 2c:	Som for 2a.

Beskyttelsestiltak	Diskusjon
Løsning 3a:	Dørene og styringen av disse vil kreve vedlikehold. Omfanget vil avhenge av valgte løsninger og kvaliteten på systemene/komponentene.
Løsning 3b:	Som for 3a.
RAM-forhold: Spesielle feilkilder	
Løsning 1a:	Feil ved eventuell plattformvarme vil kreve brøyting fra til denne blir reparert. Ellers ingen spesielle feilkilder identifisert.
Løsning 1b:	Som for 1a.
Løsning 1c:	Som for 1a. I tillegg kan det opptre feil ved den manuelle porten. Dette vurderes å ha lav sannsynlighet og kun gi små forstyrrelser av driften, da passasjerer vil kunne bruke en av de andre portene.
Løsning 2a:	Som for 1a. I tillegg kan lyssignal/varsellys og lydsignaler feile. I hvor stor grad dette vil forstyrre driften avhenger av om disse signalene blir definert som et kritisk sikkerhetssystem der det vil kreves tiltak om det feiler.
Løsning 2b:	Som for 1a men i tillegg er selve porten og styringen av disse en feilkilde. Hvor stor grad feil ved port/styring av port vil påvirke driften avhenger av om mer enn en port feiler, om porter med feil kan sperres i lukket stilling, og av hvor mange porter som kan være utilgjengelig uten at dette krever tiltak.
Løsning 2c:	Som for 2b.
Løsning 3a:	Dørene og styringen av disse er en feilkilde. I hvor stor grad feil ved dør/styring av port vil påvirke driften vil avhenge av antall dører fra venterom ut til plattform, om dører med feil kan sperres i lukket stilling, og hvor mange dører som kan være utilgjengelig uten at dette krever tiltak.
Løsning 3b:	Som for 3a.
RAM-forhold: Andre aspekter som påvirker regularitet/oppetid	
Løsning 1a:	Dersom det etableres overvåkning av sikkerhetssonen (bevegelsessensorer og kamera) kan dette påvirke regulariteten ved feildeteksjon og eventuelle krav om tiltak fra togleder ved deteksjon. Dette tiltaket (overvåkning og deteksjon) er ikke anbefalt, se vedlegg 1.
Løsning 1b:	Som for 1a.
Løsning 1c:	Som for 1a men i tillegg vil feil på en eller flere manuelle porter påvirke oppetid.
Løsning 2a:	Som for 1a.
Løsning 2b:	Som for 1a men i tillegg vil feil på en eller flere porter påvirke oppetid.
Løsning 2c:	Som for 2b.
Løsning 3a:	Som for 1a med den forskjell at her vil en eventuell overvåkning kunne omfatte hele plattformen utenfor venterom. Dette tiltaket er ikke anbefalt, se vedlegg 1. I tillegg vil feil på en eller flere dører påvirke oppetid.
Løsning 3b:	Som for 3a.

8 Totalvurdering av foreslåtte beskyttelsestiltak

I dette kapitlet gjøres en helhetlig vurdering av de forskjellige løsningene der både RAM og sikkerhet hensyntas. Disse vurderingene baseres på og er en videre vurdering av aspekter presentert i kapittel 6 (sikkerhet) og kapittel 7 (RAM) og vurderinger fra arbeidsmøtet presentert i vedlegg 1.

8.1 Løsning 1a, gjerde uten sjikane

Dette er den av de foreslåtte løsningene som gir minst beskyttelse for reisende på plattformen. Det er imidlertid viktig å merke seg at risiko knyttet til passerende tog i hastigheter over 200 km/h er relatert til personer som bryter krav om at man skal holde seg utenfor sikkerhetssonen fram til ankommende tog har stoppet ved plattformen.

