

→ Høveie 13/9

# NSB BANE SIGNALSTRATEGI

1996



JERNBANEVERKET  
BIBLIOTEKET



103660

Jernbaneverket  
Biblioteket

## Konklusjon

Signalanleggene ved NSB skal ivareta sikkerheten i togfremføringen og samtidig være en minimal feilkilde. I tillegg skal signalanleggene gjøre det enklere å øke hastighet og nedkorte togfølgetiden.

De fleste feil skjer i den utvendige delen av anlegget så det overordnede tiltak er:

--- UT AV SPORET ---

Med et perspektiv på 5 år for den kortsiktige strategien må anlegg som har nådd sin tekniske levealder utskiftes. Materiell med høy feilhyppighet og kort levetid må erstattes med bedre materiell. Det må gjøres noen endringer i forriglingsprinsipper for å redusere feil i relésikringsanlegg. Strekninger bør utrustes med fullt utbygd ATC. Utsatte utvendige komponenter må gjøres mer robuste mot mekanisk påvirkning. I tillegg må det gjennomføres en del analyser for å kunne forbedre anleggene.

Med et perspektiv på 20 år for den langsiktige strategien må anleggene ha minimalt med ytre komponenter. Signalanlegget må tilpasses det europeiske signalanlegget ETCS. Ytre signal vil da bli erstattet med "Cab-signalering" og GSM basert togradio må innføres.

## Innhold

1. Innledning.....	4
2. Generelt .....	5
2.1 Historikk.....	5
2.2 Typer signalanlegg .....	5
2.3 Behov som skal dekkes av signalanlegg.....	5
2.4 Sikkerhetsnivå.....	6
3. Tekniske funksjoner i signalanlegg .....	7
3.1 Forrigling av togbevegelser .....	7
3.2 Signalering mot tog.....	9
3.3 Hastighetsovervåking .....	11
3.4 Togdeteksjon.....	13
3.5 Skinnebruddsdeteksjon .....	15
3.6 Styring, kontroll og låsing av objekter.....	16
3.7 Sikkerhetsmeddelelser mellom togleder og togfører/lokfører.....	17
3.8 Sikring av planoverganger.....	19
3.9 Varsling av ras.....	21
3.10 Frostsikring av tunneler .....	22
3.11 Overvåking av rullende materiell .....	23
3.12 Transmisjon .....	24
3.13 Strømforsyning .....	25
4. Operatørmessige funksjoner i signalanlegg.....	26
4.1 Betjening av signalanlegg.....	26
4.2 Vedlikehold av signalanlegg .....	28
4.3 Ombygging av signalanlegg .....	29
5. Kompatibilitets funksjoner i signalanlegg .....	30
5.1 Samspill med andre anlegg .....	30
5.2 Interoperabilitet.....	31
6. Kortsiktig strategi .....	32
7. Langsiktig strategi .....	34
Vedlegg 1. Terminologi .....	
Vedlegg 2. Mandat .....	
Vedlegg 3. Sikringsanlegg i bruk i dag.....	
Vedlegg 4. CTC-anlegg i bruk i dag .....	
Vedlegg 5. Problemstillinger BrS .....	
Vedlegg 6. Problemstillinger BrØ .....	
Vedlegg 7. Problemstillinger BrV .....	
Vedlegg 8. Problemstillinger BrN .....	
Vedlegg 9. Kommende teknologi .....	

## 1. Innledning

Bakgrunnen for at arbeidet med dette dokumentet ble startet opp, var et behov for en strategi for hvordan NSB Bane skulle møte de kommende utfordringer på tre punkter:

- Økende krav til driftsikkerhet og tilgjengelighet til anleggene samtidig som anleggene er beheftet med feil og mangler.
- Innføring av høyhastighetstog.
- Internasjonal standardisering.

Med dette behovet som utgangspunkt, ble det satt ned en arbeidsgruppe for å utarbeide et strategidokument. Gruppen besto av følgende personer:

Sverre Eriksen	Bt	Dokumentansvarlig
Gunnar Flåm	BrØ	Seksjonsleder Signal
Håvard Noraberg	BrS	Seksjonsleder Signal
Kjell Skare	BrV	Seksjonsleder Signal
Terje Wiseth	BrN	Fung. gruppeleder Tekn. Avd. / kontroll og godkjenning
Geir Jørstad	BI	Dokumentutarbeider
Gunhild Halvorsrud	BI	Dokumentutarbeider

I tillegg har flere medarbeidere på Bt deltatt som høringsinstans.

Mandat for gruppen er vedlagt, se vedlegg 2.

Rapporten gir først en kort historikk for signalanleggene. Deretter rettes fokus mot signalanleggenes mange funksjoner. Dagens løsning blir vurdert med hensyn på tilgjengelighet og behov ved økt hastighet. Rapporten munner ut i en strategi på lang sikt, og en strategi på kort sikt.

I tillegg til mandat vil man blant vedleggene finne en terminologiliste, oversikter over eksisterende sikrings- og CTC anlegg, samt en problembeskrivelse fra hver region. En beskrivelse av kommende teknologier er tatt med til slutt.

Dokumentet skal være levende. Den teknologiske utvikling er rask, og det som er fremtidsrettet teknologi i dag kan være avlegs i morgen. Det er derfor nødvendig at dokumentet revideres med jevne mellomrom.

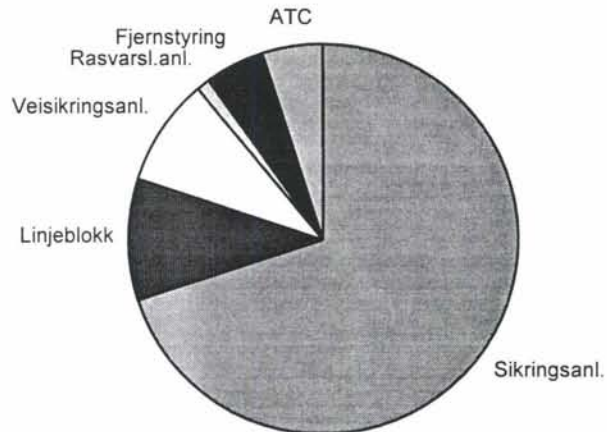
## 2. Generelt

### 2.1 Historikk

Framføring av tog var fra starten av basert på manuelle prosedyrer som involverte et stort antall personer og lite bruk av tekniske hjelpemidler. Togeekspeditørene (txp) var ansvarlig for framføring av tog og skifting på stasjonene, grindvokteren for at brukerne av vei og bane sikkert kunne krysse i samme plan og to txp'er (vha. signaltelegraf og togmeldingsbøker) for sikker framføringen av tog mellom to nabostasjoner.

Da det i årenes løp ble innført tekniske hjelpemidler for å lette og effektivisere togframføringen, ble de tekniske systemene gitt forskjellige navn alt etter hvilke

funksjoner de erstattet. Sikringsanlegget var f.eks. et hjelpemiddel for txp'ene og bygget for å regulere trafikken på stasjonene. Linjeblokken erstattet signaltelegrafen. Den ble bygget for å sikre togframføringen mellom to stasjoner. Etterhvert kom fjernstyringen (CTC) som en erstatning for txp'ene.



Figur 1 Fordeling av signalanlegg

### 2.2 Typer signalanlegg

Med bakgrunn i den historiske utviklingen av de tekniske systemene er det i dag vanlig å skille mellom forskjellige typer signalanlegg. Figuren over forsøker å gi et inntrykk av hvordan den totale anleggsmengden er fordelt mellom de enkelte typene. Som det framgår, er den overveiende mengden knyttet til sikringsanleggene og linjeblokkutrustningen.

Den teknologiske utviklingen sammen med utbyggingen av høyhastighetsbaner er i en viss grad med på å viske ut grensene mellom forskjellige typer signalanlegg. Det er ikke uten videre selvfølgelig å skille mellom sikringsanlegg og linjeblokk og heller ikke mellom fjernstyring og sikringsanlegg når sistnevnte bygges som linjestillverk (sikringsanlegg som sikrer en hel strekning, eller deler av en hel strekning).

Det vil på bakgrunn av dette være naturlig å beskrive funksjonene i et signalanlegg og ikke anleggstypene. Strategien vil derfor bygge på funksjoner. Funksjonene er delt inn i tekniske og operatørmessige løsninger og / eller forhold, og kompatibilitet.

### 2.3 Behov som skal dekkes av signalanlegg

Dagens behov oppstår som regel på grunn av krav om økt tilgjengelighet, økte hastigheter og/eller økt kapasitet.

For å øke tilgjengeligheten må driftsmessige problemer reduseres. Driftsmessige problemer i baneregionene er beskrevet i vedleggene 5,6,7 og 8.

Utover i neste århundre vil, hvis forslaget til høy ramme i Norsk Jernbaneplan 1998 - 2007 blir vedtatt, større nybyggingsprosjekter bli satt igang. Dette gjelder først og fremst Ringeriksbanen og sammenkobling Vestfoldbanen - Sørlandsbanen. Disse prosjekter vil, som Gardermobanen gjør i dag, gi muligheter for å sette en ny standard for signalanleggene.

I tillegg til disse behov vil det være nødvendig å opprettholde dagens trafikksikkerhetsnivå og om mulig øke sikkerhetsnivået.

## **2.4 Sikkerhetsnivå**

Sikkerhetsnivået for hver funksjon i signalanlegget er gitt som IL 0 til IL 4. Dette er ihht. CENELEC standard prEN 50126 «Railway applications, The specification and demonstration of dependability, reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)». IL 0 er lavest nivå og IL 4 er høyest nivå. IL er forkortelse for integritetsnivå (Integrity Level).

### 3. Tekniske funksjoner i signalanlegg

#### 3.1 Forrigling av togbevegelser

##### 3.1.1 Funksjonsbeskrivelse

Avhengigheter mellom vekslere, signaler, togposisjoner mm. blir gjensidig forriglet for å sikre togbevegelser. Forriglingen bestemmes bl.a. av sikkerhetsreglementet (trykk 401).

Sikkerhetsnivået for togbevegelser som kan inneholde persontrafikk er IL 4. Sikkerhetsnivået for togbevegelser som inneholder kun "skift" er IL 2.

##### 3.1.2 Dagens løsning

Forriglingen av togbevegelser gjøres i dag ved hjelp av innvendige sikringsanlegg<sup>1</sup>. Disse er plassert på hver stasjon over hele landet.

De fleste sikringsanleggene i NSB er basert på relélogikk. Reléanleggene er driftssikre og har en lang levetid. Det er imidlertid kostbart og tungvint å endre logikken i et reléanlegg. NSI-63 er et eksempel på denne anleggstypen.

Det finnes en del hybrid sikringsanlegg i NSB. Det vil si anlegg som kombinerer elektronikk og reléer. "OL-anlegget" er et eksempel på denne anleggstypen. Den sikkerhetskritiske delen blir fortsatt ivaretatt av reléer mens den ikke sikkerhetskritiske delen blir håndtert av PLS.

Elektroniske sikringsanlegg er den anleggstypen leverandørene satser på i dag. EBILOCK-anlegget på Alnabru, det nye anlegget på Gardermobanen og NSB 94 anlegget på Sel er eksempler på denne anleggstype.

Felles for disse anleggstypene, er at de består av en sikkerhetskritisk del, forriglingsdelen, og en ikke-sikkerhetskritisk del, styringsdelen.

Man kan også skille mellom forriglingsstrukturer. I dag benyttes togveibasert og objektorientert forrigling. I togveibaserte anlegg er alle avhengigheter i togveiene lagt inn som funksjoner. I objektorienterte anlegg, betraktes hvert enkelt objekt (f.eks. forsignal) som et eget sikringsanlegg. Dette forenkler oppdatering av anlegget vesentlig. Grovt sett kan man si at togveibasert egner seg best på mindre stasjoner, da det er enkelt og oversiktlig og startkostnadene til geografiske anlegg er høy. På større stasjoner blir togveibaserte anlegg kompliserte og meget kostbare å endre. Der er objektorienterte anlegg å foretrekke.

En mengdebeskrivelse av innvendig sikringsanlegg ved NSB er gitt i vedlegg 3.

