

REDUSERT YTRE SIGNALERING

Endelig rapport



Oppdragsgiver: Jernbaneverket
Hovedkontoret

Dato: 2000.02.21

Prosjektnummer: 199174

Antall Sider 30

Revisjon: 01



Innhold

Figurliste	2
Tabelliste	2
Terminologiliste	3
1 Sammen drag	4
2 Forord.....	5
3 Bakgrunn	6
3.1 Problemstillinger	6
3.2 Målsetting	6
4 Systembeskrivelse	7
4.1 Prinsippbeskrivelse RYS	7
4.2 Delvis utrustet ATC (DATC)	7
4.3 Fullstendig utrustet ATC (FATC).....	7
4.4 SIMIS-C sikringsanlegg	8
4.5 NSI-63 sikringsanlegg	9
5 Pålitelighetsvurdering.....	10
5.1 Kartlegging av ytre enheter	10
5.2 Feilstatistikk	11
6 Risikoanalyse	14
6.1 Rammebetingelser og mål	14
6.2 Identifisering av farlige hendelser.....	15
6.3 Identifisering av årsakskjeder.....	16
6.4 Sannsynlighet for feil	16
6.5 Konsekvenser og risikovurdering	19
7 Kostnadsanalyse.....	22
7.1 Innføring av RYS på NSI-63 strekning	22
7.2 Innføring av RYS på strekning med SIMIS-C sikringsanlegg	23
7.3 Kommentarer og anbefalinger.....	23
8 Følger for regelverket ved innføring av RYS	25
8.1 Teknisk regelverk	25
8.2 Trafikksikkerhetsbestemmelser.....	26
9 Konklusjon.....	28
10 Vedlegg	29
11 Referanser	30

Figurliste

Figur 1	Eksempel på stasjon med RYS.	5
Figur 2	Systemoversikt SIMIS-C	8
Figur 3	Signalskap med krets for fiktivt signal	9
Figur 4	Nedetid/år Eidsvoll – Minnesund med alle optiske signaler og med RYS..	12

Tabelliste

Tabell 1	Antall lamper i HS- og FS på strekningen Gardermoen - Minnesund	10
Tabell 2	Inngangshendelser og endret sannsynlighet ved innføring av RYS.....	17
Tabell 3	Inngangshendelser som gir hovedbidrag til "Passering av signal i stopp"..	18
Tabell 4	Inngangshendelser som gir hovedbidrag til "For høy hast. i sporveksel" ...	18
Tabell 5	Klassifisering av hendelser som kan føre til uhell	19
Tabell 6	De endrede inngangshendelsenes konsekvens.	19

Terminologiliste

ATC	Automatic Train Control
BSTR	Områdedatamaskin
BC	Balisekontroller
BUMA	Bussmaster
DATC	Delvis utrustet ATC
EKIR	Sentraldatamaskin
FATC	Fullstendig utrustet ATC
Fiktivt signal	Signal er erstattet med motstander i stedet for lamper
FOAP	Fiberoptisk adapter
FS	Forsignal
FTGS	Siemens skjøteløse sporfelt
HS	Hovedsignal
OC	Objektkontroller
Reperer signal	Forsignalbeskjed repeteres i balisegruppe utlagt mellom FS og HS
RYS	Redusert ytre signalering
SR	Signalrelé
SSR	Grensesnittdatamaskin
TK	Togvei kontrollrelé
Tsp	Togvei sperrerele

1 Sammendrag

Rapporten tar for seg innføring av Redusert Ytre Signalering (RYS), og som eksempel benyttes strekningen Gardermoen – Minnesund. Strekningen består av to typer sikringsanlegg (SIMIS-C og NSI-63).

Risikoanalysen som er gjort på signaleringsprinsippet avslører ingen signifikant endring av risiko ved innføring av RYS, men peker på noen elementer man bør ta hensyn til i det videre arbeidet.

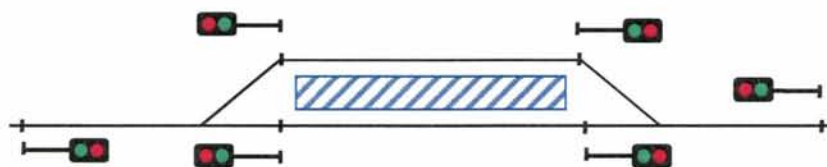
Kostnadmessig har man mest å tjene på å bygge RYS i forbindelse med utskifting eller nybygging av sikringsanlegg, da investeringskostnaden kan reduseres betraktelig i forhold til dagens anlegg. Innføring av RYS på strekning med NSI-63-anlegg medfører en del ombyggingskostnader, men fører til en bedret tilgjengelighet.

Innføring av RYS vil få følger for både teknisk regelverk så vel som trafiksikkerhetsreglementet. Den viktigste endringen vil være at man må innføre spesielle restriksjoner for kjøring uten virksom ATC.

2 Forord

Målsettingen med denne rapporten er å vurdere ulike konsekvenser, både tekniske, sikkerhetsmessige og økonomiske, ved innføring av RYS. Redusert ytre signalering medfører fjerning av alle optiske forsignaler. Det skal være en rød og en grønn lampe i hovedsignalene på en stasjon (Se Figur 1). Fullstendig utrustet ATC (FATC) er en forutsetning for innføring av RYS.

Rapporten er utarbeidet av BanePartner med Geir Torbjørn Knudsen som prosjektleder, og Vidar Brøto, Øystein Karlsen og Klara Lyngnes som prosjektmedarbeidere.



Figur 1 Eksempel på stasjon med RYS.

Spørsmål angående rapporten kan rettes til:

Jernbaneverket Hovedkontoret
v/Ronald Hortman
Stortorvet 7
Postboks 1162 Sentrum
0107 OSLO
Tlf.: 224 55181

BanePartner
v/Geir Torbjørn Knudsen
Stortorvet 7
Postboks 1162 Sentrum
0107 OSLO
Tlf.: 224 56383

3 Bakgrunn

RYS vurderes innført i forbindelse med oppgradering/utskifting av sikringsanlegg på enkelte strekninger for å redusere investerings- og vedlikeholdskostnader.

BanePartner skal utarbeide en rapport som vurderer ulike konsekvenser ved en eventuell innføring av RYS. Rapporten skal belyse forhold som kan berøre sikkerheten, vise eventuell tallfestet gevinst for pålitelighet, og presentere en eventuell økonomisk gevinst. Sikkerheten må ivaretas ved en slik endring av signaleringen langs sporet.

Strekningen Gardermoen-Minnesund benyttes som referanse i rapporten.

3.1 Problemstillinger

Forhold som kan berøre og påvirke sikkerheten ved innføring av RYS skal vurderes gjennom en risikoanalyse som dokumenteres ved hjelp av hensiktsmessig standard. Det skal også ses på spesielle forhold som kan påvirke sikkerhetsbestemmelser og teknisk regelverk (prosjektering av ATC), bl.a. ved vurdering av den menneskelige faktoren i togframføringen.

Innføring av RYS fører til færre komponenter og dermed færre sviktmuligheter. Gevinsten i tilgjengelighet skal belyses, bl.a. ved hjelp av bearbeiding av pålitelighetsdata for innvendig og utvendig del av sikringsanlegg. Forventet tid mellom svikt for komponenter (sporfelt, drivmaskiner, baliser og lamper) langs sporet som får konsekvenser for togframføringen, skal også kommenteres.

Det skal også tas hensyn til økonomiske konsekvenser som pris/kostnader (gevinst/tap) ved innføring av dette signalsystemet.

3.2 Målsetting

Målsettingen med utarbeidelse av denne rapporten er at den skal kunne danne beslutningsgrunnlag for eventuelt videre arbeid med innføring av RYS.

4 Systembeskrivelse

For den aktuelle strekningen mellom Gardermoen og Minnesund finnes det to forskjellige typer sikringsanlegg. På Gardermobanen mellom Gardermoen og Eidsvoll, er det SIMIS-C sikringsanlegg. Banestrekningen Eidsvoll-Minnesund har sikringsanlegg av type NSI-63.

Når det gjelder automatisk togkontroll (ATC), er strekningen Gardermoen-Eidsvoll utrustet med fullstendig ATC (FATC), mens det på strekningen Eidsvoll-Minnesund er delvis utrustet ATC (DATC).

Nedenfor beskrives prinsippet for RYS, deretter de to ovennevnte ATC-typene, og til slutt presenteres sikringsanleggene SIMIS-C og NSI-63, og hvilke innvirkning RYS vil ha på disse.

4.1 Prinsippbeskrivelse RYS

RYS innebærer en reduksjon av optiske signaler ved at man fjerner alle forsignaler, både frittstående og på hovedsignalets mast. I stedet for frittstående forsignaler benyttes et forsignal skilt (evt. ATC-merke 3) som settes opp på den avstand som er angitt i henhold til JD "550 SIGNAL Regler for prosjektering", vedlegg utvendig sikringsanlegg kap.6 [3].

På hovedsignalene fjernes også nedre grønne lampe, slik at man kun har en rød og en grønn lampe. I tillegg tar man bort blinkfunksjonen i innkjørhovedsignalene.

RYS forutsetter at strekningen er utrustet med FATC.

4.2 Delvis utrustet ATC (DATC)

På delvis utrustet område overvåker ATC-systemet at togene stopper eller reduserer hastigheten i henhold til signalbildene fra hovedsignaler og tilhørende forsignaler. ATC-systemet overvåker også høyeste tillatte kjørehastighet over første sporveksel til avvik ved innkjørtogvei og enkelte ganger ved utkjørtogvei, samt ved midlertidige hastighetsnedsettelse utover en viss verdi. I visse tilfeller er ATC-baliser også installert ved rasvarslingssignaler eller dvergsignaler.

4.3 Fullstendig utrustet ATC (FATC)

I fullstendig utrustet område overvåker ATC-systemet den til enhver tid gjeldende høyeste tillatte kjørehastighet for hvert strekningsavsnitt. Lokomotivføreren får kontinuerlig angitt høyeste tillatte kjørehastighet i ATC-panelet på toget. Fullt utrustet ATC krever utplassering av ATC-baliser ved følgende punkter:

- Ved hovedsignaler og forsignaler, samt ved framskutt forsignalering
- Ved forandring i skiltet hastighet (fast eller midlertidig)
- For overvåkning av hastighet mot teknisk sikrede planoverganger ved differensiert hastighetsavhengig innkoplingsavstand

På strekninger med FATC er det normalt ikke skiltet overhastigheter. Informasjon om eventuelt tillatte overhastigheter vil ligge i togets ATC-utrustning.

En forutsetning for å innføre RYS er at det finnes FATC på strekningen.

4.4 SIMIS-C sikringsanlegg

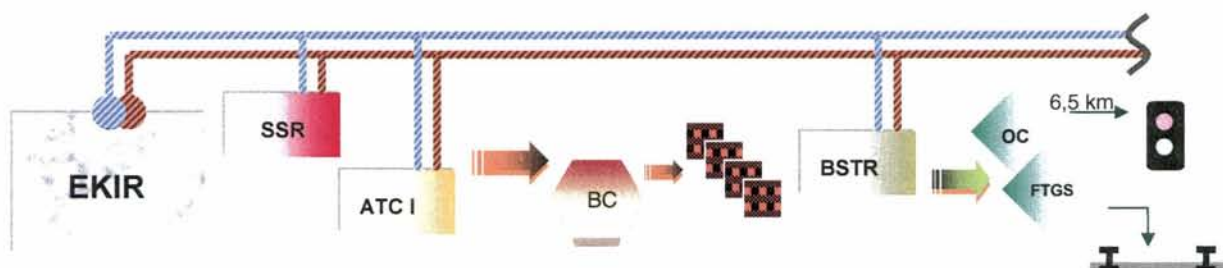
Dette systemet er installert på Gardermobanen, og har vært i drift siden 1998.10.08.