En løsning med å overvåke sikkerhetssonen med bevegelsessensorer med alarm til togleder er vurdert å ikke være et hensiktsmessig tiltak. Med de oppgaver togleder allerede har, er det tvilsomt om man ville være i stand til å overvåke situasjonen og iverksette tiltak i tide. Dagens signalsystem gir ikke mulighet til å skille mellom passerende og stoppende tog, noe heller ikke ERTMS vil gi. Som en konsekvens av dette vil bevegelsessensorer også måtte gi alarm når det skal være personer på plattform, dvs. ved stoppende tog. Som et alternativ kunne bevegelsessensorer være koplet opp mot skiltsystemet, som skiller mellom passerende og stoppende tog. Dette er imidlertid ikke et sikkerhetskritisk system og har dermed mye lavere pålitelighet (det er i denne analysen ikke gjort noen vurdering av påliteligheten av skiltsystemet). Et system som ofte gir «falske» alarmer på grunn av dårlig pålitelighet vil kunne ha negativ effekt da dette kan bidra til at man mister respekt for alarmene.

Det er vanskelig å kvantifisere risiko knyttet til passering av tog i høy hastighet for å kunne konkludere i forhold til kvantitative risikoakseptkriterier. For å kunne ha en formening om løsningen er akseptabel tas det utgangspunkt i akseptkriteriet som sier at dødsfallrisiko for mest eksponerte individ skal være < $1x10^{-4}$ pr. år. Mest eksponerte individ er (for IC-prosjektet) beskrevet som en person som reiser 150 km med tog hver dag 200 dager pr. år. Det antas at dette er en pendler som hver dag reiser fra plattform der det kan passere tog i hastighet over 200 km/h.

Basert på antagelser/vurderinger beskrevet nedenfor og hendelsestreet presentert i figur 1, er dødsrisiko for mest eksponerte individ beregnet.

Antagelser/vurderinger

- Det passerer tog i hastighet over 200 km/h en av fire ganger når mest eksponerte individ venter på plattform.
- Mest eksponerte individ har gått inn i sikkerhetssonen og oppholder seg der 1 av 1000 ganger tog passerer i hastighet over 200 km/h. Det antas å være konservativt da mest eksponerte individ vil reise fra stasjonene hver dag og være kjent med at det passerer tog i høy hastighet.
- Mest eksponerte individ omkommer eller skades alvorlig av vindkreftene 1 av 10 000 ganger tog passerer i over 200 km/h mens denne er i sikkerhetssonen. Dette antas å være et rimelig tall med tanke på at det i Norge og rundt i Europa over mange år har vært passeringer av plattform i høye hastigheter, noen steder i over 200 km/h, uten at det er kjent at dette har medført dødsfall eller alvorlig skade. Det er også kjent /1/ at godstog i hastigheter på 100 km/h kan gi like store vindkrefter som et motorvognsett i over 200 km/h, uten at dette er kjent å ha ført til dødsfall eller alvorlige personskader.

Dette gir en dødsrisiko pga. vindkrefter fra passerende tog på $5x10^{-6}$ pr. år, noe som er 5% av akseptabel total dødsrisiko for denne gruppen. Det anses derfor at løsningen vil gi en akseptabel risiko.

Dette forutsetter at bredde på sikkerhetssone og gjerde sikrer at annen dødsrisiko fra passerende

tog i hastigheter over 200 km/h er lik eller lavere enn slik risiko fra tog i lavere hastighet.

Med hensyn på RAM er det ikke identifisert spesielle forhold utover den ekstra utfordring langsgående oppdelingen av plattform vil gi for snørydding, feiing, etc. Dette vurderes ikke å være et problem, forutsatt at tilpasset utstyr er tilgjengelig på stedet. Det vil bli noe behov for manuell rydding rundt / under selve gjerdet, på samme måte som rundt / ved andre strukturer på plattform.

Det vurderes at varme i plattform (både i sikkerhetssonen og på resten av plattformen) vil være et viktig tiltak. Dette vil redusere behovet for brøyting og det gir is- og snøfrie plattformer. Dette sikrer at markeringer av sikkerhetssonen er synlige samtidig som det vil redusere sannsynligheten for at reisende faller dersom de utsettes for vindkrefter fra passerende tog. Varme i plattform vil også redusere/fjerne behov for manuell rydding rundt/ved elementer/installasjoner. Varme i plattform må ses i sammenheng med tak over plattform og vurderes i forhold til lokale klimatiske forhold.

Passering av tog i hastigheter over 200 km/h kan i seg selv bidra redusert vedlikehold (snørydding) ved at snøen blåses bort fra plattform av vindkreftene fra toget, da avhengig av frekvens på slike passeringer.