I relébaserte sikringsanlegg blir sikkerheten ivaretatt ved hjelp av sikkerhetsgodkjente reléer som feiler til sikker tilstand, «Fail to Safe». I tillegg er det rigide prosedyrer for idriftsettelse og godkjenning av forrigling.

I elektroniske sikringsanlegg blir sikkerheten ivaretatt ved hjelp av dualitet. Maskinvare og programvare er duplisert og ofte diversiv. I tillegg er det rigide prosedyrer for implementering, idriftsettelse og godkjenning av hele anlegget.

##### 3.1.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

Låsing av linjeblokk, med påfølgende togforsinkelse og utrykning av vaktmannskaper, opptrer en del og oftest på strekninger med blokkposter mellom stasjonene.

<sup>1</sup> Linjeblokk betraktes som en del av det innvendige sikringsanlegget.

Kontaktfusking på reléer og loddeproblemer (kaldlodding) skaper problemer (NSB-84, NSB-78).

Feilraten øker i anleggene på grunn av alder. Av samme grunn er det vanskelig å få tak i reservemateriell.

### **3.1.4 Økning av tilgjengelighet**

På kort sikt må problemet med låsing av linjeblokka vurderes med sikte på å finne ut om årsaken ligger i forriglingen eller om det skyldes andre driftsmessige forhold. Eventuelt kan man implementere en funksjon der togleder kan sende en ordre for oppheving av låsing.

Anlegg som har nådd sin levealder må utskiftes.

På lang sikt må sannsynligvis innvendig sikringsanlegg ha et annet forriglingsprinsipp for linjeblokk enn dagens relébaserte.

### **3.1.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen**

Dagens sikkerhetsreglement ved NSB er tilpasset hastigheter opp til ca. 130 km/h. Når hastigheten overstiger denne grense vil reglementet måtte endres og dermed også forriglingen i det innvendige sikringsanlegget. For å nedkorte togfølgetiden innføres ofte gjennomsignalering noe som medfører at logikken for anlegget må endres.

### **3.1.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå**

For å opprettholde eller øke sikkerhetsnivået må nye sikringsanlegg være dokumentert til å holde riktig sikkerhetsnivå. Det må stilles krav til leverandørens kvalitetssikringssystem og kontrollrutiner under produksjon. Det må stilles strenge krav til sikkerhetsfilosofi og foretas grundige vurderinger av «safety case.»



## 3.2 Signalering mot tog

### 3.2.1 Funksjonsbeskrivelse

Signalering mot tog gjøres for å gi lokfører informasjon om hvordan toget kan fremføres.

Sikkerhetsnivået for de forskjellige signalbilder vil variere fra IL 0 til IL 4.

### 3.2.2 Dagens løsning

Til optisk signalering benyttes i dag signallamper og skilter.

Det vanligste i dag er å benytte signallamper med 1 glødetråd. På Oslo S benyttes 2 glødetråder. Gardermobanen vil bli utrustet med lamper med 2 glødetråder. På lamper med 2 glødetråder fungerer den ene som en reservetråd når den andre blir utbrent. På veisignalene ved noen få planoverganger er det benyttet diodematrise på rødlyset.

I tillegg til optisk signalering benyttes i dag også førerrom signalering. Det vil si at lokfører har en presentasjonsenhet i førerrommet hvor det gis informasjon om hastighet.

Sikkerheten i signaleringen blir ivaretatt ved failsafe prinsippet. En hver feil skal føre til en sikrere tilstand. Enhver feil skal oppdages med en gang, eller etter første forsøk på endring i tilstanden.

### 3.2.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

Mange feil skyldes utbrente pærer. Særlig fører linjeblokkens avhengighet til kontroll på rødt lys på ankomststasjonen til uforholdsmessige store hindringer for en punktlig avvikling av togtrafikken.

Dersom signalet er montert i nærheten av kontaktledningsanlegget, kan det være behov for utkopling av kjørestrømmen for å rette feilen (bytte pære). Når feil oppstår i rushtiden vil feilen da ikke bli rettet før i mer trafikksvake perioder.

Eksisterende løsninger med diodematriser er ømfintlige for elektromagnetisk støy og kan foreløpig ikke brukes på steder med lang avstand mellom innvendig sikringsanlegg og signaleringspunkt.

Driftsmessige problemer med førerromsignalering blir de samme som for ATC som er behandlet under hastighetsovervåking, punkt 3.3.

### 3.2.4 Økning av tilgjengelighet

På kort sikt bør det vurderes om linjeblokkens avhengigheter til rødlyskontroll kan endres.

Det bør innføres signallamper med to glødetråder. På steder hvor signaleringspunktet er i konflikt med kontaktledningsanlegget bør lampen erstattes med en fiberoptisk løsning hvor eventuell pære plasseres utenfor konfliktområde.

Signallamper med diodematriser bør innføres så snart alle aktuelle farver er kommersielt tilgjengelige, og støyproblemene er løst, siden de har lengre levetid enn lamper med glødetråd.

### 3.2.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen

Ved økt hastighet og redusert togfølgetid kan signalplassering og signaleringsprinsipper måtte endres, ettersom stopplengden øker omtrent proporsjonalt med kvadratet av hastigheten. I tillegg må strekningen skiltes om.

### 3.2.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå

For å opprettholde sikkerhetsnivået ved høyere hastigheter må man gå over til førerromsignalering. Dette for at lokfører skal kunne få tid nok til å oppfatte signalene. For hastigheter over 160 km/h kreves førerromssignalering. Krav om fullt utrustet ATC på strekninger med hastighet over 130 km/h må vurderes.

### 3.3 Hastighetsovervåking

#### 3.3.1 Funksjonsbeskrivelse

Hastighetsovervåkingen skal hjelpe lokfører å holde korrekt hastighet. Ved overskridelse av hastighet skal toget automatisk bremses ned til tillatt hastighet.

Sikkerhetsnivået for hastighetsovervåking er IL 4.

#### 3.3.2 Dagens løsning

For å overvåke hastigheten benyttes ATC i NSB.

ATC (Automatisk togkontroll) er i dag innført med delvis utrustning (tidligere ATS) på alle hovedstrekninger og flere sidestrekninger. På de nyeste strekninger der topphastighet skal være 160 km/h eller mer, er fullt utrustet ATC utbygd. Dette gjelder strekningen mellom Ski og Moss, samt Skoger og Fagernut.

På fullt utrustede strekninger blir togenes takhastighet konstant overvåket og vist i lokførers panel. I tillegg til balisegrupper som er plassert ved for- og hovedsignaler, kommer det grupper med fast kodet informasjon ved steder der hastigheten må reduseres og der den tillates økt igjen. På strekninger som bare er delvis utrustet, må lokfører fremføre toget i samsvar med de ytre signaler og tavler idet bare hastigheter under 80 km/h vises i panelet. Systemet er spesifisert og konstruert fra rundt midten av 1970-tallet og bygget ut fra ca. 1981. I perioden frem til i dag har det blitt foretatt diverse oppgraderinger av program- og maskinvare.

All ATC-markutrustning i NSB er levert av ABB Signal, nå ADtranz. Det gjelder svenskproduserte 12 bits parallellbaliser og norskproduserte lampekodere. AT Signal System, ATSS, er på markedet med kompatibelt utstyr. Begge produserer også den nye 180 bits seriebalisen med tilhørende koder som kan programmeres som 12 bits parallell. Til GMB er det valgt seriebaliser fra ATSS. Disse skal styres direkte fra signalanlegg, ikke via kodere. ATC-anleggene som i dag sitter på rullende materiell, kan bare lese parallellbaliser eller seriebaliser kodet som parallell. Fordelen med seriebalisene er at kabellengden mellom koder/stillverk og balise kan økes fra 300 til ca. 3.000 m. Det ligger også an til at EUROBALISE blir kompatibel bakover og dermed kan programmeres som dagens parallellbaliser.

Sikkerheten i ATC'en blir ivaretatt med strengt kodet digital informasjon. Hvis det oppstår feil vil det bli gitt beskjed om kjøring med en restriktiv hastighet. Systemet er fail-safe.

#### 3.3.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

En del feil oppstår pga. skade på baliser og balisekabler bl.a. inne på stasjonsområder i forbindelse med snørydding.

#### 3.3.4 Økning av tilgjengelighet

En økning av balisens robusthet mot mekanisk påkjenning vil øke tilgjengeligheten til hastighetsovervåkingen.

#### 3.3.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen

Ved endring av hastigheter og togfølgetid må antall signaler økes, og dermed også antall baliser.

For strekninger med hastighet over 160 km/h kreves i dag fullt utbygd ATC.

### 3.3.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå

For å øke sikkerhetsnivået må strekningene, i første omgang de med topphastigheter over 130 km/h, bygges om til fullt utrustet ATC. I tillegg bør det benyttes ATC i forbindelse med midlertidige hastighetsnedsettelse.

## 3.4 Togdeteksjon

### 3.4.1 Funksjonsbeskrivelse

Funksjonen skal detektere hvor rullende materiell befinner seg.

Sikkerhetsnivået er IL 4.

### 3.4.2 Dagens løsning

Togdeteksjon utføres i dag i hovedsak ved isolerte sporfelter. Dobbeltisolerte sporfelt benyttes normalt på linjen, mens enkeltisolerte sporfelter normalt benyttes på stasjoner. På elektrifiserte strekninger benyttes 95 og 105 Hz sporfelter.

På ikke-elektrifiserte strekninger benyttes likestrømsporfelter eller halemagneter.

På Gardermobanen skal det benyttes "skjøteløse sporfelter" for togdeteksjon. Disse benytter elektriske resonanskretser til å begrense sporfeltenes utbredelse. Sporfeltfrekvensen er i audioområdet.

Forøvrig benyttes 10kHz/50kHz sporfelter for detektering av togpassasje i forbindelse med planoverganger og noen steder i forbindelse med sidespor.

Sikkerheten blir ivaretatt ved hjelp av feilsikre reléer. Sporfelt er i tillegg konstruert slik at en feil vil resultere i «belagt spor». Dette benyttes ved arbeid på linjen hvor man lager kunstig sporfeltbelegg ved bruk av «kontaktmagnet» slik at strekningen blir sikret med rødt lys. Dette som et tillegg til togleders ordregiving.

### 3.4.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

Feil på sporfelter utgjør en stor del av antall feil i signalanlegg. Feilene kan være som følger:

- Defekt isolert skjot pga. mekanisk slitasje/utmattning og overspenninger.
- Metning i komponenter pga. stor returstrøm og skjev avledning. Påvirkningen øker med lengden av sporfeltet og størrelsen på returstrømmen.
- Kortslutning av isolerte skjoter pga. utvalsing, slipe- og høvelspon, glødeskall fra bremsene og stor avledning mellom skinnene.
- Defekte isolasjonslasker
- Defekte tilkoplinger til sporet.

Likestrømssporfelter har mindre feil enn vekselstrømssporfelter. Dette skyldes at banen ikke er elektrifisert, og at sporfeltene derfor er lengre, og at det derfor er færre komponenter. Man unngår også en del EMC-problematikk.

### 3.4.4 Økning av tilgjengelighet

Ved å rense ballasten for elektrisk ledende gjenstander, vil man kunne redusere sporadiske falske belegg av sporfeltene.

En overgang til «skjøteløse sporfelter» vil øke tilgjengeligheten da de har høyere immunitet mot innvirkning fra returstrømmen enn dagens løsning med isolerte skjoter. Ulempen med disse er at man fortsatt har mange tilkoblinger til sporet.

En mye benyttet togdeteksjonsmetode i Europa er akseltellere. Det finnes også andre muligheter som bl.a. GPS. Dette er systemer som eventuelt må videreutvikles og gjøres mer driftssikre før det kan tas i bruk ved NSB.

Nedkorting av sporfelter vil gjøre de mer immune mot kjørestrøm men vil medføre flere skjoter. Returleder vil minke andel av returstrøm i sporet.

På lang sikt vil man kunne benytte balisene til togdeteksjon.

### **3.4.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen**

Ved endring av hastigheter og togfølgetid kan det være nødvendig å endre oppdelingen av sporfelter.

### **3.4.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå**

For å opprettholde eller øke sikkerhetsnivået må nye systemer for togdeteksjon være dokumentert til å holde riktig sikkerhetsnivå.