Anlegget styres av en sentraldatamaskin (EKIR). Denne kommuniserer med de andre dataenhetene via en dublert stillverksbuss. Andre dataenheter er bl.a. SSR (grensesnittdatamaskin), ATCI (ATC datamaskin) og BSTR (områdedatamaskin).

SSR og BSTR styrer og overvåker sikkerhetstekniske objekter via OC (objekt kontrollere). Avstand fra BSTR/OC og ut til objektene langs sporet kan være opptil 6500 meter (kobberkabel).

ATCI maskinen kommuniserer med en eller flere BUMA (bussmaster) som plasseres i samme skap. Hver BUMA kommuniserer med en eller flere FOAP (fiberoptisk adapter) som kan ligge inntil 4 km unna. Hver FOAP sender informasjon til BC (balisecontroller) som kan ligge inntil 3 km unna. Hver BC styrer da balisene i sitt område. Avstanden fra ATCI maskinen og ut til balisene kan være opptil 7 km (største antall baliser/ATCI er 400 stk).

Mye av utstyret nevnt ovenfor er plassert i ett sentralt hus/rom for sikringsanlegg. Om det skulle være nødvendig (pga. distansen til objektene) plasseres det ut såkalte containere langs linjen, som inneholder nødvendig antall BSTR- og ATCI enheter. Disse tilkoples nevnte stillverksbuss og styres fra sentraldatamaskinen. På store anlegg kan man ved behov koble sammen flere sentraldatamaskiner (EKIR).



Figur 2 Systemoversikt SIMIS-C

4.4.1 SIMIS-C og RYS

Generelt vil utstyrsmengden være lik det anlegget (SIMIS-C) som finnes på Gardermobanen i dag. Det finnes tre muligheter til å tilpasse anlegget til RYS konseptet.

- Det ene er å bygge om/endre den anleggstypen vi har i dag, og erstatte forsignal og nedre lampe i hovedsignal med fiktive signaler (motstander). Denne metoden vil innebære et likt antall enheter tilknyttet sikringsanlegget bare med den forskjell at de optiske signalene som fjernes erstattes med fiktive.

- En annen måte er å omkople det innvendige sikringsanlegget slik at sikringsanlegget "lures" til å tro at fjernet signal er aktivt.
- Den tredje måten er at leverandøren endrer programvaren i sikringsanlegget (EKIR og BSTR) slik at det kun trengs to lamper i hovedsignalet, og ingen fiktive signaler. Dette gjør også at man kan redusere antall komponenter for styring av signaler og antall tråder i kabelen. Denne løsningen antas å være mest kostnadseffektiv ved bygging av et nytt anlegg med en viss størrelse. Se for øvrig kapittel 7.2 "Innføring av RYS på strekning med SIMIS-C sikringsanlegg" side 23.

4.5 NSI-63 sikringsanlegg

Dette er et togvei-basert relésikringsanlegg som er mye benyttet på Jernbaneverkets banestrekninger. Releene plasseres normalt i reléhus på stasjonen. For slike relésikringsanlegg med DATC finnes det i hovedsak styrte baliser ved for- og hovedsignaler. I de tilfeller hvor det trengs styring av baliser uten signaler, settes det opp fiktive signaler med kodere. Maksimal lengde fra koder til balise er 300 meter.

4.5.1 NSI 63 med FATC og RYS

For strekninger med relésikringsanlegg styres balisene ved hjelp av kodere som avkjenner lampestrøm. Utbygging av en strekning til FATC vil kunne medføre en økning i antallet styrte baliser. Disse plasseres bl.a. ved hovedsignal, forsignal, sporvekselgruppe, som fremskutt forsignal eller som repeter forsignal. Ved utbygging til FATC vil det i en del tilfeller være nødvendig å sette opp fiktive signaler (motstander i stedet for lamper).

Ved innføring av RYS vil alle forsignaler forsvinne og disse må da erstattes med fiktive signaler. Dette foreslås gjort ved at man benytter eksisterende utstyr og kabling så langt det er mulig. Masten til forsignalet fjernes og erstattes med et ATC-skap hvor det er satt opp en ferdigmontert krets og kodere (evt. også for repeter forsignal grupper).



Når den nedre grønne lampen på hovedsignalet fjernes, er det mulig å legge kretsen til det fiktive signalet i signalskapet slik som illustrert på bildet til venstre.

Trenger man derimot å fjerne både forsignal og nedre lampe i hovedsignal, trenger man 3 kretser. På grunn av den begrensede plassen i skapet, kan man ikke gjøre dette av sikkerhetsmessige årsaker, så løsningen på dette problemet vil være å montere opp et ekstra skap på masten tilsvarende det på bildet.

Figur 3 Signalskap med krets for fiktivt signal

5 Pålitelighetsvurdering

5.1 Kartlegging av ytre enheter

Antall hovedsignallamper på strekningen Gardermoen - Minnesund er kartlagt ved hjelp av signal- og baliseplasseringstegninger for strekningene Gardermoen - Bekkedalshøgda, Bekkedalshøgda - Ålborgveien, Ålborgveien - Eidsvoll st. og Eidsvoll st. - Minnesund st. Resultatet er vist i tabellen nedenfor.

Strekning	Antall lamper uten RYS	Antall lamper med RYS
Gardermoen-Eidsvoll	258	112
Vettalstøen Bp	10	4
Minnesund st.	24	12
SUM	292	128

Tabell 1 Antall lamper i HS- og FS på strekningen Gardermoen - Minnesund

På den aktuelle strekningen er det i dag totalt 292 lamper. Dette tallet reduseres til 128 ved innføring av RYS.

5.2 Feilstatistikk

For å vurdere hvordan sikringsanleggets tilgjengelighet påvirkes av RYS er det innhentet en del feilstatistikker.

Følgende datagrunnlag fra Banedatabanken er benyttet:

- Feilstatistikk for Minnesund st. og Vettalstøen Bp i perioden 1990.12.01 – 1998.06.29
- Feilstatistikk for Gardermobanen (inklusive Gardermoen - Eidsvoll) i perioden 1998.09.01 – 1999.09.01

Utskrifter som viser de feil som inngår i tilgjengelighetsberegningene er gjengitt i vedlegg 4.

I forbindelse med RYS er det interessant å se på feil i lamper eller utstyr som har tilknytning til lamper i hoved- og forsignalene.

På den aktuelle strekningen er det som nevnt to forskjellige sikringsanlegg. Disse er utstyrt med forskjellige lampetyper.

5.2.1 Gardermoen - Eidsvoll

SIMIS-C anlegget har dobbeltfilamentlamper med to likeverdige brenntråder. Hver brenntråd har en teoretisk levetid på minst 2500t ved 12V. Spenningen er derimot satt noe lavere, noe som betyr en vesentlig forbedring i levetid. Feilstatistikken fra strekningen Gardermoen - Eidsvoll viser at det er i gjennomsnitt 12,2 dager mellom hver lampefeil. Feil som følge av arbeider i anlegget er ikke med i beregningene.

Med RYS vil tallet på lamper på strekningen Gardermoen - Eidsvoll reduseres fra 258 til 112.

Med det reduserte antall lamper vil det med samme feilintensitet som er beregnet ut fra feilstatistikken, gå 28,0 dager mellom hver feil med RYS.

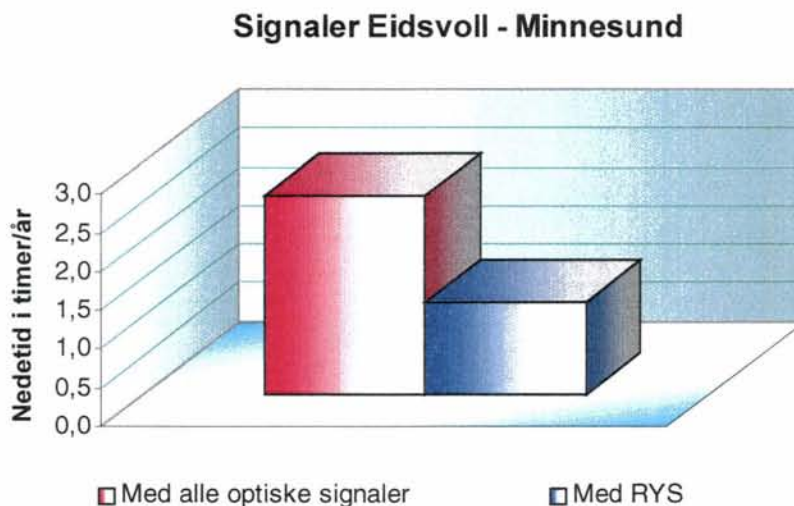
Fra feilstatistikken ser vi at feil på annet utstyr knyttet til lampene representeres av én feil i løpet av 1 år. Dersom vi antar at vedlikehold / utbytting av disse komponentene skjer slik at feilraten holdes tilnærmet konstant (ikke påvirkes av aldring), kan vi se bort fra feil i disse enhetene. Når en lampefeil oppstår rettes denne så fort det lar seg gjøre, uten å hindre togtrafikken, normalt i løpet av 48 timer. Sannsynligheten for at man skal få en feil i den andre brenntråden i løpet av reparasjonstiden er så liten at vi kan se bort fra denne.

For strekningen Gardermoen - Eidsvoll vil derfor ikke RYS bidra til noen direkte forbedring av tilgjengeligheten i og med at strekningen er utstyrt med dobbeltfilamentlamper.

5.2.2 Eidsvoll - Minnesund

For å kunne ha tilstrekkelig med inngangssignaler til balisekoderne er det nødvendig å beholde alle de innvendige komponentene i sikringsanlegget selv om man innfører RYS i NSI-63. I stedet for lampene settes det inn motstander i de samme kretsene. Motstander har en feilrate som er i størrelsesorden 1×10^{-9} - 10×10^{-9} feil pr. time. Dette gir så lite bidrag til feilintensiteten at vi har sett bort fra disse i beregningene. Tilgjengelighetsberegningene omfatter derfor bare feil som har med lamper, lampeholder etc. å gjøre, det vil si det utstyret som kan fjernes med RYS.

Strekningen har, før innføring av RYS, 34 lamper. Med RYS reduseres antall lamper til 16. Med grunnlag i feilstatistikken for strekningen Eidsvoll - Minnesund har vi beregnet tiden mellom feil til 213 dager uten RYS. Med RYS stiger denne tiden til 452 dager (se vedlegg 2). Dersom vi antar en reparasjonstid på 1,5 timer vil strekningen (sett under ett) ha en nedetid på 2 timer og 34 minutter pr. år uten RYS og 1 time og 13 minutter med RYS, altså en forbedring på ca 1 time og 20 minutter pr. år. Denne strekningen er utstyrt med enkeltfilamentlamper og en feil vil derfor få direkte konsekvenser for anleggets tilgjengelighet, men ikke nødvendigvis påvirke toggangen.