8.2 Løsning 1b, gjerde med sjikaner

Det er litt lavere sannsynlighet for at reisende ved en feiltagelse beveger seg inn i sikkerhetssonen ved denne løsningen. Ellers er sikkerhetsmessige forhold som for gjerde uten sjikane. Da løsningen uten sjikane (1a) vurderes som akseptabel er dermed løsningen med sjikane også akseptabel.

Det kan være litt større utfordringer med snørydding dersom man har en sjikane utenfor åpningene i gjerdet. Ellers er denne løsningen lik løsning uten sjikane når det gjelder RAM forhold.

8.3 Løsning 1c, gjerde med manuell port

Det er litt lavere sannsynlighet for at reisende ved en feiltagelse beveger seg inn i sikkerhetssonen ved denne løsningen. Ellers er sikkerhetsmessige forhold som for gjerde uten sjikane (løsning 1a). Da løsningen uten porter (1a) vurderes som akseptabel er dermed løsningen med sjikane også akseptabel.

Den manuelle porten må vedlikeholdes men dette behovet vil være marginalt. Ellers er denne løsningen lik løsning uten sjikane når det gjelder RAM forhold.

8.4 Løsning 2a, gjerde med lys-/lydvarsling

Dersom det er varsellys og eller lydsignal i åpningene inn til sikkerhetssonen så vil dette redusere sannsynligheten for at personer beveger seg inn i sikkerhetssonen før stoppende tog har ankommet plattform. Da en løsning uten slikt lys/lyd (1a) vurderes akseptabel vil dermed løsning med lys/lyd også være akseptabel.

En utfordring med denne løsningen vil være styring av lys-/lydsignalet. Da dagens signalsystem ikke skiller mellom passerende og stoppende tog kan ikke lys-/lydsignalene koples mot dette. Fram til det foreligger et system som skiller passerende og stoppende tog med god nok pålitelighet må lys-/lydsignaler styres av skiltsystemet som ikke er et sikkerhetssystem og dermed har lavere pålitelighet.

Lys og lydsystemet og styringen av dette bidrar til noe høyere feilfrekvens vil kreve økt vedlikehold. Ellers er denne løsningen lik løsningen med gjerde uten sjikane (1a) når det gjelder RAM forhold.

8.5 Løsning 2b, gjerde med horisontal åpnende port

Porter i gjerdeåpningen som åpnes og lukkes automatisk før og etter stoppende tog vil gi en betydelig lavere sannsynlighet for at personer befinner seg i sikkerhetssonen når tog passerer.

En utfordring ved denne løsningen er få på plass en pålitelig åpning og lukking av porten.
Som en konsekvens av dagens signalsystem ikke skiller mellom passerende og stoppende tog vil en port som er koplet mot dette også åpne når det passerer tog. Dette vil medføre en betydelig fare da det vil være et signal til personer om å gå inn i sikkerhetssonen når passerende tog kommer. Som et alternativ kunne portene være koplet opp mot skiltsystemet, som skiller mellom passerende og stoppende tog. Dette er imidlertid ikke et sikkerhetssystem og har dermed mye lavere pålitelighet (det er i denne analysen ikke gjort noen vurdering av påliteligheten av skiltsystemet). Alternativt kan man også tenke seg at porten åpnes/lukkes manuelt (ved fjernkontroll) av tog-personalet, med tilhørende muligheter for feiloperasjon. Frem til en pålitelig teknisk løsning for automatisk åpning og lukking av porter er på plass, vurderes løsningen som uakseptabel.

Vedlikehold av portene, slik at disse fungerer, vil være viktig. Avhengig av hvor mange porter som feiler, og hvordan de feiler, vil dette kunne gi driftsforstyrrelser gjennom behov for kompenserende tiltak som for eksempel hastighetsnedsettelse.

8.6 Løsning 2c, gjerde med vertikal åpnende port

På det nivået denne analysen er gjort er det ikke identifisert noen forskjeller for sikkerhet eller RAM mellom løsning med horisontalt (2b) og vertikalt åpnende port.