## **3.5 Skinnebruddsdeteksjon**

### **3.5.1 Funksjonsbeskrivelse**

Funksjonen skal detektere hvor det finnes skinnebrudd.

Sikkerhetsnivået på denne funksjonen er IL 2.

### **3.5.2 Dagens løsning**

Konstruksjonen av dagens sporfelter gjør at disse kan detektere skinnebrudd. Med riktige jordingsprinsipper vil dobbeltisolerte og "skjøteløse" sporfelt kunne detektere brudd i begge skinnestrenger, mens enkeltisolerte sporfelt og likestrømssporfelt kun vil detektere skinnebrudd i en skinnestreng.

Ca 50% av skinnebruddene i NSB blir detektert ved hjelp av sporfelt. Det finnes flere strekninger i NSB som ikke har sporfelter.

Trettheter i skinnegangen måles ved hjelp av ultralyd på målevogner. Dette regnes ikke som en del av signalanlegget.

Sikkerheten blir ivaretatt ved at et skinnebrudd blir detektert som belegg av sporfeltet. Dermed vil strekningen bli sikret med rødt lys.

### **3.5.3 Driftsmessige problem med dagens løsning**

Skinnebruddsdeteksjonen ved hjelp av sporfelter setter strenge krav til utføringen av jordingen av kontaktledningsanlegget. Dette medfører at gjenstander som er jordet i sporet må isoleres fra bakken. Ved feil i denne isoleringa vil sporfeltet bli belagt. Dette problemet gjør seg spesielt gjeldende i tunneler og på bruer.

### **3.5.4 Økning av tilgjengelighet**

Det må vurderes alternative måter å detektere skinnebrudd på. Det må gjøres en analyse som vurderer konsekvensen av å fjerne denne funksjonen i signalanlegget.

### **3.5.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen**

Ingen konsekvens.

### **3.5.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå**

For å øke sikkerhetsnivået må skinnebruddsdeteksjon implementeres på flere strekninger. Dagens system detekterer ikke skinnebrudd som ikke er "elektrisk brutt", det må derfor innføres en måte å detektere også disse brudd på.

## **3.6 Styring, kontroll og låsing av objekter.**

### **3.6.1 Funksjonsbeskrivelse**

Styring av objekter, f.eks. veksler, gjøres for å kunne legge togveier.

Kontroll og låsing av objekter gjøres for at objekter som har betydning for togfremføringen skal være sikret.

Sikkerhetsnivået er IL 4.

### **3.6.2 Dagens løsning**

Omlagging av sporveksler gjøres ved hjelp av drivmaskiner. De aller fleste drivmaskiner ved NSB er elektriske, noen få hydrauliske er i drift i dag.

Låsingen er mekanisk. For sporveksler er tillatt hastighet avhengig av låstypen. Låsingen kontrolleres direkte eller indirekte elektrisk.

Kontroll av objekter gjøres ved hjelp av brytere som slutter eller åpner.

Sikkerheten blir ivaretatt ved at styrte og låste objekter blir kontrollert. Hvis de ikke er i kontroll kan det ikke stilles noen togvei der hvor objektene befinner seg. Hvis det oppstår feil regnes objektene som ute av kontroll.

### **3.6.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning**

Problemene med styring, kontroll og låsing av objekter består i at mye av utstyret ligger ubeskyttet.

### **3.6.4 Økning av tilgjengelighet**

Ved å benytte svillemonterte drivmaskiner vil tilgjengeligheten øke. I tillegg bør man i større grad benytte sporvekselvarme for å holde vekslelene frie for is og snø. Sporvekselvarmen bør kun være aktivert når det er nødvendig å ha den påslått. En form for automatikk vil her være gunstig. Dette for å redusere strømforbruket.

### **3.6.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen**

De aller fleste drivmaskiner ved NSB er beregnet for hastigheter under 160 km/h. For å kunne kjøre med høyere hastighet må man ha drivmaskiner med direkte låsing mellom tilliggende tunge og tilhørende stokkskinne. Hvis det er nødvendig med lengre veksler pga. høyere hastighet vil det også bli nødvendig med flere drivmaskiner.

### **3.6.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå**

For å sikre at nye drivmaskiner, låser o.l. holder ønsket sikkerhetsnivå, må det stilles krav til dokumentering av sikkerhetsnivå.



## 3.7 Sikkerhetsmeddelelser mellom togleder og togfører/lokfører

### 3.7.1 Funksjonsbeskrivelse

Ved en feil i signalanlegget vil det være behov for å kunne kjøre på muntlige ordrer fra togleder. Dette kan være ordrer som bl.a. tillater toget å passere rødt lys. I denne sammenheng vil det bli utvekslet sikkerhetsmeddelelser mellom togleder og togfører/lokfører.

Sikkerhetsnivået er IL 4.

### 3.7.2 Dagens løsning

Tradisjonelt er det brukt blokktelefon til denne type kommunikasjon. Dette er et analogt telefonsamband som brukes til å gi ordre i toggangen ved svikt i signalanlegget. Det spesielle med denne telefonen er at den gir en entydig bestemmelse av posisjonen til toget.

Det utbygges i dag togradio som et tilleggssystem til blokktelefonen. NSB's togradiosystem er et 450 MHz mobiltelefonsamband med innebygde sikkerhetsfunksjoner. Via fast kodede baliser ved alle blokk- og hovedsignaler mottar togradiosystemet posisjonsdata fra ATC-anlegget samt at det automatisk skifter til riktige radioområder. Togradiosystemet benyttes primært for samband mellom lokfører og togleder, men i tillegg er det bygget inn funksjoner som muliggjør kontakt til skifte- og stasjonsradioanlegg, vedlikeholdsradio, kopling mot UIC-høytaleranlegg i persontog og kopling til NSB's digitale telefonsentraler. I tillegg finnes en bærbar enhet for togfører/konduktør. Togradiosystemets posisjonsdata gjør at det tillates brukt til utveksling av muntlige ordrer på samme måte som blokktelefon med anrop og tilbakeringing. Kun en samtale kan føres om gangen innenfor samme toglederstreking.

Togradiosystemet er spesielt utviklet for NSB og SJ/BV, men bare tatt i bruk av NSB. Leverandør er Bosch Telecom (tidligere Ascom Radiocom). Det er pr. i dag ingen andre som tilbyr kompatible anlegg, og markedet er for lite til at det vil skje. Ingen andre forvaltninger har togradiosystemer som direkte kan sammenliknes med NSB's. Det siktes da spesielt til den sikkerhetsmessige delen, dvs. koplingen mot ATC. Togradio er en blanding av analog og digital teknikk. Det er ventet at systemet vil dekke NSB's behov inntil EURORADIO foreligger og en tid etter dette. Oppgradering til økt dataoverføringskapasitet er teknisk mulig, bl.a. med økt bruk av fiberkabel, og dette er under vurdering, spesielt på dobbeltspor. Ulemper med eneleverandør er høye priser, lange leveringstider og krav om minste kvanta for å sette igang produksjon av nye serier.

Disse anleggstypene er tradisjonelt omtalt som teleanlegg, men siden den inneholder sikkerhetsrelaterte funksjoner og dessuten er en forutsetning for å bygge og bemanne signalanleggene slik vi gjør i dag, er de tatt med som signalanlegg i denne strategi.

Sikkerheten blir ivaretatt ved at togleder får eksakt informasjon om posisjonen til toget. På bakgrunn av dette kan togleder forvise seg om at toget ikke vil komme i konflikt med andre tog når det må kjøres manuelt.

### 3.7.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

Togradiosystemet benytter baliser. Dette er samme type baliser som benyttes for ATC. En del feil oppstår pga. skade på baliser, bl.a. inne på stasjonsområder i forbindelse med snørydding.

### 3.7.4 Økning av tilgjengelighet

En økning av balisens robusthet mot mekanisk påkjenning vil øke tilgjengeligheten til togradiosystemet. På lang sikt burde man utfase blokktelefonen og kun benytte togradioen. Dette for å kun ha et system å vedlikeholde.

### **3.7.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen**

Ved endring av hastigheter og togfølgetid må plasseringen av balisene og blokktelefonene endres.

### **3.7.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå**

Hvis blokktelefonsystemet skal utfases og bare togradio benyttes må det utarbeides instruksjoner for hvordan man skal håndtere situasjoner med feil i togradiosystemet.

## 3.8 Sikring av planoverganger

### 3.8.1 Funksjonsbeskrivelse

Sikring av planoverganger gjøres for å hindre at mennesker og kjøretøyer kommer i konflikt med togfremføringen.

Sikkerhetsnivået er IL 3.

### 3.8.2 Dagens løsning

Innenfor veisikringsanlegg finnes det anlegg med hel eller halv bom, eller kun med lys og lydsignaler. Disse er i dag relébaserte. I veisikringsanlegg er det sporfelter i tilknytning til anlegget som detekterer når toget nærmer seg, og passerer planovergangen. Dette for å senke og heve bommene på korrekte tidspunkt.

Et veisikringsanlegg er å betrakte som et selvstendig sikringsanlegg med innvendig forriglingslogikk, sporfelter og signaler.

Anleggstypen som benyttes i dag er fortsatt tilgjengelig. NSB bygger ingen nye planoverganger. Ved behov for utskifting av eksisterende anlegg, kan man velge mellom eksisterende teknologi og nye elektroniske anlegg som kan skaffes fra flere leverandører. De elektroniske anleggene er ikke tilpasset NSB, så hvis denne teknologi skal tas i bruk i forbindelse med planoverganger, må det investeres i utvikling og tilpasning til NSB.

NSB søker å minimalisere antallet nybygde planoverganger.

Sikkerheten blir ivaretatt ved at veisikringsanlegg benytter visuelle eller fysiske barrierer for å hindre konflikter mellom tog og kjøretøy. Selve forriglingslogikken realiseres med feilsikre reléer. I de fleste tilfeller vil en feilsituasjon medføre at eventuelle bomber går ned og det signaliseres rødt mot veg.

### 3.8.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

Planoverganger sikret med hel eller halvbom har ofte for svak drivmaskin. Dette medfører problemer vinterstid med snø og islaster på bommene.

Det er et problem med sporfelter som sporadisk utløser sikringen av planoverganger. Sporfeltene ligger i kryssningen mellom sporet og veien. Disse er utsatt for stor avledning, bl.a. på grunn av veisalt.

Bommene i veisikringsanlegg er ofte utsatt for påkjørsler av kjøretøy.

### 3.8.4 Økning av tilgjengeligheten

For å øke tilgjengeligheten på kort sikt må man bytte drivmaskinene til bommene. Man bør også ha sterkere markering av bommene f.eks med flere bomlykter. Man bør også vurdere bommenes konstruksjon slik at de bedre tåler en påkjørsel. (Uten å påføre kjøretøyet som foretar påkjørselen større skader.)

Ved å fjerne veisalt i planovergangen ved spyling vil man kunne redusere sporadiske feil.

På lengre sikt bør man se på alternative togdeteksjonssystemer for planovergangen. Det må også på lang sikt tilstrebes at planoverganger blir erstattet med planskilte kryssninger slik at behov for veisikringsanlegg bortfaller.

### **3.8.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen**

Ved endring av hastighet må sporfeltene for nedsenking av bommene flyttes. For strekninger med blandet trafikk bør hastighetsavhengig senkning ved hjelp av ATC innføres. Dette medfører også ATC overvåking av planoverganger.

### **3.8.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå**

På nye strekninger med hastigheter over 130km/h skal det ikke være planoverganger. På eksisterende strekninger bør planoverganger også fjernes. For å øke sikkerhetsnivået generelt må usikrede planoverganger fjernes eller sikres. Det beste vil være å fjerne alle planoverganger. Enentuelt kan planovergangene ATC-overvåkes og metall detekterende sløyfer installereres ved overgangen.

## **3.9 Varsling av ras**

### **3.9.1 Funksjonsbeskrivelse**

Ved et eventuelt ras skal lokfører få beskjed om dette slik at avsporing unngås.

Sikkerhetsnivået er IL 3.