Figur 4 Nedetid/år Eidsvoll – Minnesund med alle optiske signaler og med RYS.

5.2.3 Vurdering av resultatene

I denne analysen har vi sett på hver av de to delstrekningene som en samlet enhet, det vil si at alle lamper fungerer til enhver tid.

Feilstatistikken som er utgangspunkt for beregningene er fra det første driftsåret på Gardermobanen. Det antas at den samlede feilintensiteten for lampene vil øke noe med tiden fordi perioden vi har sett på er i starten av anleggets levetid.

Det er i feilstatistikken ikke oppgitt hvilken lampe som har feil. Dette er imidlertid av en viss betydning for togframføringen. Avhengighet til den røde lampen er forskjellig for NSI-63 og SIMIS-C. I NSI-63 har en feil i den røde lampen ingen betydning dersom lampen sitter i togveiens startpunkt. I SIMIS-C er man derimot avhengig av at den røde lampen lyser for at man skal kunne vise kjøør i samme signal. Begge systemene krever imidlertid at rødlyset fungerer i signaler som gir dekning.

I et signal vil det normalt være slik at signalet lyser rødt det meste av tiden, og bare lyser i de andre lampene når et tog er på vei mot signalet. Det er derfor sannsynlig at det er den røde lampen som feiler oftest. Forholdet mellom kjøør- og stopp-beskjed i signalene avhenger først og fremst av trafikk tettheten.

Av feilstatistikken ser vi at ingen av feilene på Gardermobanen har hatt innvirkninger på toggangen da lampene har dobbeltfilament og man bytter lampene før reservefilamentet feiler. På strekningen Eidsvoll - Minnesund har 15% (2 av 13) av feilene medført forsinkelser i toggangen uten at disse er kvantifisert (se for øvrig kapittel 7 "Kostnadsanalyse").

For strekningen Gardermoen - Eidsvoll utgjør feil knyttet til lampene 37% av de registrerte feilene. På strekningen Eidsvoll - Minnesund er antall lampefeil 13% av det totale antall feil. Grunnen til den store forskjellen i fordeling mellom feil i lampekrets og andre feil antas å ha sammenheng med at Gardermobanen er en ny strekning der alle komponenter er nye i forhold i til strekningen Eidsvoll - Minnesund der anleggene har vært i drift i cirka 35 år.

Dersom man regner med at antall andre feil er det samme også etter innføring av RYS, vil man kunne redusere antall feil totalt med 21% for Gardermoen - Eidsvoll og 7% for Eidsvoll - Minnesund.

Et annet tiltak for å øke tilgjengeligheten er å erstatte alle glødelampene med lysdiodematriser. Dette kan gjøres som et tillegg eller et alternativ til RYS. Levetiden for diodematriser er beregnet til ca. 40 år og lampefeil vil da så å si være eliminert.

6 Risikoanalyse

6.1 Rammebetingelser og mål

På grunn av den lave friksjonen mellom hjul og skinne vil tog ikke kunne stoppe på siktavstand fra hovedsignalene ved normal hastighet. For å oppnå tilstrekkelig bremsesavstand har man plassert ut forsignaler foran hovedsignalene. Disse er plassert slik at forsignalets siktavstand pluss avstanden mellom forsignalet og hovedsignalet skal gi tilstrekkelig bremsestrekning for hastigheten som gjelder på strekningen. Innebygget i denne avstanden ligger også sikkerhetsmarginer for lokomotivførerens og systemets reaksjonstid.

Med delvis utrustet ATC (DATC) er ATC-systemets hovedhensikt å forhindre at tog passerer signal i stopp. Med DATC er det lokomotivfører som regulerer hastigheten på linjen ut fra skilting av linjehastighet. I tillegg vil lokomotivets ATC-utstyr ha innprogrammert en maksimalhastighet for toget. Balisene er plassert ved hoved- og forsignaler og gir informasjon om tillatt hastighet forbi hovedsignaler og sporveksler. Informasjon om kjø- og vent-hastighet benyttes også til å begrense hastigheten gjennom stasjoner.

Med fullstendig utrustet ATC (FATC) har man i tillegg baliser ved alle hastighetsskilt. Dermed vil den skiltede hastigheten overvåkes kontinuerlig i ATC-systemet. På FATC-strekninger er det også mulig å benytte såkalt gjennomsignaler. Dette vil si at man kan signalere forbi nærmeste hovedsignal. Man oppnår dermed en lengre bremsestrekning og kan tillate høyere hastighet. Vanligvis skal frittstående forsignaler på strekninger uten fall plasseres ca. 1200 meter foran hovedsignalet. Dersom forsignalet er plassert lengre inn, og dette ikke gir tilstrekkelig bremseavstand, kan man på FATC-strekninger benytte seg av fremskutte forsignaler. Dette betyr at man legger ut ekstra baliser på bremseavstanden i stedet for å flytte forsignalet ut.

Jernbanelverkets Trafikksikkerhetsbestemmelser tillater ikke tog uten virksam ATC å kjøre fortere enn maksimum 80km/t på strekninger som er utrustet med ATC. Det forutsettes at alle tog på RYS-strekninger har ATC utrustning, og at man betrakter de som ikke har det (for eksempel arbeids-maskiner el.l) som materiell med ATC avslått.

En forutsetning for å innføre RYS er at det er FATC på strekningen. Analysen tar utgangspunkt i den normale driftssituasjonen og ser bort fra sabotasje og bevisst overtredelse av sikkerhetsreglementet. Det tas imidlertid hensyn til at tog kan ha feil på ATC og av den grunn kjører uten.

Målet med risikoanalysen er å finne de farlige hendelsene som kan påvirkes av en innføring av RYS og forsøke å kvantifisere endringen i risiko.

Det er i risikoanalysen lagt vekt på årsaksanalysen fremfor konsekvensvurderinger.

6.2 Identifisering av farlige hendelser

Signalenes primære funksjon er å dele banestrekningen inn i seksjoner eller signalstrekninger. Lengden på signalstrekningene er bestemmende for avstanden mellom togene, deres hastighet og banestrekningens kapasitet.

Signalene gir lokomotivfører optisk informasjon om han kan kjøre inn på påfølgende signalstrekning, og ved forsignalering får han også informasjon om neste signalstrekning. Ved kjøring inne på stasjonsområder angir signalene også om den aktuelle togveien går gjennom veksler i avvik eller rettspor.

Ved å ta bort forsignalene og den ene grønne lampen i hovedsignalene mister man den optiske informasjonen om neste signalstrekning og veksling. I stedet får man hastighetsinformasjon i ATC-panelet.

For å få frem hvilke farer som kan oppstå ved innføring av RYS i forhold til trafiksikkerhet og dagens system ble det gjennomført intervjuer med 3 personer med lang erfaring som lokomotivførere, og erfaring med sikkerhetsarbeid eller opplæring. Målet med intervjuene var å få innspill til årsaksanalysen i form av nye momenter og en vurdering av sannsynlighet for de ulike hendelsene.

I forkant av intervjuene ble det identifisert tre potensielle kritiske hendelser:

- Passering av signal i stopp
- For høy hastighet i sporveksel
- Fører overser farer i, eller nær sporet

For å identifisere hva som kan lede til disse potensielle kritiske hendelsene ble det benyttet feiltreanalyse (se vedlegg 5, 6 og 7).

6.3 Identifisering av årsakskjeder

Ved utarbeidelse av feiltreanalysen er det tatt utgangspunkt i hendelser som kan oppstå med dagens signaleringsprinsipp. Da det i dag er få strekninger som har FATC ble det også gjort en viss vurdering av hvilke hendelser som påvirkes av innføringen av dette. Til slutt ble det lagt til hendelser som kan oppstå som følge av at man innfører RYS (fjerner forsignaler og informasjon om vekselstilling). Feiltrærne er gjengitt i vedlegg 5 og 6 med tilhørende forklaring i vedlegg 7. Intervjuene gav ingen nye inngangshendelser i feiltrærne.

6.4 Sannsynlighet for feil

6.4.1 Datagrunnlag

Det finnes ikke noe tallmateriale som gir oss sannsynligheten for inngangshendelsene som ble definert. For å finne tall for antall hendelser ble det benyttet ulike datakilder.

For hendelsen "Passering av signal i stopp" er det tatt utgangspunkt i tallmateriale fra rapporten "Ulovlig passering av stoppsignal" [1]. Dataene i denne rapporten er hentet fra SYNERGI og er fra tidsrommet 1996 til 1999. I et tidsrom på 3,5 år ble det registrert 51 forekomster av hendelsen "Passering av signal i stopp". Dette tallet antas å være noe lavt på grunn av underrapportering. Dette bekreftes av opplysninger som er fremkommet i forbindelse med Åsta-ulykken 2000.01.04. Jernbaneverket opererer i en pressemelding fra 2000.01.06 [2] med et tall på 28 utilsiktede passeringer av stoppsignal i 1999. I beregningene har vi derfor benyttet 28 hendelser per år. Det er ikke tatt hensyn til at noen strekninger ikke er utstyrt med ATC, og at de fleste andre strekninger er utstyrt med DATC.

Det har ikke vært mulig å finne registreringer av hendelsen "For høy hastighet i sporveksel" eller "Fører overser farer i, eller nær sporet". Sannsynligheten for disse hendelsene er derfor vurdert av personene som ble intervjuet i forhold til de andre hendelsene.

Ingen av intervjuobjektene mente hendelsen "Fører overser farer i, eller nær sporet" ville påvirkes av RYS. Denne ble derfor utelatt i den videre analysen.

Da vi ønsket å se på endring i risiko ved innføring av RYS, ble det i samarbeid med intervjuobjektene gjennomført en vurdering av de enkelte hendelsenes endring i sannsynlighet som følge av en innføring av RYS. Vurderingen av inngangshendelsene er gjengitt i tabellen på neste side. For nærmere beskrivelse av inngangshendelsene se vedlegg 7.

Forklaring: ID angir inngangshendelsens identitet som går igjen i feiltreet (F=fører, T=tog og A=ATC), Δs angir endringen i sannsynlighet som **M=mindre**, **U=uforandret** og **S=større**, * angir de inngangshendelsene som påvirkes av at man innfører FATC

ID	Inngangshendelse	Δs	Kommentar
1F	Fører tror han kan passere pga misforståelse	U	Sannsynligheten for misforståelse av signalbilde eller misforstått tillatelse fra Togleder eller Txp endres ikke av RYS.
2F	Fører har ikke sett signal	S	Signalet blir mindre synlig med færre lamper og uten blink-funksjon.
3F	Fører er ikke i stand til å bremse	U	Førerens evne til å bremse på grunn av illebefinnende eller død anses som lite sannsynlig og påvirkes ikke av RYS.
4F	Fører har ikke sett avstandsmerke / feilberegner avstand	S	Sannsynligheten for denne hendelsen antas å kunne øke noe som følge av at man tar bort den optiske forsignalavstanden.
5F	Toget holder for høy hastighet	U*	Påvirkes ikke av RYS. Reduseres med FATC da hastigheten overvåkes kontinuerlig.
6F	Har ikke sett hastighets-skilt / feilberegner avstand	S	Oppmerksomheten omkring skiltet hastighet kan påvirkes når et signal viser samme signalbilde for flere delstrekninger med forskjellige hastigheter.
1T	Teknisk svikt	U	Sannsynligheten for teknisk svikt påvirkes ikke av RYS.
2T	Glatt skinnegang	U	Sannsynligheten for glatt skinnegang påvirkes ikke av RYS.
3T	Snø/is i bremsesystem	U	Sannsynligheten for snø/is i bremsesystem påvirkes ikke av RYS.
4T	Feil innstilling av bremsesystem	U	Sannsynligheten for å feil innstilling av bremsesystem/ATC påvirkes ikke av RYS.
1A	ATC er avslått	M	Det antas at terskelen for å slå av ATC blir høyere når man i større grad må benytte ATC som informasjonskilde i stedet for signaler.
2A	Stopp-passasje inntrykket	U	Sannsynligheten for at lokfører trykker på stopp-passasjeknappen påvirkes ikke av RYS.
3A	ATC feiler	U	Sannsynligheten for ATC-feil påvirkes ikke av RYS.
4A	Toget holder for høy hastighet	U*	Påvirkes ikke av RYS, men reduseres med FATC
5A	Feil verdier innmatet i ATC-panel	U	Feilinnmating av data i ATC-panel påvirkes ikke av RYS.
6A	Signalbilde endret etter passering av forsignal (baliser)	U	Det antas at sannsynligheten for at signalet rives foran toget ikke påvirkes av innføring av RYS.