8.7 Løsning 3a, passasjerer holdes tilbake i venterom – side og mellomplattform

En løsning der passasjerer venter inne i et venterom til stoppende tog har ankommet, vil være den sikkerhetsmessig beste løsningen. Med en slik løsning vil passasjerer ikke være utsatt for noen form for risiko fra passerende tog i hastigheter over 200 km/h, både reelt og i form av opplevd risiko. Dette forutsetter imidlertid at passasjerer overholder det å ikke bevege seg ut på plattform før tog ankommer. Pålitelig styring av dører er avgjørende i denne forbindelse og dette vil ha de samme utfordringer som man har med automatiske porter som beskrevet for løsning 2b ovenfor. Frem til en pålitelig teknisk løsning for automatisk åpning og lukking av dører er på plass, vurderes dermed løsningen som uakseptabel.

Selv om dører åpner og lukker som de skal vil det være en mulighet for personer å gå ut før de skal. Dette kan gjøres ved at de går ut samtidig som at personer på utsiden åpner for å gå inn, eller ved at de går ut på plattformen når dørene åpnes for å slippe passasjerer ut til en tidligere avgang. Det er ikke usannsynlig at passasjerer i enkelte tilfeller vil ønske å gå ut på plattformen tidlig, enten for å komme nært toget de venter på, eller at vedkommende bare foretrekker å vente ute dersom været er godt. Selv om dører skulle åpne og lukke som forutsatt, vurderes det derfor som vanskelig å få et slikt opplegg til å fungere på en god måte på en ubemannet stasjon.

Avhengig av lokale forhold og utforming (antall venterom, antall dører, avstand til tog osv.) kan løsningen i seg selv bidra til forsinkelser gjennom at det tar lengre tid å få passasjerer av og på toget.

Når det gjelder snørydding vil det ikke være utfordringer med gjerder på plattform ved denne løsningen. Dørene og styringen av disse vil være ekstra vedlikeholdsobjekter.

8.8 Løsning 3b, passasjerer holdes tilbake i venterom – bare mellomplattform

Som for løsning 3a.

9 Konklusjon og anbefalinger

Ut fra den totale vurderingen av RAM- og S-forhold gjort i denne analysen konkluderes det med at løsningen med gjerde med åpninger (Løsning 1a) er tilstrekkelig god for å hindre at passasjerer uvitende oppholder seg i sikkerhetssonen (sikkerhetssonen i seg selv er også markert) når det markeres med gjerde og skilt, i tillegg til standard varsling via anvisere på plattform og over høyttaleranlegg (dvs. varsel om passerende tog og oppfordring om å trekke bort fra sporet). Løsningen er også den mest vedlikeholdsvennlige. En slik løsning (1a) gir en tydelig markering og informasjon av hvor man skal oppholde seg og er tilsvarende løsning som benyttes i Tyskland, for hastigheter opp til 230 km/h.

Denne løsningen ble av arbeidsgruppen konkludert å være sikkerhetsmessig akseptabel, og er i tillegg, basert på enkle beregninger, vurdert å møte risikoakseptkriteriet for mest eksponerte individ. Usikkerheter i disse vurderingene er beskrevet i kapittel 9.2.

Denne analysen har tatt utgangspunkt i løsninger som er tilgjengelige i dagens jernbanesystem. Dersom man senere har mulighet til å kople fysiske barrierer (automatiske porter eller dører) opp mot et pålitelig system som kan styre barrierene, anbefales det at vurderingen gjøres på nytt. Slike endringer må da vurderes i henhold til ALARP prinsippet når det gjelder sikkerhet, da foreslåtte løsning 1a er vurdert som sikkerhetsmessig akseptabel. En slik framtidig løsning, med automatiske porter eller dører, vil endre vedlikeholdsbehov på stasjonene og gi en mer fremtidsrettet løsning enn den som er anbefalt i denne rapporten.

9.1 Anbefalte tiltak

Hovedanbefalingen er at man velger gjerde med åpninger uten sjikane, lyd/lysvarsling eller porter (dvs. løsning 1a) som standard beskyttelsestiltak på stasjoner på IC-strekningen med passering i hastigheter over 200 km/h.