### **3.9.2 Dagens løsning**

På den rasutsatte strekningen settes det opp et elektrisk ledende gjerde. Ved et eventuelt ras vil gjerde bli brutt og dermed vet man at det antagelig har vært et ras.

Det er prøvd ut bruk av geofoner (slik som veivesenet bruker). Man valgte å ikke satse på disse, men bruke den tradisjonelle måten.

Sikkerheten blir ivaretatt ved at feilsikre reléer kontrollerer om det har vært et ras. Lokfører vil få beskjed om ras ved hjelp av stoppsignaler. Ved en feil i systemet vil lokfører få beskjed om stopp. Rasvarslingssystem er også utstyrt med baliser.

### **3.9.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning**

Ingen kjente.

### **3.9.4 Økning av tilgjengelighet**

Ingen kjente.

### **3.9.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen**

Signaler må flyttes ved øking av hastighet.

### **3.9.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå**

For å øke sikkerhetsnivået kan man bygge ut flere rasvarslingsanlegg. Disse bør ATC-overvåkes. Det bør også vurderes å benytte fjell- og grunnsikring i større grad, men dette ligger utenfor det signaltekniske perspektiv.

## **3.10 Frostporter**

### **3.10.1 Funksjonsbeskrivelse**

I tunneler utsatt for frost installeres det porter for å redusere frostkonsekvensen. Disse portene er normalt lukket. Når et tog nærmer seg porten vil den automatisk åpne. Når toget har passert vil porten lukkes.

Sikkerhetsnivået er IL 3.

### **3.10.2 Dagens løsning**

Når sporfelt som er plassert ved porten blir belagt og senere frigis, vil drivmaskiner for porten åpne/lukke denne. Det brukes relélogikk for å forrigle denne funksjonen.

Sikkerheten blir ivaretatt ved at feilsikre reléer forrigler funksjonen. Hvis porten ikke åpner seg vil lokfører få beskjed om dette ved stoppsignaler.

### **3.10.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning**

Ingen kjente

### **3.10.4 Økning av tilgjengelighet**

Ingen kjente

### **3.10.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen**

Ved øking av hastighet må sporfelter og signaler flyttes.

### **3.10.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå**

For å opprettholde eller øke sikkerhetsnivået må nye portanlegg være dokumentert til å holde riktig sikkerhetsnivå.

## 3.11 Overvåking av rullende materiell

### 3.11.1 Funksjonsbeskrivelse

I tillegg til omtalte funksjon hastighetsovervåking, vil det være flere funksjoner som kan overvåkes på rullende materiell. I dag overvåkes avsporinger og man kan se for seg mulighet til å overvåke varmegang i hjullagre, hjulslag osv.

Sikkerhetsnivået vil variere. For avsporingindikator er sikkerhetsnivået IL 3.

### 3.11.2 Dagens løsning

Avsporinger overvåkes i dag ved hjelp av en elektrisk krets som ligger på tvers av sporet. Hvis et eller flere hjul er avsporet, blir den elektriske kretsen brutt, og lokfører vil få beskjed om dette ved neste hovedsignal. Normalt plasseres avsporingindikatoren slik at toget skal rekke å stoppe før det ankommer en sporveksel.

Sikkerheten blir ivaretatt av det innvendige sikringsanlegget.

### 3.11.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

Avsporingindikatoren er utsatt for store mekaniske påkjenninger av vedlikeholdsmaskiner. Dette medfører stopp i trafikken.

### 3.11.4 Økning av tilgjengelighet

På kort sikt kan forriglingen av avsporingindikatoren endres slik at det er mulig å få stilt signal med defekt avsporingindikator. På lang sikt bør det sees på alternative systemer for denne funksjon.

### 3.11.5 Øking av hastighet og større kapasitet for togfremføringen

Ved øking av hastighet må avsporingindikatoren flyttes. Det må utføres en analyse for å se på nytten av avsporingindikatoren ved høye hastigheter.

### 3.11.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå

For å opprettholde eller øke sikkerhetsnivået må eventuelt nytt avsporingindikatorsystem være dokumentert til å holde riktig sikkerhetsnivå.

## 3.12 Transmisjon

### 3.12.1 Funksjonsbeskrivelse

Transmisjonen i et signalanlegg består av datatransmisjon og energioverføring .

Sikkerhetsnivået er IL 0.

### 3.12.2 Dagens løsning

Energioverføring i et signalanlegg gjøres over en kabeltype, EEBE 750V NSB spesial. Dette er en buntrevolvert polyetylenisolert lavspentkabel med stålbandarmering. Kabelen er spesialutviklet for NSB og har et isolasjonsnivå på 750V. Kabelen kalles i NSB for signalkabel. Det finnes også eldre kabler som er i bruk i forbindelse med signalanlegg.

Datatransmisjon gjøres over kabel som leverandører av utstyr leverer. Kabelen er normalt kobberkabel, men på Gardermobanen benyttes det optisk fiberkabel.

Sikkerheten blir ivaretatt av utstyret som termineres i endene av kablene.

### 3.12.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

En del signalkabler i regionene er gamle. Disse har en høy feilhyppighet. På Dovrebanen benyttes uarmert plast kabel. Denne er ekstra feilutsatt.

Transmisjonskabelen til baliser blir ofte ødelagt pga. mekanisk påkjenning.

### 3.12.4 Økning av tilgjengelighet

Kabelen må være armert slik at den kan tåle mekanisk påkjenning. Kablene bør gjøres mer robust mot elektromagnetisk støy. Ved å legge kabelen i kanal gir man den en god mekanisk beskyttelse.

Transmisjonskabel burde legges i nettstruktur slik at man kan rerute data ved kabelfeil.

### 3.12.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen

Ved høyere hastighet blir det lengre avstand mellom signaler, og dermed lengre kabler.

### 3.12.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå

Det må rendyrkes at sikkerheten skal ivaretas i utstyret terminert i endene av kablene.



### 3.13 Strømforsyning

#### 3.13.1 Funksjonsbeskrivelse

Strømforsyningen skal drive signalanleggene med riktige spenningsnivåer og riktige frekvenser.

Sikkerhetsnivået er IL 0 til IL 3.

#### 3.13.2 Dagens løsning

Det benyttes i dag stort sett 220V-50Hz fra lokale EI-verk som hovedforsyning og 220V-16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz fra kontaktledningsanlegget som reservestrømforsyning. På strekninger uten elektrifisering er det dieseldrevne reservestrømsaggregater som leverer reservestrøm.

Det benyttes noe 3-fase der det er tilgjengelig og mest effektivt, f.eks til sporvekselvarme. Tradisjonelt er anleggene forsynt fra IT systemer. Gardermobanen vil benytte TN systemer, men forøvrig er dette på utredningsstadiet.

De fleste sikringsanlegg har frekvensomformere da sporfeltene i NSB benytter 95Hz/105Hz. I tillegg finnes en del likerettere for lokale forsyninger.

Jordingsfilosofien for strømforsyningen vil ha innvirkning på signalanleggets totale sikkerhetsnivå. Frekvensstabiliteten til strømforsyningen til sporfeltene er sikkerhetskritisk. Denne blir overvåket.

#### 3.13.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

Roterende frekvensomformere trenger vedlikehold. I tillegg er de frekvensustabile, noe som kan medføre en sikkerhetsrisiko. Generelt har strømforsyningen en relativt stor feilhyppighet. Feilene er ikke analysert.

#### 3.13.4 Økning av tilgjengelighet

Det må gjennomføres en analyse av strømforsyningen. Det må sees på tiltak som kan gjøres for å redusere feilhyppigheten og konsekvensen av feil.

Det må gjennomføres en analyse som ser på konsekvenser for strømforsyningen ved overgang fra IT til andre systemer som TN og TT.

Det må utføres analyse for å gjennomgå hva som trengs av strømsikringer, overspenningsvern o.l.

Roterende frekvensomformere må skiftes ut med statiske omformere.

#### 3.13.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen

Ved høyere hastighet blir det lengre avstand mellom signaler og strømforsyning. Dette medfører at strømforsyningen må distribueres langs jernbanelinja for å opprettholde spenningsstabilitet.

#### 3.13.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå

Frekvensomformere for sporfelte må gjøres frekvensstabile for å opprettholde sikkerhetsnivået.

## 4. Operatør- og driftsmessige funksjoner i signalanlegg

### 4.1 Betjening av signalanlegg

#### 4.1.1 Funksjonsbeskrivelse

Signalanleggene i NSB skal kunne betjenes på tre nivåer avhengig av driftsformen for togfremføringen. Ved skifting skal objekter kunne betjenes lokalt. Ved stasjonsstyring skal objektene styres fra betjeningsrom på stasjonene. Ved fjernstyring skal objektene styres fra togledersentralene. Hvilke operasjoner som kan utføres og forriglingen vil variere for de tre driftsformene.

I NSB har betjeningen sikkerhetsnivå IL 0. Gardermobanen har IL 2 på betjening ved fjernstyring.

#### 4.1.2 Dagens løsning

Lokal betjening gjøres i dag ved at personell betjener objektet på stedet. Dette kan gjøres ved hjelp av brytere, sveiver mm. Det er bare de enkelte objekter som kan styres ved hjelp av denne betjeningen.

Stasjonsbetjening gjøres i dag stort sett ved hjelp av stillerapparater. Dette er et betjeningspanel med brytere (stillere) og knapper. Nye elektroniske sikringsanlegg vil kunne ha betjening ved hjelp av tastatur og skjerm. Objekter og togveier på og til/fra den enkelte stasjon kan betjenes på denne måte.

Fjernstyring gjøres i dag ved hjelp av tastaturer med indikeringer på skjermer eller paneler. Alle togveier på et større område kan betjenes på denne måte. Systemet kalles CTC (Centralized Traffic Control).

CTC anleggene i NSB består i dag av relébaserte anlegg og elektroniske anlegg med og uten mikroprosessorstyring. En beskrivelse av CTC anleggene er gitt i vedlegg 4.

Relébasert CTC er ikke lengre på markedet. Av nye generasjoner CTC finnes det mange typer å velge mellom, fra flere leverandører. Felles for disse er at funksjonaliteten er vesentlig større enn på tidligere anlegg. Toggraf og automatisk togledelse er eksempler på funksjoner som finnes i dagens anleggstyper. Disse funksjonene støtter og forenkler togleders arbeid. En noe enklere CTC basert på PLS er i bruk på strekningen Eidsvoll - Hamar og Hamar - Røros. Den mangler en del av de avanserte funksjonene, men kan videreutvikles til å dekke disse funksjoner.

Det ligger ingen sikkerhet i betjeningen. Dette blir ivaretatt av sikringsanleggene på hver enkelt stasjon.

#### 4.1.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

Det er få driftsproblemer med lokal- og stasjonsbetjening, da denne bygger på svært enkle prinsipper. Når det gjelder CTC, er det flere problemer. Kapasiteten i de eldre anleggstypene er i dag sprengt, og anleggene har nådd sin teknologiske levealder. Dette medfører at systemene er feilbefengte, trege og at de ikke lar seg utvide med nye funksjoner. Reservemateriell til de relébaserte CTC sentralene er ikke lengre tilgjengelig på markedet.

#### 4.1.4 Økning av tilgjengelighet

Utskifting av de relébaserte CTC anleggene vil øke tilgjengeligheten. CTC anlegget på Bergensbanen har sprengt kapasitet og bør utskiftes. Reruting ved kabelbrudd bør innføres.

#### 4.1.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen

Betjeningen på større stasjoner med nye sikringsanlegg bør være skjermbaserte med tastatur. Dette for å gjøre det enklere å endre "betjeningspanelet".

Når hastigheten øker og togfølgetiden minker blir det behov for å gå vekk fra stasjonsstyring og over til fjernstyring. Produktivitetsøkning forutsetter fjernstyring. For å avlaste togleder kan det være nødvendig med bl.a. automatisk togledelse

CTC anlegg som er trege må antagelig byttes ut.

#### **4.1.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå**

Det ligger ingen sikkerhetskrav krav i CTC anleggene i dag. Det er teknisk mulig med flere alarmer og intelligens i CTC for å overvåke unormale togbevegelser. Togleder har i dag mulighet for å sette alle signaler i stopp og slå av strømmen. Det bør stilles sikkerhetskrav til slike ordre.