Tabell 2 Inngangshendelser og endret sannsynlighet ved innføring av RYS.

6.4.2 Sannsynlighetsberegninger

For å finne sannsynligheten for hendelsene nedover i feiltreet ble det i samarbeid med de intervjuede personene anslått et forhold mellom hendelsene på de ulike nivåene.

For hendelsen "Passering av signal i stopp" ble sannsynligheten for inngangshendelsene beregnet ut fra sannsynlighet for topphendelsen ved hjelp av nettverksberegninger. Sannsynlighet for topphendelsen er beregnet ut fra antall kjørte togkilometer, antall signaler pr. km. og andelen av signaler som viser stopp.

Da det for hendelsen "For høy hastighet i sporveksel" ikke finnes tallmateriale om antall hendelser pr år (eller tilsvarende) ble det benyttet samme sannsynlighet for inngangshendelser som i beregningene for "passering av signal i stopp".

Resultatet av beregningene (se vedlegg 1) viser at det største bidraget til topphendelsene er årsaker som ikke påvirkes av RYS. Følgende inngangshendelser gir størst bidrag til hendelsen "Passering av signal i stopp":

6A	Signalbilde endret etter passering av forsignal (baliser)
1T	Teknisk svikt
2T	Glatt skinnegang
3T	Snø/is i bremsler
4T	Feil innstilling av bremsesystem

Tabell 3 Inngangshendelser som gir hovedbidrag til "Passering av signal i stopp"

Av tabell 2 ser vi at ingen av disse hendelsene endres som følge av RYS. Når vi beregner endringen i sannsynlighet for "Passering av signal i stopp" får vi at denne øker med 0,01%.

For hendelsen "For høy hastighet i sporveksel" har vi samme forhold som for "Passering av signal i stopp". Bidraget til topphendelsen kommer fra inngangshendelser som ikke antas å være påvirket av innføringen av RYS:

1T	Teknisk svikt
2T	Glatt skinnegang
3T	Snø/is i bremsler
4T	Feil innstilling av bremsesystem

Tabell 4 Inngangshendelser som gir hovedbidrag til "For høy hast. i sporveksel"

Endringen i sannsynlighet for "For høy hastighet i sporveksel" er beregnet til å bli 0,03% lavere.

6.5 Konsekvenser og risikovurdering

De definerte topphendelsene kan føre til ulike konsekvenser avhengig av hvilken inngangshendelse som er årsak til topphendelsen.

For å kategorisere hvilke uhell de ulike hendelsene kan forårsake benyttes følgende tabell (hentet fra JD552 [5]):

Kategori	Beskrivelse	Definisjon	
		Konsekvenser for personer	Konsekvens for drift
4	Katastrofe	Dødsfall og/eller alvorlige skader for flere personer	
3	Kritisk	Dødsfall eller alvorlig skade for en person	Et hovedsystem går tapt
2	Betydelig	Liten skade	Alvorlig anleggsskade
1	Ubetydelig	Mulighet for enkelt skade	Anlegg/ system skade

Tabell 5 Klassifisering av hendelser som kan føre til uhell

Tabellen nedenfor inneholder en kategorisering og en vurdering av hvilke konsekvenser de ulike endrede inngangshendelsene kan forårsake.

Hendelse		Kategori	Kommentar
ID	Beskrivelse		
2F	Fører har ikke sett signal	4	Vil kunne føre til katastrofe dersom et annet tog er inne på samme strekning. ATC er barriere.
1A	ATC er avslått	4	Vil kunne føre til katastrofe dersom et annet tog er inne på samme strekning. Fører er barriere.
6F	Fører har ikke sett hastighets-skilt / feilberegner avstand	4	Stor overhastighet kan medføre velt eller at toget sporer av og kommer inn i annet spor. Kan føre til katastrofe ved høy hastighet og eller annet tog er på tilstøtende spor.

Tabell 6 De endrede inngangshendelsenes konsekvens.

Målet for risikoanalysen er å se på endring i risiko som følge av at man innfører RYS.

De tre hendelsene som endres som følge av RYS har alle liten innvirkning på sannsynlighet for at topphendelsene skal inntreffe. Alle de tre hendelsene kan derimot føre til alvorlige konsekvenser.

"Passering av signal i stopp" har en liten økning i risiko som resultat av at sannsynligheten for hendelsene "Fører har ikke sett signal" og "Fører har ikke sett hastighets-skilt / feilberegner avstand" øker. Effekten av dette reduseres ved at sannsynligheten for hendelsen "ATC er avslått" avtar.

"For høy hastighet i sporveksel" er beregnet til å ha en liten reduksjon av risiko som følge av at sannsynlighet for hendelsen "ATC er avslått" antas å bli redusert.

Forholdet i antall hendelser av "Passering av signal i stopp" og "For høy hastighet i sporveksler" er svært usikkert og den samlede endring i risiko er derfor vanskelig å beregne.

Endringen i risiko for de to hendelsene i analysen antas å ligge innenfor beregningsmetodenes usikkerhet, men det anbefales å vurdere tiltak som kan redusere risikoen i forhold til de inngangshendelsene som har en økt sannsynlighet.

6.5.1 Usikkerhet

Antall forekomster av "Passering av signal i stopp" er tatt fra opplysninger som er fremkommet i forbindelse med Åsta-ulykken [2]. Disse tallene er noe høyere enn det som tidligere er hentet fra SYNERGI, men antallet anses for å være reelt da det antas at hendelsene i SYNERGI er underrapportert.

For hendelsen "For høy hastighet i sporveksel" fantes det ikke tallmateriale for antall hendelser. Fordeling av sannsynlighet for hendelsene som er årsak til denne, ble anslått på grunnlag av intervjuer med lokførere og sikkerhetspersonell. Sannsynligheten for "For høy hastighet i sporveksel" er ikke vurdert i forhold til sannsynligheten for "Passering av signal i stopp".

Da sannsynlighetsberegningene er gjort på grunnlag av personlige vurderinger vil resultatet kunne påvirkes av personlige oppfatninger om de tekniske systemene. Et av intervjuene ble gjennomført etter Åsta-ulykken, og kan være påvirket av informasjon som er fremkommet i forbindelse med denne ulykken.

Det relativt lave antall intervjuobjekter bidrar også til å øke usikkerheten i resultatene.

6.5.2 Kommentarer og forslag til risikoreduserende tiltak

Det er i intervjuene pekt på viktigheten av at ATC-balisene som erstatter de frittstående forsignalene plasseres på tilstrekkelig bremseavstand fra hovedsignalet da føreren mister den optiske forsignalavstanden. Dette er en av forutsetningene for de vurderingene som er gjort av lokførerne. For å kompensere for den reduserte kapasiteten ved utflytting av forsignalbalisene kan man benytte repeterbaliser.

For å redusere risikoen for at føreren overser signalene er det enda viktigere med god siktavstand til hovedsignalene. Dette fordi hovedsignalene blir mindre synlige med færre lamper og uten blink-funksjon. Dersom man ikke kan oppnå tilstrekkelig sikt-

Hovedkontoret

avstand til hovedsignalene kan det også være aktuelt å senke makshastighet for kjøring uten virksom ATC.

Det er i intervjuene påpekt at man bør innføre en fast hastighet gjennom stasjoner ved kjøring uten ATC, uavhengig av togvei, og at denne skiltes på samme måte som avvikende vekselhastighet i dag. Hastighet gjennom stasjonsområder må skiltes til 40 km/t eller samme hastighet som sporveksel med lavest hastighet. Dette vil imidlertid kunne bety en redusert kapasitet gjennom stasjonen.

I intervjuene som er gjennomført har det fremkommet at det kan medføre en viss risiko å ha ulike signaleringsprinsipper. Dette antas også å være tilfelle ved innføring av RYS. Lokførere kjører i dag på et begrenset antall banestrekninger, og ved å holde på dette prinsippet samt å gjennomføre en grundig opplæring av personalet, vil man kunne redusere denne risikoen. For å unngå mange grensesnitt mellom ulike signaleringssystemer bør man bygge ut sammenhengende strekninger.

7 Kostnadsanalyse

I dette kapitlet ser vi på kostnader man har ved innføring av RYS og hvilke besparelser man får på drift- og vedlikehold. Detaljene er vist i vedlegg 3. Kostnadene for nytt materiell bygger på priser fra rammeavtale på sikringsanlegg. Kostnader i forbindelse med ombygginger samt beregninger av ombyggings- og vedlikeholdskostnader er bygget på erfaring fra tidligere prosjekter og drift.

Finansieringskostnader er ikke tatt med. Alle kostnader er regnet ut fra 1999-priser.

7.1 Innføring av RYS på NSI-63 strekning

7.1.1 Investeringskostnader

Det vil ikke være aktuelt å bygge nye anlegg av denne typen. Dette betyr at innføring av RYS på denne typen anlegg er knyttet til en ombyggingskostnad. Denne må ses opp mot besparelser i forbindelse med drift og vedlikehold og gjenværende levetid for anlegget.

Innføring av RYS på strekningen Eidsvoll - Minnesund (én blokkpost og én 2-spors stasjon) er kostnadsberegnet til ca. kr 150 000. Det er da tatt i betraktning en reduksjon i kostnadene som følge av gjenbruksverdien (25%) på nedmontert materiell. Kostnadene uten en slik gjenbruksverdi er kostnadsberegnet til ca. kr 210 000.

7.1.2 Drift og vedlikeholdskostnader

Kostnadene i forbindelse med drift og vedlikehold av signallampene i NSI-anleggene er knyttet til forebyggende vedlikehold og feil (bytting av lamper). Forebyggende vedlikehold utføres årlig og er beregnet å kunne reduseres med kr. 6.000 pr år. Det er beregnet at et lampeskift i gjennomsnitt koster kr. 1.300. Dette inkluderer materiell, arbeids- og reisekostnader.