Videre er følgende tiltak lagt til grunn når det vurderes at løsningen (1a) er akseptabel:

- Det installeres plattformvarme for å sikre at plattform er snø- og isfri. Dette for å redusere risiko knyttet til fall ved påvirkning av vindkrefter fra passerende tog. Snø og isfrie plattformer vil også sikre at markeringer i plattformdekke er synlige. I denne sammenheng vurderes i tillegg tak som et ALARP-tiltak.
- I prosjektering og bygging av nye stasjoner gjøres det vurdering av trafikkgrunnlag/lokale forhold og basert på dette dimensjoneres plattformer med tilstrekkelig plass slik at man unngår trengsel.
- Avstand mellom åpninger i gjerdet er tilnærmet lik avstand mellom dører på et togsett. Dette, sammen med bredde på åpninger (se nedenfor), bidrar til å hindre trengsel ved åpningene inn til sikkerhetssonen.
- Bredde på åpningene i gjerde gjøres tilsvarende åpning på dørene på et togsett (dette er

sett i sammenheng med anbefalingen overfor om at avstand mellom åpninger i gjerdet lages tilnærmet lik avstand mellom dørene på et togsett). Dette, sammen med avstand mellom åpninger (se overfor), bidrar til å hindre trengsel ved åpningene inn til sikkerhetssonen.
- Stasjonene har standard varsling (Passerende tog varsles på skjerm og høyttaleranlegg sammen med oppfordring om å trekke bort fra spor) ved passerende tog. Det er i denne analysen ikke gjort noen vurdering av påliteligheten av dette systemet som ikke er klassifisert som et sikkerhetssystem.
- For å hindre at passasjerer går inn i/oppholder seg i sikkerhetssonen gjøres spesifikke områder av plattformen attraktiv for publikum (benker, klimabeskyttelse m.m.). Dette vil bidra til å holde folk bort fra sikkerhetssonen og unngå trengsel ved/rundt åpningene inn til denne.
- Det er tilgang til hele plattformen for maskiner til snørydding og feiing (dette gjelder selv om plattformvarme installeres).

Følgende tiltak anbefales i tillegg som ALARP-tiltak (implementeres basert på kost-/nytte-vurderinger):
- Vurder, basert på lokale forhold som plass på plattform og trafikkmengde, å installere sjikane (som beskrevet for løsning 1b) i gjerdeåpningene.
- Vurder, basert på lokale forhold som trafikkmengde og eventuell forstyrelse av signaler (dette er trolig lite relevant med ERTMS), å installere lys-/lydvarsling i åpning (som beskrevet for løsning 2a) eller inne i sikkerhetssonen. Slike løsninger må utarbeides i samarbeid med personer med kompetanse på human factors, og det må sikres at løsningene ikke gir negativ effekt, f.eks. ved at lyssignaler ikke trekker folk inn i sikkerhetssonen.

9.2 Usikkerhet ved analysen

Denne analysen med resultater og konklusjoner er i stor grad basert på diskusjoner i det avholdte analysemøtet, med bred deltagelse av ulike disipliner og avdelinger i JBV. Dvs. at kompetansen i møtet i stor grad er basert fra drift av dagens jernbane i Norge og i tillegg den kunnskapen deltagerne har om løsninger i andre land. Det er usikkerhet knyttet til i hvilken grad denne kunnskapen og erfaringen gir kjennskap til risikoforhold som forsterkes eller introduseres ved passering av plattform i hastigheter over 200 km/h.

Det er i forbindelse med denne risikoanalysen ikke gjort beregninger eller simuleringer av hvilke krefter et passerende tog i hastighet over 200 km/h vil påføre passasjerer på plattform. Vurderingene er basert på erfaringen i møtet om at man ikke er kjent med at slike passeringer har ført til alvorlige skader og den svenske vurderingen /1/ som sier det samme. Disse begrensningene gir usikkerhet rundt vurdering av hvilke konsekvenser slike passeringer gir for personer innenfor sikkerhetssonen.

10 Referanser

/1/ Plattfomssäkerhet, VTI notat TF 50-06, Statens väg- och trafikinstitut, 1987-11-16

/2/ InterCity prosjektet - Utredning av mulige tekniske løsninger for sikringstiltak på/ved plattform, ICP-00-Q-20001, Rev.01, 25.11.2016

11 Vedlegg

/1/ Vurderinger fra analysemøtet

VEDLEGG 1 VURDERINGER FRA ANALYSEMØTET

INNLEDNING

I møte hos på Posthuset i Oslo 2.12.16 ble de forslåtte løsningene for beskyttelse av passasjerer på plattform ved passering av tog i hastigheter over 200 km/h innledningsvis presentert av Sven Narum. For beskrivelse henvises til hovedrapport og den studierapporten /2/ denne risikoanalysen er en input til.