## 4.2 Vedlikehold av signalanlegg

### 4.2.1 Funksjonsbeskrivelse

Vedlikehold av signalanlegg gjøres for å opprettholde sikkerhetsnivået, redusere feilhyppighet og motvirke feil.

Sikkerhetsnivået på vedlikehold vil variere fra IL 0 til IL 4.

### 4.2.2 Dagens løsning

Dagens vedlikehold baserer seg på å skifte ut materiell som feiler og foreta periodiske revisjoner.

I Bane Region sør er det for tiden igang et prosjekt som ser på overvåking av utstyr i signalanleggene. Utgangspunktet er at tidlig varsling av begynnende feil (hvis mulig, f.eks. begynnende jordingsfeil) gir mulighet for at feil rettes opp før de får konsekvenser for toggangen.

Visse komponenter byttes ut med jevne mellomrom for å revideres.

### 4.2.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

Utskifting av materiell etter at feilen har oppstått medfører stopp og forsinkelser i togtrafikken. En del periodisk vedlikehold medfører at signalanlegget må tas ut av bruk og togfremføringen må gjennomføres med manuelle rutiner. En annen konsekvens er mye nattarbeid, noe som er lite ønskelig både fra et økonomisk og et arbeidsmiljømessig perspektiv.

### 4.2.4 Økning av tilgjengelighet

En sterkere grad av pålitelighetsbasert vedlikehold (RCM) vil medføre at man kan ta feilen før den inntreffer. Det bør gjøres en gjennomgang av hvilket utstyr som egner seg for denne type vedlikeholdsfilosofi.

Signalanleggene bør overvåkes slik at man på forhånd kan se om komponenter forringes slik at det vil lønne seg å bytte de ut.

### 4.2.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen

En reduksjon av togfølgetiden medfører at tilgangen til sporet blir redusert. Dette medfører at man må ha utstyr med lav feilrate og lite behov for periodisk revisjon.

### 4.2.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå

For å opprettholde sikkerhetsnivået må nye vedlikeholdsmetoder minimum ha samme sikkerhetsnivå som de gamle metoder. Nødvendig periodisk vedlikehold må foregå i trafikksvake perioder og tilpasses toggangen.

## 4.3 Ombygging av signalanlegg

### 4.3.1 Funksjonsbeskrivelse

Ombygging av signalanlegg gjøres når sporarrangement, hastigheter, reglementer o.l endres.

### 4.3.2 Dagens løsning

Ombyggingen gjøres ved at den:

1. Prosjekteres
2. Godkjennes
3. Utføres
4. Driftsprøves

Tradisjonelle togveis- og relébaserte anlegg er lite egnet for ombygging. Elektroniske anlegg, spesielt med objektorientert program, er bedre egnet

Sikkerheten er ivaretatt ved at sikkerhetsrelaterte endringer av teknisk karakter må godkjennes ved hovedkontoret og sikkerhetsrelaterte endringer med konsekvens for togfremføringen må godkjennes ved sikkerhetskontoret. I tillegg blir det gjennomført en driftsprøve etter at endringen er gjennomført.

### 4.3.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

En endring av anlegget vil medføre at signalanlegget må tas ut av bruk.

Relébaserte sikringsanlegg har klare prosedyrer for godkjenning, mens det ikke er klare prosedyrer for endringer i elektroniske sikringsanlegg.

Godkjennelsesakene i NSB er tid- og ressurskrevende. Dette medfører at det tar lang tid fra man initierer en ombygging til at den er iverksatt og godkjent.

### 4.3.4 Økning av tilgjengelighet

En reduksjon av "ute av drift" perioden vil øke tilgjengeligheten. For dagens reléanlegg er det lite som kan gjøres for å redusere denne tiden. For elektroniske sikringsanlegg burde det være mulig å gjøre en god del av kontrollene ved hjelp av simulatorer slik at tiden kan reduseres.

Bruk av mobile sikringsanlegg inkl. baliser for å opprettholde teknisk sikring av togtrafikk i «ute av drift» perioder vil gi mindre forstyrrelser av togtrafikken.

Det må utarbeides prosedyrer for godkjenning av endringer i elektroniske sikringsanlegg.

### 4.3.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen

For å øke hastighet og redusere togfølgetid må som regel deler av det utvendige signalanlegget bygges om.

### 4.3.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå

Godkjenningsprosedyrer for elektroniske sikringsanlegg må avklares for å opprettholde sikkerhetsnivået. Det må utarbeides bedre rutiner for dokumenthåndtering, versjonskontroll etc.

## **5. Kompatibilitetsfunksjoner i signalanlegg**

### **5.1 Samspill med andre anlegg**

#### **5.1.1 Funksjonsbeskrivelse**

Signalanlegget skal fungere sammen med de andre tekniske installasjoner ved NSB.

Sikkerhetsnivået for samspillet er IL 0.

#### **5.1.2 Dagens løsning**

Signalanlegget har felles jordingssystem med tele- og kontaktledningsanlegget. Sporfelter benytter skinnegangen felles med kontaktledningsanlegget, rullende materiell og overbygningen.

Signalanlegget har felles elektromagnetisk miljø med de andre elektriske installasjoner ved jernbanen. Sikkerheten blir ikke ivaretatt av samspillet men av den enkelte komponent i signalanlegget.

#### **5.1.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning**

70% av alle signalfeil følger av feil utenfor signalanlegget (ref. BrØ).

#### **5.1.4 Økning av tilgjengelighet**

Det må gjøres en dypere og mer utfyllende analyse enn den som er gjort tidligere som gjennomgår feil i signalanlegg forårsaket av feil utenfor signalanlegget, -følgefeil. På bakgrunn av denne må man gjøre signalanleggene mer immune mot slike feil.

Det må stilles krav til signalanleggenes immunitet og emisjon av elektromagnetiske felt.

#### **5.1.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen**

Ved øking av kapasitet er det viktig å redusere antall feil siden tilgangen til sporet blir redusert. En reduksjon av følgefeil vil da være et viktig bidrag i denne retning.

#### **5.1.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå**

Ved fjerning av mekanismer som gir følgefeil må man påse at de ikke får konsekvenser for signalanleggets sikkerhetsnivå.

## 5.2 Interoperabilitet

### 5.2.1 Funksjonsbeskrivelse

Interoperabilitet beskriver jernbanens evne til å ha togfremføring over landegrensene. Signalanlegg som har grensesnitt mellom de faste installasjoner og det rullende materiell må være kompatible over landegrensene.

Sikkerhetsnivået er IL 0 - IL 4.

### 5.2.2 Dagens løsning

Når tog kjører over grensen til Sverige eller motsatt må lokfører ha kunnskap om landets signalreglement. ATC systemet i Norge og Sverige er kompatibelt. Tog må kunne detekteres med eksisterende sporfelt.

Signalanleggene i Europa er ikke kompatible i den form de har i dag. Det jobbes i dag med et felles signalsystem som er tenkt implementert av alle land i EØS området. Dette systemet kalles ETCS. En nærmere beskrivelse av dette er gitt i vedlegg 9.

Sikkerheten ivaretas i dag ved at ikke kompatibelt materiell ikke tillates i NSB.

### 5.2.3 Driftsmessige problemer med dagens løsning

Svenske RC lok genererer overharmoniske strømmer. Dette får følgende problem:

- Forstyrrelser NSBs sporfelter.
- Vern på NSBs lokomotiver slår ut hovedbryter på lokomotivene.
- Vern på NSBs statiske omformere slår av kjørestrømmen

### 5.2.4 Økning av tilgjengelighet

På kort sikt må det gjøres en analyse rundt overharmoniske forstyrrelse i sporfelter. Denne må resultere i tiltak som eliminerer falsk utløsning av vern på lokomotiver og omformerstasjoner.

På lang sikt må signalanleggene tilpasses ETCS.

### 5.2.5 Økning av hastighet og større kapasitet for togfremføringen

For å øke hastighet og kapasitet over grensen må systemene i Norge og Sverige være 100% kompatible.

### 5.2.6 Opprettholdelse og økning av sikkerhetsnivå

For å opprettholde eller øke sikkerhetsnivået må nye signalanlegg være dokumentert til å holde riktig sikkerhetsnivå.

## 6. Kortsiktig strategi

Signalanleggene ved NSB skal ivareta sikkerheten i togfremføringen og samtidig være en minimal feilkilde. I tillegg skal signalanlegget gjøre det enklere å øke hastighet og nedkorte togfølgetiden.

De fleste feil skjer i den utvendige delen av anleggene, så det overordnede tiltak er:

--- UT AV SPORET ---

Med et perspektiv på 5 år for den kortsiktige strategien må det satses på tiltak som reduserer feilhyppighet og tilrettelegger for økt hastighet og kapasitet. Det må gjøres tekniske inngrep i dagens anlegg og en del analyser må gjennomføres.

Konkrete tiltak som må gjennomføres for å oppfylle strategien:

- Signalanlegg som har nådd sin tekniske levealder må utskiftes. Forriglingen i nye anlegg med flere enn 3-4 spor bør være objektorientert og realisert med programvare. På eksisterende signalanlegg bør forriglingen for linjeblokka gjennomgå og eventuelt endres slik at den ikke låser seg unødige.
- Signallamper bør realiseres med diodematriser så snart dette er kommersielt tilgjengelig. Inntil da bør man benytte glødetrådslamper med to glødetråder, og på steder hvor signalpunktet er i konflikt med kontaktledningsanlegget bør det brukes fiberoptisk overføring av lyset.
- Strekninger bør utrustes med fullt utbygd ATC. Midlertidige hastighetsnedsettelse bør overvåkes med ATC. Nye baliser som er mer robuste mot mekanisk påkjenning bør innføres.
- Ved ombygging/utbygging av nye strekninger bør skjøteløse sporfelter benyttes for togdeteksjon. For eksisterende sporfelter med mye problemer med kjørestrom bør de enten byttes ut eller nedkortes. Det bør også forlanges returleder for å redusere forstyrrelsene på sporfeltene.
- Svillemonterte drivmaskiner bør innføres. Drivmaskinene bør ha direkte låsing av tunge for å være forberedt på hastigheter over 160 km/h.
- All kabel bør være armert og "signalkabelen" bør gjøres mer robust mot elektromagnetisk støy. Transmisjonskabel bør legges i nettstruktur slik at man har mulighet til reruting ved feil.
- Roterende frekvensomformere må byttes ut med statiske.
- Alle bommer som er utsatt for påkjørsler bør markeres sterkere. Svake bomdrivmaskiner bør skiftes ut. Risikoutsatte usikrede planoverganger bør nedlegges, eventuelt sikres.
- Forriglingen for avspøringsindikatorer bør endres.
- All relébasert CTC bør skiftes ut. CTC anlegget på Bergensbanen må utskiftes pga. sprengt kapasitet. Betjeningen av nye signalanlegg (fjernstyring, stasjonstyring) bør gjøres med tastatur og skjerm, spesielt på større stasjoner. Stasjoner som ikke lar seg fjernstyres må bygges om slik at det er mulig å fjernstyre dem. Nye CTC anlegg bør ha mulighet for automatisk togledelse.
- Vedlikeholdet bør i sterkere grad være pålitelighetsbasert (RCM). Signalanleggene bør overvåkes slik at man oppdager feil før de får konsekvens. Alt nytt materiell bør ha lav feilrate og lite behov for periodisk vedlikehold.
- Nye anlegg må være slik at de fleste verifiserings- og valideringsaktiviteter kan gjennomføres uten å ta anlegget ut av bruk.
- Det må utvikles et mobilt sikringsanlegg for bruk på stasjoner når det ordinære sikringsanlegget er ute av bruk.

Følgende analyser/utredninger må gjennomføres:

- Vurdere forriglingen til linjeblokka for å finne ut om den kan endres slik at den ikke låser seg unødige.
- Vurdere linjeblokkas avhengighet til rødlyskontroll på ankomststasjonen.
- Vurdere alternative metoder å detektere skinnebrudd på. Vurdere om man skal detektere skinnebrudd på alle strekninger i NSB.
- Det må gjennomføres en analyse av strømforsyningen til signalanlegg.
- Vurdere hvordan forriglingen av avspøringsindikatoren kan endres slik at feil ikke får konsekvens for toggangen. I tillegg må det utføres en analyse av nytten til dagens avspøringsindikator ved høye hastigheter.
- Godkjenningsprosedyrer for elektroniske sikringsanlegg må etableres.