Av feilstatistikken ser vi at 15% av feilene fører til forsinkelser. Jernbaneverket betaler i dag ingen erstatning foruten de feil som skyldes uaktsomhet. Det arbeides derimot med internasjonale avtaler som skal regulere sportilgang og eventuelle kostnader for forsinkelser. Kostnadene forbundet med forsinkelse er beregnet ut fra at 15% av feilene fører til togforsinkelser, at det passerer 2 tog pr. time, at hver togforsinkelse er på 15 minutter og at hvert kvarter forsinkelse koster 20.000 kr (dette beløpet benyttes i forbindelse med utbyggingsoppdrag). Dette betyr at kostnader i forbindelse med togforsinkelse som følge av feil i lampene representerer kr 15.400 pr. år uten RYS (1,71 feil pr. år) og kr 7.200 med RYS (0,81 feil pr/år), altså en besparelse på 8.200 pr. år.

Dersom vi antar en restlevetid for anlegget på 10 år vil dette totalt bety en besparelse i drift og vedlikeholdskostnader på kr 153 500 (se vedlegg 3 side 1).

7.2 Innføring av RYS på strekning med SIMIS-C sikringsanlegg

7.2.1 Investeringskostnader

Det beregnes relativt omfattende programendringer i SIMIS-C sikringsanlegget for å kunne redusere antall komponenter i det innvendige anlegget slik at man slipper eksterne fiktive signaler. Disse endringene krever spesifisering og granskinger, og kostnadene for software endringen er totalt anslått til 2,5 mill kr.

For en strekning tilsvarende Gardermoen - Eidsvoll vil kostnaden for det innvendige anlegget knyttet til signalene kunne reduseres med ca. 35%. Dette vil anslagsvis bety en besparelse på kr.1.970.000 For de utvendige signalene vil besparelsen bli på kr.1.260.000 eller ca. 28%. Kabelkostnadene vil også kunne reduseres noe, og for den aktuelle strekningen er det beregnet en besparelse på ca. kr. 60.000.

Inklusive kostnadene for utvikling av programvaren betyr dette totalt en besparelse på ca. kr.785.000 for et anlegg tilsvarende den aktuelle strekningen.

Besparelsen er beregnet ut fra priser i rammeavtale på sikringsanlegg (med Adtranz) og forutsetter at Siemens-anlegget har en pris som er sammenlignbar, og at forholdet mellom innvendig og utvendig anlegg er sammenlignbar.

7.2.2 Drift og vedlikeholdskostnader

Lamper byttes så fort som mulig, vanligvis i løpet av 24 timer. Det går i gjennomsnitt 2 arbeidstimer pr. lampebytte i tillegg til kostnader for materiell og reise. Samlet kostnad pr. lampebytte er beregnet til kr.1.300. Dette er pris for lampeskift på strekning der man slipper å stoppe trafikken eller benytte skinnegående materiell for å komme fram.

I tillegg kommer besparelse i forbindelse med periodisk vedlikehold. Vi antar at det for den aktuelle strekningen kan reduseres med ca. 35 timer eller kr.13.050 pr. år.

Dersom man antar en levetid for anlegget på 20 år blir besparelsen i drift- og vedlikeholdskostnader ca. kr.700.000 (se vedlegg 3 side 2).

7.3 Kommentarer og anbefalinger

Beregningene ovenfor viser at NSI-63 anlegget må være i drift i overkant av 10 år, for at anlegget skal tjene inn igjen kostnaden ved å innføre RYS i et eksisterende anlegg tilsvarende Vettalstøen Bp og Minnesund st (2 spor). Da NSI-63 anleggene har en begrenset restlevetid er det tvilsomt om en innføring av RYS vil være kostnadseffektivt for denne type anlegg. I risikoanalysen er det imidlertid påpekt at man bør bygge ut en hel strekning, og man bør derfor se på den samlede kostnaden for hele strekningen før man avgjør om det skal bygges om til RYS.

Dersom vi forutsetter at RYS-funksjonalitet innføres på en strekning tilsvarende Gardermoen - Eidsvoll i forbindelse med bygging av nytt sikringsanlegg vil man ha en samlet innsparing på ca. kr. 1,5 mill i løpet av anleggets levetid (20 år). Dette inkluderer kostnad for endring av programvare (2,5 mill.) som vil være en engangskostnad. Dette betyr at det for et tilsvarende anlegg etter innføring av RYS-funksjonalitet ville kunne spares kr. 4 mill i løpet av anleggets levetid.

Hovedkontoret

Selv om det for elektroniske sikringsanlegg (f.eks Siemens) vil være relativt store kostnader forbundet med programvareutvikling og gransking av denne ved innføring av RYS-funksjonalitet, ser vi at det vil kunne lønne seg allerede for det første anlegget. Utviklingskostnadene bør imidlertid fordeles på et antall anlegg.

Ved inngåelse av nye rammeavtaler vil det være naturlig å stille krav til RYS-funksjonalitet og se mer spesifikt på hva dette betyr i forhold til kostnader.

8 Følger for regelverket ved innføring av RYS

I dette kapitlet er det gjort en vurdering av hvilke områder i teknisk regelverk signal og trafiksikkerhetsreglement som påvirkes av RYS.

8.1 Teknisk regelverk

Ved innføring av RYS, er det en del elementer som stiller nye krav til Teknisk regelverk. Nye punkter må bearbejdes inn i regelverket, blant annet skilting for et RYS-område, egen skilttype for forsignaler (om ikke ATC-merke 3 benyttes), regler for bygging av RYS m.m. Vurderinger som ikke inngår i rapporten (planoverganger m.m.) kommenteres ikke i dette kapitlet. Nedenfor er det listet opp kapitler som må revideres ved innføring av denne typen signalering:

Regler for Prosjektering JD 550 [3]:

- Kap.3** Definisjoner, forkortelser og symboler
 - Avsnitt: 2 Definisjoner
 - Avsnitt: 3 Forkortelser
 - Avsnitt: 4.1 Symboler for plan og skjematisk plan (signal)
 - Avsnitt: 4.4 Symboler til bruk ved ATC og skiltplan
- Kap.6** Utvendig sikringsanlegg
 - Avsnitt: 3.1.2 Forsignaler
 - Avsnitt: 3.3.1 Plassering av forsignal
 - Avsnitt: 3.3.2.2 Plassering av innkjør hovedsignal i fht. utkjør hovedsignal
 - Avsnitt: 3.4.1 Plassering av forsignal (på dobbeltsporet bane)
 - Avsnitt: 11 Avsporingssindikator
- Kap.7** Linjeblokk
 - Avsnitt: 2 Linjeblokkplanlegg (plassering av forsignal)
 - Avsnitt: 3.4 Forsignaler for blokksignaler
 - Avsnitt: 5.1 Plassering av forsignaler
- Kap.10** ATC
 - Avsnitt: 3.5 Fremskutt forsignalgruppe (FF)
 - Avsnitt: 3.6 Gjennomsignalering (bortflyttings funksjoner)
 - Avsnitt: 4.1 Samtidig innkjør, alternativ 1
 - Avsnitt: 4.2 Samtidig innkjør, alternativ 2
 - Avsnitt: 5.8 Feiltelegram for seriebaliser (Tabell 10.12)
 - Avsnitt: 5.9 Baliseidentitet (Tabell 10.13)
 - Avsnitt: 5.10 Rettledning for utfylling av kodetabeller (Excel 5.0)

Regler for bygging JD 551 [4]:

- Kap.3** Definisjoner, forkortelser og symboler
 - Avsnitt: 2 Definisjoner
 - Avsnitt: 3 Forkortelser
 - Avsnitt: 4.1 Symboler for plan og skjematisk plan (signal)
 - Avsnitt: 4.4 Symboler til bruk ved ATC og skiltplan
- Kap.4** Generelle tekniske krav
 - Avsnitt: 2.13 Tilgjengelighetskrav
- Kap.6** Utvendig sikringsanlegg
 - Avsnitt: 2 Signaler
- Kap.7** Linjeblokk
 - Avsnitt: 2 Generelt
 - Avsnitt: 5.2 Blokkpost
 - Avsnitt: 6.1 På stasjoner
- Kap.10** ATC
 - Avsnitt: 3.3 Baliseplassering ved forsignal

Regler for vedlikehold JD 552 [5]:

- Kap.3** Definisjoner, forkortelser og symboler
 - Avsnitt: 2 Definisjoner
 - Avsnitt: 3 Forkortelser
 - Avsnitt: 4.1 Symboler for plan og skjematisk plan (signal)
 - Avsnitt: 4.4 Symboler til bruk ved ATC og skiltplan

Vedlegg kap.4 Generelle tekniske krav

8.2 Trafikksikkerhetsbestemmelser

Ved framføring av tog på strekning signalert med RYS, må det innarbeides en del punkter som ivaretar sikkerhet, helse og miljø for den/de som skal ferdes på en slik strekning. Et viktig punkt som må inn i trafikksikkerhetsbestemmelsene er retningslinjer for framføring av tog uten virksom ATC på fri linje og på stasjon.

Ved framføring av materiell uten virksom ATC må man alltid forholde seg til den mest restriktive beskjeden som kan være forventet ved neste signal eller baliseinformasjonspunkt. Dvs. skal man kjøre med uvirksom ATC på linje og gjennom stasjoner, må man kunne forvente "stopp" i alle signaler. Hastigheten kombinert med

Hovedkontoret

sikt og bremseavstanden må da tilpasses. En slik restriksjon kan være 80km/t på fri linje og 40km/t etter passering av "forsignalmerket" og inne på stasjoner.

Tilsvarende må man ved passering av innkjørsignal som lyser et grønt, måtte redusere hastigheten gjennom stasjonen til den hastighet som gjelder for den sporveksel med laveste dimensjonerende hastighet. Gjeldende hastigheter i avvik uten virksom ATC bør da initieres med egne skilt.

Ny betydning og forståelse av ATC-skilter må utarbeides. Det er her snakk om minimum 2 skilt tilpasset RYS- signalert strekning. Den ene er et eget forsignalskilt som erstatter forsignalet, og bør være såpass markert og ha en slik størrelse at den er lett synlig for lokfører. Dagens ATC-merke 3 skilt er noe som kan vurderes. Videre må grensen for start/slutt på RYS strekning markeres med skilt.

Andre skilter som kan være aktuelle, som vi ikke går nærmere inn på, er spesielle avstandskilter foran forsignalskiltet eventuelt planoverganger. Dette er et punkt som må vurderes av Jernbaneverket Hovedkontoret Trafikksikkerhet.

Fjerning av blink-funksjon kan forårsake at innkjørhovedsignal blir mindre synlig for lokfører. Innarbeidelse/ending av signalets fysiske størrelse/intensitet bør vurderes i teknisk regelverk.

Det påpekes i intervjuene som er gjennomført i forbindelse med risikoanalysen at endringer i trafikksikkerhetsbestemmelsene totalt sett må føre til et enklere regelverk, ikke innføring av nye "spesialtilfeller".

Nedenfor er det listet opp noen avsnitt i Trafikksikkerhets-bestemmelser [6] som bør revideres ved innføring av RYS:

JD 320 Signalbestemmelser Generelle bestemmelser

Avsnitt: 5.3.2 Markeringer (Egne markeringer for RYS?)

JD 321 Signalbestemmelser Lyssignaler

Avsnitt: (Alle)

JD 322 Signalbestemmelser Signalskilt m.m.

Avsnitt 6. ATC- merker (Egne forsignal merker for RYS?)

Avsnitt 7. Avstandsmerke (Egne regler for RYS?)