Deretter ble formålet med møtet og metodikk presentert av Knut Mo, som også ledet den videre diskusjonen.

Som en start på vurderingene ble Jernbaneverket sine topphendelser gjennomgått med tanke på vurdering av hvilke som er relevante for denne analysen. Konklusjonene fra denne gjennomgangen er gitt i tabellen nedenfor.

Topphendelse	Vurdering
Avsporing	Konsekvensen ved en avsporing vil ikke endres vesentlig ved å øke hastigheten fra 200 km/h og opp mot 250 km/h. En avsporing i en slik hastighet vil i begge tilfeller klassifiseres som en storulykke. En slik ulykke vil heller ikke påvirkes av eller påvirke sikkerhetstiltak på plattform.
Sammenstøt tog-tog	Konsekvensen ved sammenstøt tog-tog i vil ikke endres vesentlig ved å øke hastigheten fra 200 km/h og opp mot 250 km/h. Et sammenstøt i en slik hastighet vil i begge tilfeller klassifiseres som en storulykke. En slik ulykke vil heller ikke påvirkes av eller påvirke sikkerhetstiltak på plattform.
Sammenstøt tog-objekt	Konsekvensen ved sammenstøt tog-objekt vil ikke endres vesentlig ved å øke hastigheten fra 200 km/h og opp mot 250 km/h. Sammenstøt i en slik hastighet vil i verste fall føre til avsporing (se vurdering ovenfor). En slik ulykke vil heller ikke påvirkes av eller påvirke sikkerhetstiltak på plattform.
Brann	Sannsynligheten for brann i infrastruktur eller tog vil ikke endres ved å øke hastigheten fra 200 km/h og opp mot 250 km/h. En slik ulykke vil heller ikke påvirkes av eller påvirke sikkerhetstiltak på plattform.
Passasjerer skadet på plattform	Risiko for passasjerer på plattform vil påvirkes direkte av passeringer over 200 km/h og av de beskyttelsestiltak som gjøres. Dette vurderes videre i analysen.
Personer skadet ved PLO	Personer skadet ved planovergang er ikke relevant da det ikke vil være planoverganger på strekninger med så høy hastighet.
Personer skadet i og ved spor	Sannsynligheten for at personer skades i og ved spor vil ikke endres vesentlig ved å øke hastigheten fra 200 km/h og opp mot 250 km/h. En slik ulykke vil heller ikke påvirkes av eller påvirke sikkerhetstiltak på plattform.

Videre i møtet ble dermed sikkerhetsvurderinger begrenset til risiko for passasjerer på plattform. I tillegg ble RAMS forhold ved de ulike løsningene diskutert og vurdert.
Erfaring fra Eidsvoll verk (tog passerer i 210 km/h i dag) og Lillestrøm (tog passerer i 160 km/h i dag) er at det er ubehagelig å stå på plattform. Opplevd risiko er derfor også et element i diskusjonene.

De diskusjonene og vurderingene som ble gjort i møtet er i det videre beskrevet for hvert av de foreslåtte løsningene.

LØSNING 1A, GJERDE UTEN SJIKANE

Fordelene med denne løsningen er at den er enkel og ryddig løsning som ikke krever stor plass. Den vil ikke ha innvirkning på togtrafikken da det ikke er noe teknisk system som kan feile.

Det er ikke identifisert noen ulemper ved denne løsningen utover at den vil gjøre noen drifts- og vedlikeholdsoppgaver noe mer tidskrevende (men ikke mer enn for de andre foreslåtte løsningene).

Sikkerhet

Avstand mellom åpninger i fysisk barriere (gjerde)

Avstand mellom åpninger i gjerdet må ikke være for lang, da den kan oppleves som en barriere for de passasjerene som ønsker å komme på toget raskest mulig, og at noen derfor velger å ikke respektere gjerdet og passerer barrieren. Samtidig som det er ønskelig at avstigning skal skje så smidig som mulig ved at hele plattformen benyttes.