- Forbedrede rutiner for dokument- og tegningshåndtering samt versjonskontroll må utarbeides.
- Det må gjennomføres en analyse som gjennomgår følgefeil i signalanlegg.
- Det må gjennomføres en analyse av overharmoniske forstyrrelser i sporfeltene.

## 7. Langsiktig strategi

Signalanleggene ved NSB skal ivareta sikkerheten i togfremføringen og samtidig være en minimal feilkilde. I tillegg skal signalanlegget gjøre det enklere å øke hastighet og nedkorte togfølgetiden.

De fleste feil skjer i den utvendige delen av anlegget, så det overordnede tiltak er:

### --- UT AV SPORET ---

Med et perspektiv på 20 år for den langsiktige strategien må det satses på tekniske løsninger som ivaretar og helst øker den tradisjonelt høye sikkerheten i NSB. Samtidig må man i mye større grad baseres på standardiserte løsninger.

Dagens vedlikeholdskrevende og feilutsatte anlegg av varierende alder og løsning må skiftes ut med systemer som både er enklere å bygge ut, sette i drift, vedlikeholde og oppgradere. Det må satses på teknikk og verktøy som tilbys av flere leverandører, både med tanke på pris, kvalitet, leveringstid og tilgjengelighet. En plan for systematisk og strekningsvis utfasing av gamle anlegg må utarbeides.

De systemer og løsninger som i dag er utsatt for flest feil må saneres. Planoverganger, sikrede såvel som usikrede, må erstattes av broer eller underganger. Dagens sporfeltløsninger erstattes med nye, enten med skjøteløse sporfelt, akseltellere, togdeteksjon utført ved hjelp av sløyfer i form av strålekabel langs skinnene eller en kombinasjon av disse. I den grad utstyr fortsatt må finnes i tilknytning til sporet, må det satses på større redundans og tekniske løsninger som er mindre utsatt for ytre påvirkning og skader.

I løpet av tyveårs-perioden bør det tas sikte på å fjerne alle ytre signalanlegg og basere togfremføringen på ATC/ETCS gjennom full overføring av informasjon for lokfører til førerrommet. Ved oppgradering av strekninger og bygging av nye parseller beregnet på hastigheter over 160 km/h må førerromssignalering uansett innføres. Dermed er det ikke behov for ytre signaler forutsatt at alt rullende materiell har det nødvendige utstyr og det bør man gå ut i fra i dette tidsperspektivet.

Med bakgrunn i de nordiske banedirektørers vedtak om å satse på ETCS-systemet og utviklingen i dette prosjektet er målet for det kommende signalarbeidet i NSB satt. Dette er en naturlig utvikling idet stadig flere land ønsker standardiserte løsninger både av hensyn til innenlands togtrafikk og grenseoverskridende trafikk. Dette vil også medføre en mer rasjonell utnyttelse av såvel infrastruktur som personell og rullende materiell. Samtidig vil det være en anledning til å få mye igjen for de utgifter NSB har i kraft av UIC-medlem. Det er allerede lagt ned et betydelig arbeid i spesifisering av krav og funksjoner for ETCS-systemet og utvikling av prototyper. Det er derfor all grunn til å tro at det ved hjelp av modulbaserte komponenter og tekniske løsninger innenfor ETCS vil finnes egnede grader av utbygging for NSB's behov.

Så fort EUROBALISE er kommersielt tilgjengelig bør det satses på å bruke denne i nye prosjekter selv om den i første omgang bare skal programmeres som våre nåværende parallellbaliser. Dermed vil en ETCS-utbygging på NSBs strekninger enklere kunne innføres gradvis. F.eks. bør en eventuell Ringerikebane bygges ut med ETCS-materiell men konfigureres slik at det nåværende rullende materiell uten videre kan trafikere den, på samme måte som seriebalisene på Gardermobanen nå programmeres.

Det er naturlig å starte utbyggingen av ETCS trinn 1 på strekningen Oslo - Kornsjø, deretter Oslo - Charlottenberg. Årsakene er kapasitetsøkning i sporet og muligheten for å øke samtrafikken og motta flere utenlandske (ikke bare svenske) togsett, forutsatt at de er utrustet med den mobile delen av ETCS, EUROCB. Det bør satses på et nært samarbeid med Banverket i denne fasen.

I neste omgang kommer turen til de resterende nærtrafikkstrekninger for å øke togtettheten og hastigheten her. Deretter intercitystrekningene mot Lillehammer og Skien. Til sist kommer turen til fjerntogstrekningene.

Mens omlegging til ETCS pågår må det nåværende ATC-systemet beholdes inntil alle nødvendige strekninger og norske tog er oppgradert. Deretter kan ATC utfases i sin helhet og det standardiserte ETCS-systemet gå over i full drift. Trinn 1 utvides til trinn 2 på de sterkest trafikkerte strekningene. I tillegg er det avgjørende med en landsdekkende togradio type EURORADIO.

Det antas at NSBs behov i strategiperioden dekkes av ETCS trinn 2 med radio.

## Vedlegg

### 1. Terminologi

ATC	Automatic Train Control. Et system som automatisk bremses toget dersom den, til enhver tid, maksimalt tillatte hastighet overskrides.
Automatisk togledelse	System som automatisk legger togveier i et fjernstyringsystem.
Balise	En innretning i sporet for punktvis overføring av informasjon til lok. Baliser gir informasjon om hastighet, avstand og stigning / fall. De kan også gi informasjon til togradio. En balise kan være styrbar eller fast kodet
CTC	Centralized Traffic Control; System for fjernstyring av sikringsanleggenes funksjoner.
Dualt system	System der enten programvare eller maskinvare eller begge er dublisert for å øke sikkerheten.
EMC	Electromagnetic Compatibility.
Failsafe	Egentlig «fail to safe»; system der eventuelle feil setter anlegget i en sikker tilstand.
Fjernstyring	Se CTC.
Førrigling	Gjensidig avhengighet og samspill mellom objekter som sporveksler, signaler etc. som gjør det umulig å bringe disse i posisjoner eller tilstander som er motstridende ut fra trafikksikkerhet.
Førerromsignalering	Signal i førerrommet som gir føreren fullstendig informasjon for framføring av tog.
GPS	Global Positioning System. satelittposisjonering
GSM	Global System for Mobile communication
Halemagnet	Magnetisk innretning som plasseres på siste vogn i tog for å gi togdeteksjon.
Høyhastighetsbaner	Baner med høyeste hastighet på 160 km/h og mer.
Linjeblokk	Teknisk system som sikrer toggangen mellom stasjoner.
Lokutrustning	ATC-utrustning i rullende materiell.
Markutrustning	ATC-utrustning i sporet.
Parallellbalise	Balise som er styrt ved parallell informasjon fra signal / sikringsanlegg
PLS	Programmerbar logisk styring.
Seriebalise	Balise som er styrt ved seriell informasjon fra signal / sikringsanlegg
Sikringsanlegg	Anlegg som tjener til å sikre kjøring av tog og skift.
Sporisolering	Sporisolering vil si at skinnene er isolert fra hverandre slik at det ikke er elektrisk ledende forbindelse mellom skinnene.
Toggraf	Grafisk system som viser togs posisjon til enhver tid.
Togvei	Det eller de spor, eller den eller de deler av spor som er bestemt for det enkelte togs kjøring på stasjonen.
Txp	Togekspeditør.

## VEDLEGG

### 2. Mandat

#### ARBEIDSGRUPPE FOR UTARBEIDELSE AV STRATEGIDOKUMENT FOR SIGNALANLEGG

NSB bane har et behov for et strategidokument for signalanlegg. Dette behovet grunnes i:

- NSB står foran en større utskifting av signalanlegg grunnet alder og feilbeheftigelse av dagens anlegg.
- Innenfor det signaltekniske området har det skjedd en større teknologisk utvikling, internasjonale markeder og standardiseringer som det må tas høyde for.
- Innføring av høyhastighetstog medføre nye behov signalanlegg.
- Det finnes ikke et slik dokument i dag.

Med bakgrunn i dette oppnevnes en arbeidsgruppe med personer fra følgende organisasjoner:

Bt, BrØ, BrS, BrN, BrV

Arbeidsgruppen gis følgende mandat:

Utarbeide et strategidokument for framtidige signalanlegg. Strategien skal deles inn i to faser. Den første fasen tar for seg mulige tiltak etter dagens teknologi i et perspektiv på 2-5 år. Den andre fasen tar for seg teknologiske muligheter sett i et langt perspektiv (20 år). Strategien skal fokusere på forbedring av sikkerhet og pålitelighet.

- På kort sikt skal det ses på hva som kan gjøres på den enkelte strekningen. Resultatet skal resultere i liste med prioriterte tiltak. Dette gjelder for sikringsanlegg, CTC, ATC og planoverganger. Det må spesielt fokuseres på utstyret som er plassert langs med sporet.
- På lang sikt skal det gjøres en vurdering av teknologi. Det skal sees på hva som gjøres innenfor standardiseringen hos UIC med undergrupper (ETCS mv.). Det skal også vurderes stasjonære kontra mobile signalsystemer.

Prosjektet skal starte umiddelbart og rapport skal ferdigstilles innen 1.7.96. Arbeidsgruppen får tillatelse til å leie inn eventuell ekstrakompetanse f.eks fra Ingeniørtjenesten. Arbeidsgruppen rapporterer til NSB Bane Teknisk kontor ved teknisk sjef Ingolv Pedersen.

Det er en forutsetning at gruppens medlemmer kan frigis i nødvendig grad til å arbeide med prosjektet.

Forslag til vedtak:

BL slutter seg til forslaget om oppnevning av arbeidsgruppe.

## VEDLEGG

### 3.Sikringsanlegg i bruk i dag

Anleggsbetegnelse	Beskrivelse	BrØ	BrS	BrV	BrN
Enkelt Innkjørsignal- apparat	Enkelt signalanlegg basert på kontrollåsing av håndstilte sporveksler, C-lås, og elektrisk styring av signaler. Anleggstypen er under utfasing.	0	3	0	21
Enkelt sikringsanlegg	Videreutvikling av enkelt innkjørsignalapparat med hovedsignaler og forsignaler for innkjøring av tog. Anleggstypen er under utfasing.	0	0	0	1
Før NSI-63	Relébasert og friforbundet forrigling. Anleggstypen er under utfasing.	5	12	2	1
NSI-63	Relébasert og friforbundet togveisbasert forrigling. Anleggstypen er lite endringsvennlig. Dette er p.r. i dag den mest anvendte anleggstypen.	87	78	3	60
NSB-77	Geografisk sikringsanlegg, relébasert, modulert og basert på objektstyring. Hvert objekt har sin relégruppe som «tar hånd om» alle oppgaver vedkommende objekt har i sikringsanlegget. Endringer i anlegget er relativt enkle å utføre med minimale driftsavbrudd ved omlegginger. Forriglingen ligger i relégruppene	4	0	0	0
NSB-78	Denne anleggstypen bygger på samme prinsipp som NSI-63, men det er benyttet en annen type sikkerhetsreléer, som er bygd inn i satser.	0	2	23	1
NSB-84	Modifisert NSB-78	8	0	0	0
NSB-87	Anleggstype basert på NSI-63 med bruk av PLS, hvor bruk av sikkerhetsreléer er redusert mest mulig.	4	0	0	13
NSB-OL	Anleggstype basert på NSI-63 med bruk av PLS	3	0	1	1
NSB-94	PLS-basert sikringsanlegg hvor også de sikkerhetskritiske koplinger er lagt inn i PLS.	0	1 <sup>1</sup>	0	3 <sup>2</sup>
Relébaserte skiftestillverk		0	1	0	1
EBILOCK	Elektronisk objektorientert sikringsanlegg. Endringer i denne type anlegg består i endringer i software og krever korte driftsavbrudd ved omlegginger. Forriglingen ligger i programblokkene i software.	1	0	0	0