JD 340 Togframføring Generelle bestemmelser

Avsnitt 1. Definisjoner (Nytt avsnitt for RYS)

Avsnitt 2.16 ATC-utrustning

JD 340 Togframføring Personale i tog

Avsnitt 4 Oppmerksomhet og kjørehastighet

9 Konklusjon

Innføring av nytt signaleringsprinsipp, RYS, vil først og fremst bety en besparelse ved komplett utskifting eller bygging av nye sikringsanlegg. Her vil man kunne redusere investeringskostnaden betraktelig. Innføring av RYS på strekninger med konvensjonelle relésikringsanlegg vil ikke være lønnsomt på grunn av store kostnader for ombygging samt den begrensede restlevetiden disse anleggene har. En ombygging vil imidlertid kunne bedre anleggenes tilgjengelighet.

Det er i rapporten ikke påvist noen signifikant endring i risiko forbundet med innføring av RYS. Det anbefales imidlertid å revidere risikoanalysen etter at man har fått utarbeidet et generelt sett med hendelser og feiltre for Jernbaneverkets generelle sikkerhetsarbeid.

Ved spesifisering av sikringsanlegg for fremtidige leveranser anbefales det at RYS tas med som en opsjon for at leverandørene skal være forberedt, samt at man vil synliggjøre hvilken økonomisk gevinst man har med dette.

Ut fra rapportens resultater mener vi å kunne anbefale at det arbeides videre med konseptet RYS, og at dette vil kunne gi bidrag til en infrastruktur med bedre lønnsomhet og tilgjengelighet og samme sikkerhetsnivå.

10 Vedlegg

Vedlegg 1	Risikoanalyseberegninger
Vedlegg 2	Tilgjengelighetsberegninger
Vedlegg 3	Kostnadsberegninger
Vedlegg 4	Utdrag fra Feilrapport signal fra Banedatabanken
Vedlegg 5	Feiltre "Passering av signal i stopp"
Vedlegg 6	Feiltre "For høy hastighet i sporveksel"
Vedlegg 7	Forklaringer til feiltre

11 Referanser

- [1] Jernbaneverket Ingeniørtjenesten 1999 "Ulovlig passering av stoppsignal", Rapport for Jernbaneverket Hovedkontoret, Rev. 0 Foreløpig utgave 10.11.99
- [2] Jernbaneverket Hovedkontoret 2000 (Ellen Westgaard) , Pressemelding "Utsiktede togpasseringer av signal "stopp" i 1999, <http://www.jernbaneverket.no/presse/pressemeldinger/article.jhtml?articleID=319115>
- [3] Jernbaneverket Hovedkontoret 2000, JD550 "SIGNAL Regler for prosjektering", Rev. 2 m.vedlegg
- [4] Jernbaneverket Hovedkontoret 2000, JD551 "SIGNAL Regler for bygging", Rev. 2
- [5] Jernbaneverket Hovedkontoret 2000, JD552 "SIGNAL Regler for vedlikehold", Rev. 2 m.vedlegg
- [6] Trafikksikkerhetsbestemmelser, Rev.0:
 - JD320 Signalbestemmelser "*Generelle bestemmelser*"
 - JD321 Signalbestemmelser "*Lyssignaler*"
 - JD322 Signalbestemmelser "*Signalskilt m.m*"
 - JD323 Signalbestemmelser "*Håndsignaler*"
 - JD324 Signalbestemmelser "*Togsignaler*"
 - JD340 Togframføring "*Generelle bestemmelser*"
 - JD341 Togframføring "*Trafikkstyring*"
 - JD342 Togframføring "*Personale i tog*"
 - JD345 Togframføring "*Togets sammensetting, bremses og kjørehastighet*"
 - JD350 Skifteinstruks
- [7] NSB BA Service, Statistikk 1998, "Jernbane-statistikk 1998" Pr. 31/12 1998

)

)

)

)

Sannsynlighetsberegninger "Passering av signal i stopp"

Vedlegg 1

Forutsetninger:	Antall "passering av signal i stopp" (SPAD) i 1999	28 *1)
	Antall togkm (fra 1998)	37 417 000 *2)
	Antall signaler pr km	0,27 *3)
	Andel av signaler i stopp	10 % *3)

Sannsynlighet for "passering av signal i stopp"	2,77E-05
---	----------

*1) Opplysninger hentet fra [2]

*2) Opplysninger hentet fra [7]

*3) Opplysninger hentet fra [1]

Minimale kuttsett:

Kuttsett av 1. Orden	Beregnet sannsynlighet	
	Uten RYS	Med RYS
{6A}	7,11E-06	7,11E-06
{1T}	2,06E-07	2,06E-07
{2T}	1,05E-05	1,05E-05
{3T}	7,42E-06	7,42E-06
{4T}	2,47E-06	2,47E-06
Sannsynlighet beregnet ut fra kuttsett av 1. Orden	2,77E-05	2,77E-05

Kuttsett av 2. Orden


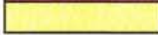
{4A,1F}	2,00E-06	9,92E-07	2,00E-06	9,92E-07	1,98E-12	1,98E-12
{4A,2F}	2,00E-06	3,31E-06	2,00E-06	6,85E-06	6,61E-12	1,37E-11
{4A,3F}	2,00E-06	9,92E-07	2,00E-06	9,92E-07	1,98E-12	1,98E-12
{4A,4F}	2,00E-06	1,65E-05	2,00E-06	2,04E-05	3,31E-11	4,07E-11
{4A,5F}	2,00E-06	2,00E-06	2,00E-06	2,00E-06	4,00E-12	4,00E-12
{5A,1F}	6,80E-06	9,92E-07	6,80E-06	9,92E-07	6,74E-12	6,74E-12
{5A,2F}	6,80E-06	3,31E-06	6,80E-06	6,85E-06	2,25E-11	4,66E-11
{5A,3F}	6,80E-06	9,92E-07	6,80E-06	9,92E-07	6,74E-12	6,74E-12
{5A,4F}	6,80E-06	1,65E-05	6,80E-06	2,04E-05	1,12E-10	1,38E-10
{5A,5F}	6,80E-06	2,00E-06	6,80E-06	2,00E-06	1,36E-11	1,36E-11
{3A,1F}	6,98E-08	9,92E-07	6,98E-08	9,92E-07	6,92E-14	6,92E-14
{3A,2F}	6,98E-08	3,31E-06	6,98E-08	6,85E-06	2,31E-13	4,78E-13
{3A,3F}	6,98E-08	9,92E-07	6,98E-08	9,92E-07	6,92E-14	6,92E-14
{3A,4F}	6,98E-08	1,65E-05	6,98E-08	2,04E-05	1,15E-12	1,42E-12
{3A,5F}	6,98E-08	2,00E-06	6,98E-08	2,00E-06	1,40E-13	1,40E-13
{1A,1F}	4,78E-06	9,92E-07	2,65E-06	9,92E-07	4,74E-12	2,63E-12
{1A,2F}	4,78E-06	3,31E-06	2,65E-06	6,85E-06	1,58E-11	1,82E-11
{1A,3F}	4,78E-06	9,92E-07	2,65E-06	9,92E-07	4,74E-12	2,63E-12
{1A,4F}	4,78E-06	1,65E-05	2,65E-06	2,04E-05	7,91E-11	5,40E-11
{1A,5F}	4,78E-06	2,00E-06	2,65E-06	2,00E-06	9,56E-12	5,31E-12
{2A,1F}	2,13E-06	9,92E-07	2,13E-06	9,92E-07	2,11E-12	2,11E-12
{2A,2F}	2,13E-06	3,31E-06	2,13E-06	6,85E-06	7,04E-12	1,46E-11
{2A,3F}	2,13E-06	9,92E-07	2,13E-06	9,92E-07	2,11E-12	2,11E-12
{2A,4F}	2,13E-06	1,65E-05	2,13E-06	2,04E-05	3,52E-11	4,33E-11
{2A,5F}	2,13E-06	2,00E-06	2,13E-06	2,00E-06	4,26E-12	4,26E-12
Sannsynlighet beregnet ut fra kuttsett av 1. og 2. orden					2,773112E-05	2,773113E-05

Endring, sannsynlighet	1,47E-11
Endring, sannsynlighet (%)	0,01 %

Sannsynlighetsberegninger "Passering av signal i stopp"

Vedlegg 1

Sannsynlighet		
Inngangshendelser	Uten RYS	Med RYS
1F	9,92E-07	9,92E-07
2F	3,31E-06	6,85E-06
3F	9,92E-07	9,92E-07
4F	1,65E-05	2,04E-05
5F	2,00E-06	2,00E-06
6A	7,11E-06	7,11E-06
1T	2,06E-07	2,06E-07
2T	1,05E-05	1,05E-05
3T	7,42E-06	7,42E-06
4T	2,47E-06	2,47E-06
1A	4,78E-06	2,65E-06
2A	2,13E-06	2,13E-06
3A	6,98E-08	6,98E-08
4A=5F	2,00E-06	2,00E-06
5A	6,80E-06	6,80E-06
6A	7,11E-06	7,11E-06

 = større sannsynlighet
 = mindre sannsynlighet

Forutsetninger: Det antas at sannsynligheten for inngangshendelsene 1T, 2T, 3T og 4T er de samme som hendelsen "Passering av signal i stopp". Disse tallene er så benyttet til å beregne sannsynligheten for hendelsen "For høy hastighet i sporveksel" ut fra denne hendelsens feiltre og forhold mellom inngangshendelser fremkommet i intervjuer.

Minimale kuttsett:

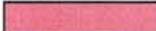

Kuttsett av 1. Orden	Beregnet sannsynlighet	
	Uten RYS	Med RYS
{1T}	8,33E-08	8,33E-08
{2T}	4,25E-06	4,25E-06
{3T}	3,00E-06	3,00E-06
{4T}	1,00E-06	1,00E-06
Sannsynlighet beregnet ut fra kuttsett av 1. Orden	8,33E-06	8,33E-06

Kuttsett av 2. Orden

{6F,1A}	1,00E-05	5,50E-06	1,30E-05	2,72E-06	5,50E-11	3,53E-11
{6F,3A}	1,00E-05	5,56E-08	1,30E-05	5,56E-08	5,56E-13	7,21E-13
{4F,1A}	3,75E-07	5,50E-06	3,75E-07	2,72E-06	2,06E-12	1,02E-12
{4F,3A}	3,75E-07	5,56E-08	3,75E-07	5,56E-08	2,09E-14	2,09E-14
{5F,1A}	2,13E-06	5,50E-06	2,13E-06	2,72E-06	1,17E-11	5,78E-12
{5F,3A}	2,13E-06	5,56E-08	2,13E-06	5,56E-08	1,18E-13	1,18E-13
Sannsynlighet beregnet ut fra kuttsett av 1. og 2. orden					8,33336E-06	8,33334E-06

Endring, sannsynlighet	-2,65E-11
Endring, sannsynlighet (%)	-0,03 %

Sannsynlighet		
Inngangshendelser	Uten RYS	Med RYS
6F	1,00E-05	1,30E-05
4F	3,75E-07	3,75E-07
5F	2,13E-06	2,13E-06
1T	8,33E-08	8,33E-08
2T	4,25E-06	4,25E-06
3T	3,00E-06	3,00E-06
4T	1,00E-06	1,00E-06
1A	5,50E-06	2,72E-06
3A	5,56E-08	5,56E-08