***Tiltak 1*:** Avstand mellom åpninger i gjerdet bør være tilnærmet lik avstand mellom dører på et togsett.



Figur 2 Illustrasjon av avstand mellom porter i gjerdet (markert med blå pil)

Bredde på åpning i fysisk barriere (gjerde)

Bredde på åpningene i gjerdet bør sikre at de ikke blir en flaskehals. Dette er viktig både for å hindre trengsel ved normal av og påstigning, og med tanke på scenario med evakuering av et togsett på plattform.

***Tiltak 2*:** Sett i sammenheng med anbefalingen om åpning i gjerdet med tilnærmet lik avstand som på et togsett, vil tilstrekkelig bredde på åpningene i gjerde være tilsvarende åpning på dørene på et togsett.



Figur 3 Illustrasjon av minimum bredde på porter i gjerdet (markert med blå pil)

Varsling om passerende tog
Det må sikres god varsling for gjennomgående tog som passerer i over 200 km/h. Det bør unngås stedvis forskjeller i varslingsprosedyre når faren er den samme. Med varsling menes skilting, anvisere på plattform og melding over høyttaleranlegg.

***Tiltak 3*:** Standard varsling ved gjennomgående tog. Dette bør omfatte varsling over høyttaleranlegg og skjerm, med beskjed om at tog vil passere og at man skal trekke bort fra sporet.

Varsling om passasjerer som oppholder seg i sikkerhetssonen - bevegelsessensor
Løsning 1a, b, c og løsning 2a vil i varierende grad gi passasjerer mulighet til å entre sikkerhetssonen uten å passere fysiske hindre. For å unngå at personer oppholder seg i sikkerhetssonen når det passerer tog i over 200 km/h er det vurdert bruk av sensor for å varsle togleder om dette. Denne løsningen er ikke anbefalt, på bakgrunn av at dette i praksis ikke vil fungere:

- Analysegruppen er ikke komfortable med å legge denne funksjonen/arbeidsoppgaven til togleder med tanke på arbeidsbelastning og minimal mulighet til å forhindre den uønskede hendelsen. Tiltaket ved en eventuell varsling vil være å sette ned farten til toget. Et tog i en hastighet på over 200 km/h vil ha en lang nedbremsingstid og vil derfor være et lite fungerende tiltak.

Gjøre områder attraktive for publikum
Dersom man ønsker at passasjerer skal oppholde seg på et spesielt område på plattform, må man gjøre dette område attraktivt for passasjerene. Dette kan oppnås med forskjellige tiltak, eksempelvis benker, etc.

***Tiltak 4*:** Gjøre spesifikke områder av plattformen attraktiv for publikum.

RAM

Snørydding
Ved snørydding vil gjerde på plattform være et hinder. For å minimere de negative konsekvensene ved denne barrieren, er det viktig at det tilrettelegges for at utstyr kan flyttes fra den ene til den andre siden av gjerdet. Dette kan eventuelt løses ved å ha egne låste porter som benyttes ved vedlikehold/snørydding.

***Tiltak 5*:** Opprettholde adkomst for nødvendig materiell på hele plattformen. Et tiltak for å unngå/minimere behovet for snørydding på plattform er tak og varme i plattformene. Dette er tiltak som gjør det enklere å drifte og vedlikeholde stasjoner:

- Behovet for snørydding er betydelig redusert/eliminert. Snørydding av sikkerhetssonen vil kreve spordisponering og vil derfor ellers måtte utføres i hvite tider (bekreftet i e-mail fra R. J. Nordhagen 22.05.17).
- Tiltak som gjøres på plattformdekke vil ha lengre levetid.

I tillegg til at det gir sikkerhetsmessig positive fordeler i form av:

- Sikkerhet for reisende på plattform da det ikke vil ligge is og snø på plattformdekket.
- Markering av sikkerhetssonen vil være synlig til enhver tid.

Vårfeiing
Ved vårfeiing vil gjerde på plattform være et hinder på lik linje som ved snørydding.

Helhetlig vurdering

Det var enighet blant deltagerne i analysemøtet at løsning 1a med porter i gjerde er tilstrekkelig god for å hindre at passasjerer uvitende oppholder seg i sikkerhetssonen (sikkerhetssonen i seg selv er også markert) når det markeres med gjerde med skilt, i tillegg til varsling via anvisere på plattform og over høyttaleranlegg (tilsvarende varsling som benyttes i dag ved passerende tog). Dette gir en tydelig markering av hvor man skal oppholde seg. Dette er tilsvarende løsning som benyttes i Tyskland, der for hastigheter opp til 230 km/h. Det anbefales å søke erfaring fra Tyskland i forhold til løsning.