<sup>1</sup> Tas i bruk i løpet av 1996

<sup>2</sup> 2 anlegg tas i bruk i løpet av 1996

## VEDLEGG

### 4.CTC-anlegg i bruk i dag

Anleggs- betegnelse	Beskrivelse	Anvendelse
RCTC	Relébasert fjernstyring, svenskutviklet for Norge på 60-tallet. Anleggstypen har vært svært driftssikker. Anlegget har ikke mulighet for tognummer eller noen særlig grad av overvåkning, og det er under utfasing.	Benyttes i togleder-områdene Stavanger, Kristiansand, Drammen, og Trondheim og på strekningene Lillestrøm - Eidsvoll, Lillestrøm Kongssvinger og Ski - Kornsjø, samt på Ofotbanen.
EBICOS 711	Elektronisk fjernstyring, forløper til EBICOS 715.	Bergensbanen
EBICOS 715	Elektronisk fjernstyring, datamaskinstyrt, tatt i bruk på Oslo S i 1979, og på nærtrafikk-områdene rundt Oslo (Oslo F) i 1982-84. Har tognummer-informasjon og utvidet indikerings-omfang i forhold til RCTC. Styres ved hjelp av tastatur og 19 tommer skjermer. Utfaset på Oslo S i 1995. Skal utfases på Oslo F i løpet av 4. kvartal 1996 til fordel for EBICOS 900.	Oslo F
EBICOS 900	Modernisert utgave av 715-systemet. Enklere å foreta endringer på alle nivåer i forhold til EBICOS 715. Automatisk togledelse som gir togleder overvåkingsfunksjon i stedet for operatørfunksjon er innført.	Oslo S
PLS-CTC	RCTC konvertert til PLS, men med tognummer. Styres med tastatur og 29 tommer dataskjerm. Ordregiving som RCTC. Indikeringer er tilpasset RCTC-filosofien.	Eidsvoll - Hamar og Hamar - Røros.

## VEDLEGG

### 5. Problemstillinger BrS

I Region Sør utgjør trivielle feil i signalanleggene et vesentlig bidrag til de tidstapskostnadene som påføres de reisende. Ifølge beregninger som ble gjort i forbindelse med prosjektet "Feilfritt til Stavanger innen år 2005" utgjør tapet i størrelsesorden MNOK 20 p.r. år. Dessuten bidrar denne feiltypen til at trafiksikkerheten reduseres ved at framføringen av tog baseres på manuelle prosedyrer som har et lavere sikkerhetsnivå enn framføring basert på tekniske systemer.

For å råde bot på dette forholdet må fokus i tiden framover rettes mot å øke signalanleggenes tilgjengelighet snarere enn å øke den tekniske sikkerheten i anleggene, som må karakteriseres som (mer enn) tilfredsstillende.

#### SIGNALGIVING MOT TOG

##### • **Bruk av optiske signaler**

Mange feil skyldes utbrente pærer. Særlig fører linjeblokkens avhengighet til kontroll på rødt lys på ankomststasjonen til uforholdsmessige store hindringer for en punktlig avvikling av togtrafikken. I tillegg kommer at dersom signalet er montert i nærheten av kontaktledningsanlegget, kan det være behov for utkopling av kjørestrømmen for å kunne rette feilen (bytte pære). Feil som oppstår i rushtiden morgen eller kveld kan derfor bli stående lenge.

##### **Mulig løsning på kort sikt:**

- Linjeblokkens avhengighet til kontroll på bl.a. rødt lys på ankomststasjonen fjernes (konseptet er foreldet i og med at det i dag er utbygget ATC på hovedstrekningene samt at størsteparten av det rullende materiellet har ATC. I tillegg kommer at det aldri har vært stilt tilsvarende krav til kontroll på rødt lys ifm. innkjørtogveier).
- Pærer med 2 glødetråder (med varsling til togleder/OSSi).
- Fiberoptisk løsning m/halogenpærer (inkl. varsling til togleder/OSSi).
- Lysdiodematiser

##### **Mulig løsning på lang sikt:**

Erstatte optiske signaler med baliser e.l. (dvs. rendyrket førerromsignalering, "head-up-display").

##### • **Bruk av førerromsignalering**

En del feil oppstår pga. skade på baliser og kabler, bl.a. inne på stasjonsområder i forbindelse med snørydding.

##### **Mulig løsning på kort sikt:**

- Mindre og kraftigere baliser.
- Bedre skjerming av selve balisen og kabler f.eks. ved bruk av spesialsviller.

#### TOGDETEKSJON/POSISJONSANGIVELSE

##### **Bruk av isolerte sporfelter**

Feil på sporfeltene utgjør en betydelig andel av signalfeilene. Feilene skyldes flere forhold:

- Defekte isolerte skjøter pga.:
  - Mekanisk slitasje/utmatting
  - Overspenning (forårsaket av f.eks. returstrøm)
- Metning i utstyr brukt i sporfelt- eller returkretsen pga.:
  - For stor returstrøm
  - Skjev avledning i sporet
- Kortslutning, pga.:
  - Utvalsing av isolert skjøt
  - Slipe- eller høvelspon
  - Glødeskal (fra bremsene på tog)
  - For stor avledning i sporet (dårlig ballast)
- Skinnebrudd

##### **Mulig løsning på kort sikt:**

- Jordings- og isolasjonskoordinering
- Forsterket returstrømkrets
- Overgang til skjøteløse sporfelter



**Mulig løsning på lang sikt:**

Rendyrke hovedfunksjonen som er å detektere tog innen et nærmere avgrenset sporavsnitt, og ikke detektere eventuelle defekter i sporet. Dette vil innebære at systemet i framtiden ikke skal detektere skinnebrudd, på samme måte som dagens system heller aldri har registrert solslyng, ras, vindskjevheter o.l. Regelverket for sikring av arbeidssted må tilpasses det nye systemet. Alternativt utstyr kan f.eks. være akseltellere og/eller D-GPS.

**STYRING OG KONTROLL AV SPORVEKSLER/SPERRER**

Problemene knyttet til automatisk omlegging og kontroll av sporveksler og sporsperrer består i at mye av utstyret ligger ubeskyttet.

**Mulig løsning på kort sikt:**

- Overgang til svillemonterte drivmaskiner
- Dimensjonere komponentene ifm. sporvekselvarmen slik at sporvekselen holdes fri for snø og is til lavest mulig kostnad (strømutgifter).

**DET INNVENDIGE SIGNALANLEGGET**

**Blokklåsing**

Blokklåsing, med påfølgende togforsinkelse og utrykking av vaktmannskaper, opptrer en del og oftest på strekninger med blokkpost(er) mellom stasjonene.

**Mulig løsning på kort sikt:**

Blokklåsing bør kunne heves av togleder etter samme mønster som bruk av kunstig togpassering.

**Mulig løsning på lang sikt:**

Overgang til linjeblokk eller tilsvarende som ikke gir blokklåsing.

**BETJENING AV ANLEGGENE**

- Fjernstyringen av sikringsanleggene i BrS foregår vha. relébasert utstyr. Med de begrensningene som dette systemet har, så kan ordre/indikeringer ikke rerutes, og kabelbrudd får derfor store konsekvenser.
- Blanding av fjernstyrte og stasjonsstyrte stasjoner støtter ikke opp om ønsket om høy punktlighet (dessuten er stasjonsstyrte stasjoner personellkrevende).

**Mulig løsning på kort sikt:**

Fjernstyringssystemet må byttes ut med mer moderne utstyr som har høyere kapasitet (volum og hastighet) og slik at reruting blir mulig.

**Mulig løsning på lang sikt:**

Fjernstyringssystemet må byttes ut med mer moderne materiell som har høyere kapasitet (volum og hastighet) og slik at reruting blir mulig.

**OVERVÅKING AV ANLEGGENE**

Overgang fra betjente til fjernstyrte stasjoner har ført til at det daglige tilsynet med anleggene har blitt borte. Det tekniske anlegget melder ikke om tilløp til feil. Tidlig varsling av begynnende feil (hvis mulig, f.eks. begynnende jordingsfeil) kan innebære at feil kan rettes før de får konsekvenser for toggangen.

**Mulig løsning på kort sikt:**

Det etableres et separat overvåkningssystem som varsler OSSi (vakta) via PC, Mobiltelefon (SMS) eller personsøker m/tekst om tilløp til/begynnende feil. Siden R-CTC'en ikke har høy nok overføringskapasitet, må det etableres eget samband.

**Mulig løsning på lang sikt:**

Overvåkningssystemet integreres i framtidig sikringsanlegg og fjernstyring/overvåkning.

**OVERVÅKNING AV DET RULLENDE MATERIELLET**

Overgang fra betjente til fjernstyrte stasjoner og lav bemanning særlig i godstog fører til at tilsynet med toget har blitt dårligere. Avsporede aksler detekteres på enkelte stasjoner vha. sikringsanlegget. Denne funksjonen i sikringsanlegget må betraktes som sekundær i forhold til primæroppgaven, og bør vurderes tatt bort, pga. en del feil på detektoren.

**Mulig løsning på kort sikt:**

Avspøringsindikatoren kan (ved feil) overstyres vha. egen ordre fra togleder.

**Mulig løsning på lang sikt:**

Avspøringsindikatorene tas ut av sikringsanlegget og overføres til et overvåkningssystem som også kan benyttes til å detektere tjuvbremning (for å bl.a. unngå skogbrann) og hjulslag (som kan lage skinnebrudd).

#### **SIKRING AV PLANOVERGANGER**

Et tilbakevendende problem på planoverganger sikret med hel- eller halvboanlegg er at drivmaskinen er for svak. Dette innebærer problemer vinterstid med at snø- og is på og ved bommen. Et annet problem er at utløsningsfeltet feiler pga. avledning i sporet (bl.a. pga. veisalt).

##### **Mulig løsning på kort sikt:**

Forsterking av drivmaskinen og bruk av akseltellere.

##### **Mulig løsning på lang sikt:**

Nedleggelse av (sikrede) planoverganger.

#### **OMBYGGING**

Dagens relébaserte NSI-63-anlegg er lite endringsvennlige. Dette medfører høye kostnader i forbindelse med endringer i sporarrangementet med tilhørende tilpasninger i signalanlegget.

Manglende oppdatert dokumentasjon, som følge av unødvendig rigide prosedyrer og/eller konstant underkapasitet hos aktørene i prosessen, vanskeliggjør ombyggingen. Omfanget av dokumentasjon ifm. bygging/ending av elektroniske signalanlegg truer med å redusere fordelen med elektroniske signalanlegg.

##### **Mulig løsning på kort sikt:**

Utarbeide standard dokumenter (kravspesifikasjoner etc.) for de enkelte anleggsdelene.

Forenkling og effektivisering av prosedyrer rundt tegningshåndtering.

Bruk av mobile sikringsanlegg for å opprettholde teknisk sikring av togtrafikken på stasjoner samt tilstøtende stasjoner.

##### **Mulig løsning på lang sikt:**

Overgang til elektroniske anlegg.

Overgang til elektronisk dokumenthåndtering.

## VEDLEGG

### 6. Problemstillinger BrØ

Til tross for at vi vet at ca 70% av alle registrerte feil i BrØ på signalsiden skyldes linjens virksomhet, har vi allikevel en del feil i sikringsanleggene våre som går ut over togregularitet og dermed de reisende.

#### Generelt

Feilene skyldes tildels gamle anlegg, men også i nyere anlegg er det feil som da mer skyldes anleggskonstruksjonen, kfr. NSB-84. I disse anleggene har man hatt betydelige problemer med kontaktfusk og loddeproblemer (kaldloddinger). Riktignok har disse avtatt en del etter grundig renovering av relésatsene. Utfasing av gamle anlegg vil starte i BrØ i neste planperiode etter hensyntagen til årgangsanalysen.

#### Signaler

Her er rødlyskontrollen en stor feilkilde pga. linjeblokkavhengigheten. Videre er øvre grønn kritisk i forbindelse med ATC.

GS-området er unntaket pga. dobbelfilament i pærene der driftspersonalet har ca 300 timer etter varsling av at signalet går på reservetråd til å skifte pære.