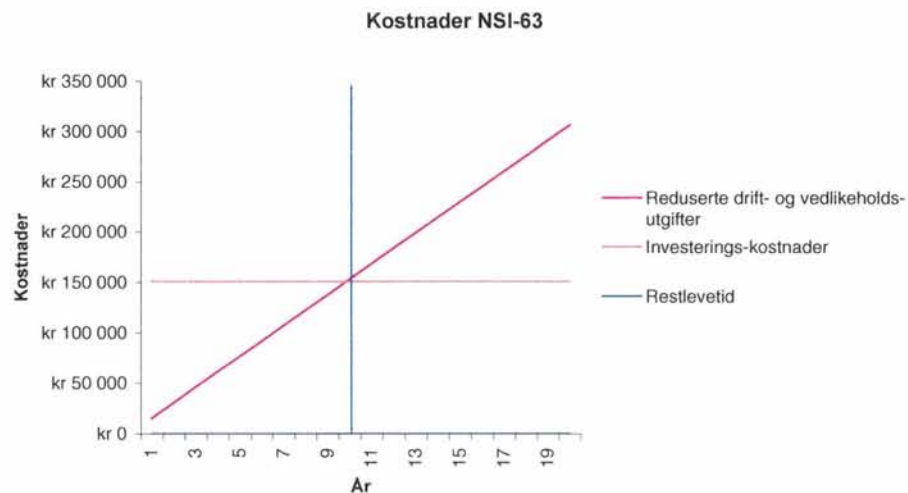
 = større sannsynlighet
 = mindre sannsynlighet

	Gardermoen - Eidsvoll, dagens signalering	Gardermoen - Eidsvoll med RYS	Eidsvoll - Minnesund, dagens signalering	Eidsvoll - Minnesund med RYS
Totalt antall feil i periode	80		101	
Totalt antall feil pr. år	80	63	13,32	12,42
Antall lampefeil totalt	30	13	13	0,807
Andel lampefeil	37,50 %	20,63 %	12,87 %	6,50 %
Reduksjon i antall feil totalt	-	21,25 %	-	6,814 %
Antall lamper	258	112	34	16
Antall dager i rapportperiode	365	365	2767	365
Antall timer i rapportperiode	8760	8760	66408	8760
Antall feil pr. dag pr lampe	3,19E-04	3,19E-04	1,38E-04	1,38E-04
Antall feil pr. time pr lampe	1,33E-05	1,33E-05	5,76E-06	5,76E-06
Antall lampefeil pr. år	30	13	1,715	0,807
Antall dager mellom lampefeil	12,2	28,0	212,8	452,3
Antall dager mellom feil pr. lampe	3139	3139	7237	7237
Antatt reparasjonstid pr. feil (t)	-	-	1,5	1,5
Beregnet nedetid pr. år (t)			2,57	1,21
			2t 34 min	1t 13 min
Andel feil som medfører forsinkelse	0 %	0 %	15 %	15 %
Kostnad i forb. med forsinkelse / år	kr 0	kr 0	kr 15 434	kr 7 263

Forklaring til tabell:

Verdier skrevet med *kursiv* er hentet fra tegninger eller feilstatistikk. De øvrige er beregnede verdier.

NSI 63 (Vettalstøen - Minnesund)	Arbeid	Materiell	Sum Kommentar
Demontering av frittst. FS og oppkopling av fiktivkrets:	24000	65912	kr 89 912 Fjerning av forsignalet og oppsetting av 4 stk ATC-skap inkl. kobling av fiktive lampekretser
Ombygging av innkjør-signaler 5-lys til 2-lys m.fiktivkret:	12000	15356	kr 27 356 Blending av lamper på HS, demontering av FS på HS mast, oppsetting av koblingsboks med fiktive kretser.
Ombygging av utkjør-signaler 3-lys til 2-lys samt Bp:	24000	9000	kr 33 000 Blending av lamper på HS, oppsetting av koblingsboks med fiktive kretser.
Prosjektering	60000		60000
Reduksjon pga. gjenbruk:		-kr 59 500	-kr 59 500
Investeringskostnad NSI 63			kr 150 768
Besparelse ifm lampebytte pr år	1200	kr 100	kr 1 180 Kostnad pr. lampebytte x endring i antall feil pr år
Besparelse ifm forsinkelser			kr 8 171 Endring i antall feil x forsinkelseskostnad pr. feil (se Beregninger)
Besparelse ifm periodisk vedlikehold/år	kr 6 000		kr 6 000 Forutsetter at man på strekningen kan utføre kontroll av signaler i løpet av 1 dag i stedet for 2 (2 mann, timepris 375,-, 8t/dag)
Besparelse i drift og vedlikeholdskostnader pr år			kr 15 351
Besparelse, drift og vedlikeholdskostnader 10 år			kr 153 510



SIMIS-C (Gardermoen - Eidsvoll)	Arbeid	Materiell	Sum	Kommentar
SW-endringer			kr 2 500 000	Omfatter systemendringer i SW for å implementere RYS (inkl JV-gransking)
Besparelse innv anlegg			-kr 1 968 894	
Besparelse utvendig anlegg hvis nytt (ekskl kabel)			-1 256 363	
Kabelbesparelse		-kr 58 920	-kr 58 920	Reduksjon fra 96 til 80 tråder i 2455 meter kabel. Pris regnet ut fra 1,50 pr m pr tråd (regnet ut fra rammeavtale)
Investeringskostnad SIMIS-C			-kr 784 177	
Besparelse ifm lampebytte pr år	kr 1 200	kr 100	kr 22 070	Kostnad pr. lampebytte x endring i antall feil pr år
Besparelse ifm periodisk vedlikehold/år	kr 13 050		kr 13 050	Antar en besparelse på periodisk vedlikehold på ca 35 timer a 375 pr. år på strekningen
Besparelse i drift og vedlikeholdskostnader pr år			kr 35 120	
Besparelse, drift og vedlikeholdskostnader 20 år			kr 702 395	
Besparelse totalt inkl SW-endring			kr 1 486 573	
Besparelse totalt eksklusive SW-endring			kr 3 986 573	

Feilrapport signal

Vedlegg 4

Inneholder alle feil på Gardermobanen i perioden 01.09.98 til 01.09.99 (filtrert utskrift)

Banestrekning	Km	Sted	Materiellnr	Feil	Oppstått tidspunkt	Togforsinkelse
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61	Bekkedalshøgda st.	406 Lamper	812 Kontaktfeil	02.09.98	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	09.11.98	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	22.11.98 10:20	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61	Bekkedalshøgda st.	401 Hovedsignal -5-lys, 3-lys, 2-lys	818 Avbrent lampe	29.11.98 21:00	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9658	Venjar st.	401 Hovedsignal -5-lys, 3-lys, 2-lys	818 Avbrent lampe	26.01.99 05:29	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61	Bekkedalshøgda st.	406 Lamper	818 Avbrent lampe	16.01.99 15:35	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61	Bekkedalshøgda st.	406 Lamper	818 Avbrent lampe	16.01.99 18:01	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	03.02.99	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9658	Venjar st.	401 Hovedsignal -5-lys, 3-lys, 2-lys	818 Avbrent lampe	09.02.99 04:53	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61	Bekkedalshøgda st.	401 Hovedsignal -5-lys, 3-lys, 2-lys	818 Avbrent lampe	10.02.99 06:03	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61	Bekkedalshøgda st.	406 Lamper	818 Avbrent lampe	12.02.99 12:54	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	12.02.99 14:28	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	16.02.99 08:00	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	21.02.99 12:24	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	22.02.99 07:58	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	01.03.99 08:34	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	05.03.99 08:45	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	08.03.99 08:10	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	12.03.99 09:28	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9658	Venjar st.	406 Lamper	818 Avbrent lampe	18.03.99 00:43	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	15.03.99 11:30	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	401 Hovedsignal -5-lys, 3-lys, 2-lys	818 Avbrent lampe	04.03.99 15:41	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	25.03.99 05:55	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	31.03.99 09:23	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61	Bekkedalshøgda st.	401 Hovedsignal -5-lys, 3-lys, 2-lys	818 Avbrent lampe	01.04.99 04:53	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9658	Venjar st.	406 Lamper	818 Avbrent lampe	09.04.99 06:34	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9658	Venjar st.	401 Hovedsignal -5-lys, 3-lys, 2-lys	818 Avbrent lampe	18.04.99 04:05	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61	Bekkedalshøgda st.	401 Hovedsignal -5-lys, 3-lys, 2-lys	818 Avbrent lampe	24.04.99 07:38	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9	Eidsvoll GMB	406 Lamper	818 Avbrent lampe	01.05.99 08:49	Nei
0280 Gardermoen-(Eidsvoll)	61,9658	Venjar st.	406 Lamper	818 Avbrent lampe	13.05.99 08:24	Nei

Feilrapport signal

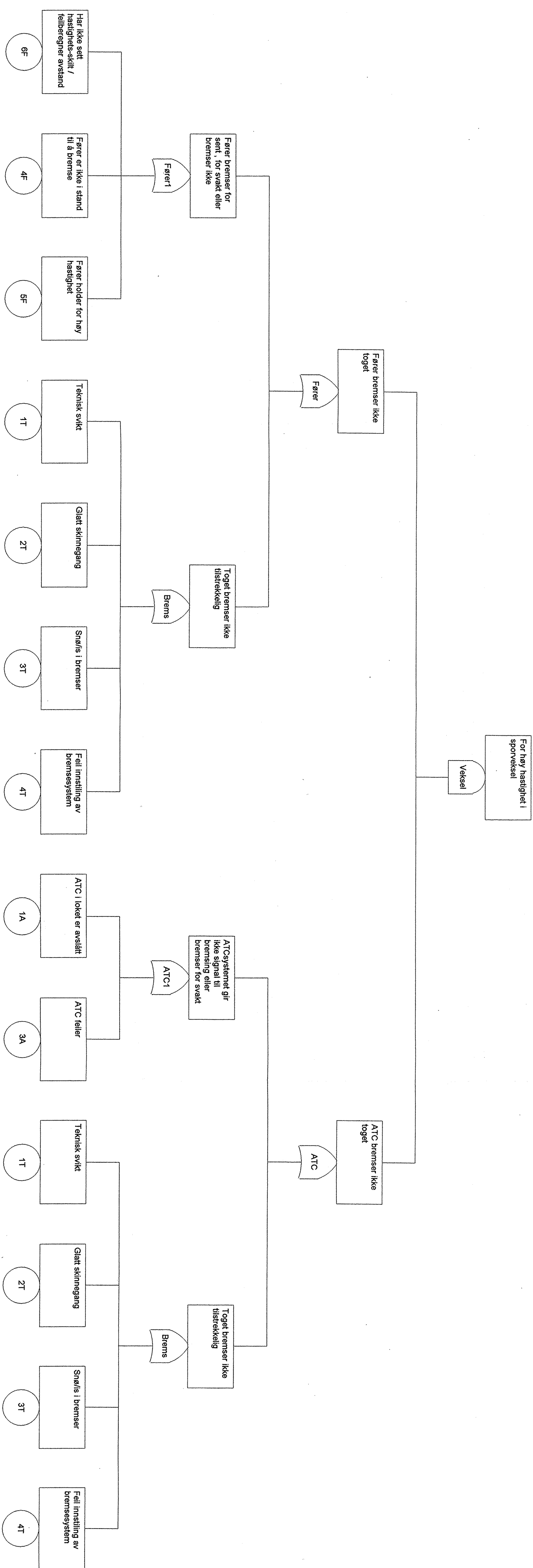
Vedlegg 4

Feilstatistikk for Minnesund st. og Vettalstøen Bp i perioden 1990-12-01 - 1998-06-29