LØSNING 1B, GJERDE MED SJIKANE

Fordelene med denne løsningen er at reisende ikke ledes rett ut i sporet etter å ha passert gjerdet, løsningen gir et enda tydeligere skille. Uavhengig av hvor på plattform man befinner seg vil man han et fysisk hinder mot jernbanesporet.

Ulempene med denne løsningen er at den er plasskrevende og kan dermed føre til økt plattformbredde og det kan bli rotete å forholde seg til de ulike «lag» med barrierer.

Sikkerhet

Vurderingene relatert til løsning 1a vedrørende avstand mellom åpning i gjerdet, bredde på porter og varsling er tilsvarende for løsningen 1b.

RAM

Vurderingene relatert til løsning 1a vedrørende avstand snørydding og vårfeiing er relevante også for løsningen 1b. På grunn av at denne løsningen har flere elementer på plattform er denne noe mer uheldig med tanke på disse forholdene.

Helhetlig vurdering

Løsningen anbefales ikke som standard tiltak men bør vurderes som ALARP tiltak (kost-nytte) for den enkelte stasjon.

LØSNING 1C, GJERDE MED MANUELL PORT

Fordelene med denne løsningen i forhold til løsning 1b, er at den er plassbesparende (tilsvarende lik 1a).

Ulempene er at en slik løsning synes å virke dårlig i praktisk da portene skal benyttes til både på- og avstigning samtidig, noe som kan føre til trengsel med negativ effekt på både sikkerhet og oppetid (bidrar til forsinkelser)

Helhetlig vurdering

Løsningen anbefales ikke som standard tiltak men bør vurderes som ALARP tiltak (kost-nytte) for den enkelte stasjon.

LØSNING 2, GENERELT

Vurderingen av alternative løsninger for sikkerhetstiltak på plattformer begrenses av dagens tekniske løsninger. Med dagens teknologi finnes det ikke et system som er pålitelig nok til å kunne styre tekniske løsninger på plattform som skiller mellom stoppende og gjennomgående tog. I dag benyttes skiltanlegget til å varsle personer på plattform om gjennomgående tog via anvisere på plattform og melding over høyttaleranlegg. Dette systemet har imidlertid ikke den påliteligheten som kreves av et system som skal ivareta sikkerheten til passasjerer på plattform.

Selv om dette er en begrensende faktor, ble det i analysemøtet ikke identifisert behov for å ha tekniske løsninger som må styres av et slikt anlegg for at sikkerheten til personer som oppholder seg på plattform er ivaretatt.

LØSNING 2A, GJERDE MED LYS-/LYDVARSLING

Fordelen med denne løsningen er at det blir en enda tydeligere markering når et gjennomgående tog passerer, da det markeres med lys i tillegg til anvisning på skjerm og over høyttaler.

Ulempen med tiltaket er at det ikke kan knyttet opp mot et sikkerhetssystem og det vil derfor være tilfeller hvor varsling ikke forekommer.

Helhetlig vurdering

Lys på plattform vil kunne styres av skiltanlegget som et ALARP-tiltak.

LØSNING 2B, 2C, 3A og 3B

Fordelen med disse løsningene er at man har en hel fysisk barriere som skiller passasjer på plattform fra sikkerhetssone (for løsning 2b og 2c) eller som skiller passasjer i venterom fra plattform (for løsning 3a og 3b). På grunn av at det ikke finnes et pålitelig system som kan kontrollere disse portene, vurderes løsningen som ikke gjennomførbar. Dersom et slikt system hadde blitt koblet opp mot skiltanlegget ville det ha kunnet oppstå store sikkerhetsmessige utfordringer dersom portene åpnet feilaktig. Løsningene gir også økt behov for vedlikehold.

Helhetlig vurdering

Dette vill vært gode sikkerhetsmessige løsninger da det er en fysisk barriere på plass som skiller passasjerer fra sikkerhetssonen.

Dette krever imidlertid en pålitelig og sikker automatisk operasjon av porter eller dører, noe man ikke ser som praktisk mulig i dag.

Løsning 2b, 2c, 3a og 3a anbefales ikke med bruk av dagens teknologi.