Hentet fra Banedatabanken 1999-12-09

Antall dager: 2767

Banestrekning	Km	Sted	Materiellnr	Feil	Oppstått tidspunkt	Togforsinkelse
0700 (Eidsvoll) - Hamar	75,33	Minnesund	407 Lampeholder	898 Andre feil	23.12.93	Nei
0700 (Eidsvoll) - Hamar	75,33	Minnesund	406 Lamper	818 Avbrent lampe	10.07.96	Nei
0700 (Eidsvoll) - Hamar	75,33	Minnesund	406 Lamper	818 Avbrent lampe	16.03.96	Nei
0700 (Eidsvoll) - Hamar	75,33	Minnesund	406 Lamper	818 Avbrent lampe	26.01.98 14:45	Nei
0700 (Eidsvoll) - Hamar	75,33	Minnesund	401 Hovedsignal -5-lys, 3-lys, 2-lys	818 Avbrent lampe	18.03.98 19:55	Nei
0700 (Eidsvoll) - Hamar	75,33	Minnesund	406 Lamper	818 Avbrent lampe	06.04.98 14:45	Nei
0700 (Eidsvoll) - Hamar	75,33	Minnesund	406 Lamper	818 Avbrent lampe	14.02.99 22:00	Ja
0700 (Eidsvoll) - Hamar	75,33	Minnesund	406 Lamper	818 Avbrent lampe	15.02.99 20:20	Ja
0700 (Eidsvoll) - Hamar	71,44	Vettalstøen	407 Lampeholder	812 Kontaktfeil	25.02.91	Nei
0700 (Eidsvoll) - Hamar	71,44	Vettalstøen	406 Lamper	818 Avbrent lampe	16.03.96	Nei
0700 (Eidsvoll) - Hamar	71,44	Vettalstøen	407 Lampeholder	804 Treg/sitter fast/skåret	24.02.97 07:30	Nei
0700 (Eidsvoll) - Hamar	71,44	Vettalstøen	406 Lamper	811 Brann/oppbrent	11.04.97 21:00	Nei
0700 (Eidsvoll) - Hamar	71,44	Vettalstøen	401 Hovedsignal -5-lys, 3-lys, 2-lys	818 Avbrent lampe	29.06.98 00:00	Nei



Forklaring til feiltre

Nr.	Årsak	Forklaring
1A	ATC er avslått	<p>Det kan være to årsaker til at ATC-lokutrustningen er avslått.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ATC-lokutrustningen er avslått fordi den er i ustand. 2. ATC er ulovlig avslått <p>Punkt 1 antas å ha større sannsynlighet enn punkt 2. Det skal være sjelden i dag at ATC er avslått dersom systemet fungerer.</p> <p>At ATC-lokutrustningen er avslått regnes for å være den største kilden til at ATC-systemet ikke gir signal til bremsing ved passering av stoppsignal. Sannsynligheten for at ulovlig passasje av stoppsignal skyldes at ATC-utrustningen er avslått, regnes likevel for liten. En viktig grunn er at fører er mer "skjerpet" med avslått ATC.</p>
2A	Stopp-passasje er inntrykket	<p>Knappen "stopp-passasje" holdes normalt inntrykket ved passering av stoppsignal når det er gitt tillatelse til å passere. Slike tillatelser gis muntlig på telefon, og det er strenge regler for hvordan slike situasjoner skal håndteres. Det skjer imidlertid fra tid til annen at det blir misforståelser, og toget passerer ulovlig fordi føreren tror det er gitt tillatelse til å passere. Hastigheten overvåkes til 40 km/t.</p>
3A	ATC feiler	<p>Det er svært lite sannsynlig at en feil ved mark- eller lokutrustning (eksempelvis en software-feil), alternativt en overføringsfeil mellom mark- og lokutrustning, vil forårsake at bremsing ikke innledes ved passering av stoppsignal.</p>
4A	Toget holder for høy hastighet	Se 5F.
5A	Feil verdier innmatet i ATC-panel	<p>Bevisst eller ubevisst innmating av feil verdier i lokomotivets ATC-panel kan forårsake at ATC ikke stopper toget ved stoppsignal.</p> <p>Fører plikter for oppstart å mate inn verdier for blant annet følgende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Togets største tillatte hastighet (sth). Er verdien satt for høyt, kan det tenkes samme situasjon som beskrevet under 4A. Det er imidlertid ikke særlig sannsynlig, da togets sth sjelden vil være høyere enn banens sth. • Bremsenes tilsetningstid kan variere med flere sekunder fra tog til tog. Er verdien satt for lavt, kan ATC-systemet innlede bremsing for sent. • Togets retardasjonsevne. ATC benytter innmatet verdi til å beregne bremsekurven. Det er åpenbart at verdien har betydning for om toget rekker å stoppe foran stoppsignal. <p>I tillegg er det en vender (bryter) på ATC-panelet som kan aktiveres ved glatt skinnegang. Dette er særlig aktuelt ved løvfall. Når venderen er satt i stilling "Myk overvåking", beregnes lengre bremseavstand, og trykksenkningen i togets bremseslanger ved ATC driftsbremse blir mindre (dvs. lavere bremsekraft) enn med venderen i normalstilling. Står venderen feilaktig i normalstilling ved glatte skinner, vil ATC-bremse innledes for sent til å stanse toget ved stoppsignal.</p> <p>Ved meget dårlige bremseforhold kan det være tilfeller der ATC-systemet ikke klarer å stoppe toget ved stoppsignal selv om alle data er korrekt innmatet.</p> <p>Retardasjonsevnen for godstog beregnes ut fra antatt tonnasje. Det er ikke alltid denne stemmer med virkelig tonnasje, slik at feil verdier blir matet inn i ATC-panelet. ATC kan benyttes til å kontrollere togets virkelige bremseevne. Det antas at dette ikke blir gjort i tilstrekkelig grad.</p>

Nr.	Årsak	Forklaring
6A	Signalbilde endret etter passering av forsignal (baliser)	<p>Av og til utfører togleder eller togekspeditør (Txp) ordre som kan "rive" et signal foran et tog. Årsaken kan være at vedkommende ikke er klar over at et tog er på vei mot området, eller hvor nært det befinner seg. En annen mulighet er at togleder/Txp ikke er klar over at visse handlinger får innvirkning på en togvei som allerede er satt opp. ATC vil ikke oppdage at signalbildet er endret før ved passering av hovedsignal. Er det lagt ut repeterbaliser, vil endringen oppdages ved passering av disse, men det vil i mange tilfeller være for kort avstand fram til signalet til at toget rekker å stoppe.</p> <p>Av alle inngangshendelsene i feiltreet, antas denne å gi det største bidraget til passering av signal i stopp, ved siden av glatt skinnegang og snø eller is i bremsesystemet.</p>
1T	Teknisk svikt	Med teknisk svikt menes for eksempel at fuktighet trenger inn i bremsesystemet og forårsaker dårligere bremseevne.
2T	Glatt skinnegang	<p>Glatt skinnegang er spesielt et høstproblem når løv legger seg på skinnene. Fører skal i utgangspunktet ta hensyn til dette og tilpasse hastighet og bremsing.</p> <p>Det er likevel valgt å betrakte glatt skinnegang som et uforutsett teknisk problem.</p>
3T	Snø/is i bremsesystemet	Snø eller is på bremseklosser eller -skiver er et vinterproblem, og vil fra førers side oppleves på samme måte som glatte skinner.
4T	Feil innstilling av bremsesystem	<p>Med feil innstilling menes at kraner er satt i feil stilling eller at slanger ikke er riktig montert, noe som kan forårsake redusert bremseevne.</p> <p>Dårlige rutiner eller manglende oppfølging av rutiner vil være de viktigste årsakene.</p>
1F	Fører tror han kan passere på grunn av misforståelse	I enkelte feilsituasjoner vil det være nødvendig å la tog passere signaler i stopp. Dette gjøres gjennom muntlig kommunikasjon mellom lokfører og togleder/txp. Misforståelser kan oppstå og tog kjører på stopp uten tillatelse.
2F	Fører har ikke sett signal	<p>At fører ikke ser signal som viser stopp kan ha flere årsaker:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fører er ukonsentrert eller distrauert, gjerne i kombinasjon med at signalet er lite synlig eller ugunstig plassert. Dårlig konsentrasjon kan blant annet ha en eller flere av følgende forklaringer: <ul style="list-style-type: none"> – Fører forstyrres av teknisk utstyr (mobiltelefon, overvåkingsutstyr, togradio m.m.). – Fører forstyrres av andre personer i førerrom. – Fører forstyrres av aktivitet i eller ved sporet. – Tretthet. – Fører er påvirket av alkohol eller medikamenter. • Signal er ikke synlig eller vises dårlig kan blant annet skyldes følgende: <ul style="list-style-type: none"> – Ugunstig signalplassering. – At det er grodd vegetasjon foran signalet. – At en pære er gått i signalet. – Motlys. – Tåke. – At signal er falt ned. – Solrefleks. • At fører forveksler to signaler: <ul style="list-style-type: none"> – På dobbeltspor kan man forveksle signaler, spesielt i kurver eller dersom et av signalene av annen årsak er lite synlig.

Nr.	Årsak	Forklaring
3F	Fører er ikke i stand til å bremse	Det er lite sannsynlig at føreren ikke er i stand til å bremse fordi han/hun har fått et illebefinnende eller er død. I slike tilfelle vil dødmannsystemet gripe inn og bremse toget.
4F	Fører har ikke sett forsignal/ATC-merke/feilberegner avstand	<p>Dette regnes som den vanligste årsaken til ulovlig passering av stoppsignal. At fører ikke har sett signal kan ha flere forklaringer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fører er ukonsentrert eller distraheret, gjerne i kombinasjon med at signalet er lite synlig eller ugunstig plassert. Dårlig konsentrasjon kan blant annet ha en eller flere av følgende forklaringer: <ul style="list-style-type: none"> – Fører forstyrres av teknisk utstyr (mobiltelefon, overvåkingsutstyr, togradio m.m.). – Fører forstyrres av andre personer i førerrom. – Fører forstyrres av aktivitet i eller ved sporet. – Tretthet. – Fører er påvirket av alkohol eller medikamenter • Signal er ikke synlig eller vises dårlig kan blant annet skyldes følgende: <ul style="list-style-type: none"> – Ugunstig signalplassering. – At det er grodd vegetasjon foran signalet. – At en pære er gått i signalet. – Motlys. – Tåke. – At signal er falt ned. – Solrefleks. • At fører forveksler to signaler. <p>Feilberegning av avstand er mest vanlig med godstog. For lite kjennskap til banestrekningen er gjerne en bakenforliggende årsak.</p>
5F	Toget holder for høy hastighet	<p>For høy hastighet i forhold til togets bremseevne kan forårsake at bremselengden blir lengre enn forsignalavstanden.</p> <p>Med FATC overvåkes hastigheten kontinuerlig, men overhastighet kan oppstå som følge av:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fører har fått oppgitt feil maksimal hastighet (spesielt aktuelt for godstog). • Hastighet er feil skiltet. • Feilvurdering av føreforhold (glatte skinner eller snø/is på bremses).
6F	Har ikke sett hastighets-skilt/feilberegner avstand	Samme som 4F.