⇒ *Kortsiktsløsningen* må være

1. Pærer med 2 glødetråder (dobbelfilament)
2. Fiberoptisk løsning med halogenpære
3. Lysdioder (i dag kun godkjent for rødlys)

⇒ *Langtidsløsningen* kan være

1. Førerromssignallering som erstatning for optiske signaler
2. Andre systemer som erstatter optiske signaler

#### Baliser

Her er det mekaniske påkjenninger på balisene som utgjør mye av feilene.

⇒ *Løsning på kort og lang sikt*

1. kan være bedre balisetyper (kfr. GMB) eller andre overvåkningssystemer som f.eks DB benytter.

#### Sporfelter

Sporfeltene er vår viktigste sikkerhetsdel. Det er derfor av stor betydning at disse er i orden og fungerer som de skal.

Hyppige feilforekomster er:

- ⇒ Defekte isolasjonslasker
- ⇒ Utvalsing av skinneskjøt
- ⇒ Slipespon
- ⇒ Glødeskal fra togbrems el
- ⇒ Avledning i spor pga dårlig ballast
- ⇒ Returstrømsproblemer som gir metning i vårt utstyr
- ⇒ Kortslutninger av ulike slag

*Kottidsløsning* kan være

1. Skjøteløse sporfelter (frekvensfelter)
2. Bedre returkrets (returkabler overalt) i kombinasjon med jordingskabler

*Langtidsløsning* kan være

1. Overgang til annen togdetektering som samtidig tar hensyn til både personvernet ved arbeid på linjen og skinnebruddsdetektering. Her er akseltellere nærliggende å tenke på. Bedre kvalitet på skinner etc gjør kanskje skinnebruddsdetekteringen overflødig?

#### CTC

I BrØ utfases all RCTC i forbindelse med byggingen av Gardermobanen med unntak av strekningen Eidsvoll - Fåberg. Det vil redusere en god del problemer med fjernstyringen, ikke minst pga. manglende RCTC-materiell.

#### Kabelanlegg

Regionen har en del gammel kabel som må utskiftes i løpet av få år. En del er under planlegging allerede.

#### Linjeblokk

Stort sett fungerer linjeblokkutstyret bra, men det hender at vi får utidige låsinger som toglederne ikke klarer å løse selv.

Dette kan elimineres ved å installere linjestillverk som nå gjøres på GMB.

- Hovedproblemene som BrØ sliter med i dag vil vel også finnes 20 år fram i tid. Grunnen til en slik påstand og pessimisme ligger idet at feilene i all hovedsak ligger i og omkring sporet. For å få bort mesteparten av disse må det en holdningsendring ( og kanskje skolering) til av linje- og strømforsyningspersonalet. I dag er disiplinen for dårlig. Videre må man bli flinkere til å kvalitetssikre de jobbene som blir utført av signalteknisk personale.
- Innvendige sikringsanlegg kommer mer og mer til å bestå av programvare slik at kontaktfusk og andre mekaniske feil blir historie.
- Samtidig med innføring av elektroniske sikringsanlegg må det etter hvert legges inn i disse konseptene overvåkning av sikringsanleggenes tilstand slik at korrigeringer eller gryende feil kan tas før de blir virkelighet.
- På lengre sikt må vi bort fra optisk signalering. Ved slike løsninger reduseres feil som forårsaker driftsforstyrrelser dramatisk.
- Kompetanseheving på alle plan i signalverden er absolutt nødvendig for å kunne møte framtidig teknologi.

## VEDLEGG

### 7. Problemstillinger BrV

Ut fra feilstatistikk 1995 og hittil i 1996 fordeler feilene (problemene) seg på de forskjellige anleggstypene slik:

Anlegg	%-fordeling 1995	%-fordeling 1996
CTC elektronisk	1,3	0,5
NSI-63	18,5	15,25
NSB-78	42	53,7
Linjeblokk	23	17,5

Ser man videre på hvilket materiell (anleggsdel) BrV har feil på får vi dette resultatet:

Materiellgruppe	%-fordeling 1995	%-fordeling 1996
Stillerapparat	1,7	1,7
Strømforsyning	9,8	16
Reléer med tilhørende utstyr	19,1	21
CTC-utstyr elektronisk	1,21	1,13
Signaler (utvendig utstyr)	11,7	17,5
ATC -- " --	3,9	3,4
Sporfelt -- " --	14	15,8
Kabel -- " --	3,3	0,6
Sporveksler -- " --	10	8
Vegbomutstyr	7,2	6,8

BrV har altså størst problemer med anleggstype NSB-78.

I anleggsmengde (2-spørsekvivalenter) er NSB-78 og NSI-63 omtrent likt fordelt i regionen.

På materiell ser man at den største feilkilden er reléer med tilhørende utstyr.

Man er ikke sikker på årsaken til dette, men man vet fra tidligere at anleggstypen NSB-78 har mye kontaktfeil.

Videre ser man at signaler har en stor feilprosent, og her er hele 75 % av signalfeilene lampefeil.

Videre ser man også at sporfelter og strømforsyning er store bidragsyttere til dagens problemer.

I et 20 års perspektiv (frem til år 2016), vil anleggsalderen på NSB-78 anleggene variere mellom 30 og 38 år. Disse anleggene må utfases snarest råd er, og iallfall når den teknisk/økonomiske levealder er nådd. Anleggene bør erstattes med elektroniske sikringsanlegg, da det er relativt lite feil på elektronisk utstyr (jfr. CTC-anlegget).

Lampefeil er også en feil som ofte medfører saktekjøring for togene. Her burde det innføres enten dobbelt filament eller diodematriser.

Relébaserte sporfelter (2-fase) kunne erstattes av skjøteløse sporfelter. Da ville man bli kvitt isolerskjøten, men fortsatt er vi avhengig av at ballasten ikke er for mye forurenset, og viktigheten av et rent spor er like påkrevd.

Det beste, rent signalteknisk, vil være akseltellere. Ulempen her er at man da mister skinnebruddsindikering. Det burde vært utredet hvilke konsekvenser dette ville medføre.

Strømforsyning burde bli bedre enn den er i dag. Det er mange strømsikringer i signalanleggene, og det er en del sikringer som ryker i løpet av et år. Det må settes inn bedre vern mot overspenninger i utstyret og det må skjermes bedre.

Det virker også litt «strengt» at feil innenfor stasjonsgrensene påvirker hastigheten på linjeblokken, f.eks. feil på sporvekselkontrollen i utkjørtogveien. Hva med eget signal for blokken?

## VEDLEGG

### 8. Problemstillinger BrN

Hovedproblemer i driften av sikringsanlegg i dag er at man opererer med tildels gamle anlegg og hvor det ikke produseres reservemateriell. Dette gjør at regionen på enkelte banestrekninger vil være svært sårbar ved tiltakende feilutvikling på dette materiell. Dette gjelder spesielt R-CTC på Dovre-, Nordlands-og Ofofbanen.

Videre er det problemer med utvendig utstyr som sporveksler og sporfelter. Dette skyldes ytre påvirkninger ; linjens vedlikeholdsarbeider, utvaling av skinneskjøter, avslitte tilkoplinger til spor og skinnvandring.

Banestrekkningsvis:

#### Dovrebanen:

R-CTC er gammel og har overskredet antatt levetid. CTC'en må utskiftes/fornyes for å unngå økning i feilhyppighet med tilhørende punktlighetsproblemer.

Gamle NSI-63 anlegg som har nådd teknisk levealder. Anleggene vil kreve mer omfattende vedlikehold for ikke å forfalle og gi redusert tilgjengelighet.

Kabler er i hovedsak uarmert plastkabel som er følsom for "støy", og den ligger nær spor og dermed utsatt for skader.

Vekselstrømsporfelte med skader på tilkoplinger og limte isolerte skjøter er hyppige feilkilder.

Vegsikringsanlegg er utsatt for påkjørsler og skader.

#### Nordlandsbanen:

R-CTC på strekningen Thm-Grong bør utfases (fra 1975, men på Steinkjer - Grong er det brukt eldre materiell fra Oslo). Gir foreløpig få problemer, men det produseres ikke reservemateriell lenger. Jfr Dovrebanen.

NSI-63 anlegg av relativt ny dato (fra -75 på Thm - Grong), Bodø fra 1962 og Mo i Rana fra 1970 gir problemer ved tilpassing til nye "bruksmåter" fra Jernbaneselskapet.

Linjeblokk med lange likestrømsporfelte med få tilkoplinger og isolerte skjøter gir få problemer.

Vegsikringsanlegg er utsatt for påkjørsler og skader.

#### Rørosbanen:

Nye sikringsanlegg anlegg med PLS og PLS-CTC. Svært få problemer.

Sporfelte bare på stasjonene, linjeblokk med halemagnet.

Vegsikringsanlegg er utsatt for påkjørsler og skader.

#### Ofofbanen:

R-CTC fra 1963. Levetid er overskredet og det produseres ikke reservedeler. Utbedring av feil i relésatsene er dermed problematisk, jfr. forøvrig Dovrebanen.

Sikringsanleggene er gamle NSI-63 fra 1963, disse krever betydelig vedlikehold.

Narvik st sikringsanlegg er fra 1957 og må fornyes.

Kabler på strekningen er fornyet.

BRN's hovedbehov i framtiden er å ha så driftssikre sikringsanlegg som overhodet mulig. Dette kan oppnås ved å fase ut de eldre relébaserte sikringsanlegg samt å sikre at man har en feilfri og driftssikker CTC.

Ved valg av teknologi ved sikringsanlegg må det for utvendig del vektlegges å redusere tilkoplinger i spor samt å gjøre disse så beskyttet som mulig for dermed å redusere feil.

Dette er viktig da største del av feil i sikringsanlegg ligger i de ytre anleggsdeler, sporfelte, isolerte skinneskjøter og tilkoplinger og sporveksler.

Behov/problemer:

- Utfasing av R-CTC til elektronisk CTC, eventuelt PLS-CTC .
- Valg av type sikringsanlegg ved Narvik og ny CTC på Ofofbanen
- Utskifting av sikringsanlegg og innføring av ny teknikk i sikringsanleggene.
- Utskifting av uarmert plastkabel.
- Opprettholde reservedeler til de anleggstyper og det materiell som er i bruk i dag og som ikke utfases "over natten".
- Ved utfasing må det bygges ensartede anlegg på en strekning
- Utbygging med få anleggstyper (få leverandører), redusert lageromfang.

- 
- Kompetanseoppbygging av personell for å vedlikeholde og feilrette nye anleggstyper.
  - Avklare valg av sporfeltkonsept på Dovre og Ofotbanen. Fortsatt bruk av vekselstrømsfelter med isolerte skinneskjøter, skjøteløse sporfelter eller akseltellere.
  - Overgang til diodematrise ved vegsikringsanlegg - signal mot tog , forsterke signalet med 2 lys i "utakt" (antas å hindre unødige påkjørsler - skjerpet aktsomhet hos vegfarende)
  - Nye sikringsanlegg bør ha dobbelfilamentpærer, eventuelt diodematriser, derved unngås redusert punktlighet pga utbrente pærer.
  - Utvikling av ATC og Cab-signalering vil minske behov for utvendige signal og dermed utbrente lamper.
  - Utbygging av ATC på alle strekninger ("full" ATC).



## VEDLEGG

### 9. Kommende teknologi

Det vil bli mer og mer nødvendig å følge med på utviklingen i Europa. Gjennom EØS og andre internasjonale avtaler har Norge bundet seg til å følge de europeiske standarder som blir vedtatt. Dessuten forventes moderniseringen av Østfoldbanen å være avsluttet innen 2007 og en tilknytning til det europeiske høyhastighetsnett vil foreligge. Dette øker NSB's behov for samtrafikk med flere europeiske land.

Det bør være en målsetting at behovet for å bytte lok og/eller personell ved grensepasseringer fjernes. Signalreglementet som finnes i de forskjellige land, bidrar til å gjøre dette vanskelig. Å endre signalreglementet er et stort skritt å ta for forvaltningen. Et alternativ er å benytte teknologi slik at dette ikke blir nødvendig, f.eks. ved hjelp av menneske / maskin grensesnitt som kan tilpasses den enkelte lokførers nasjonale bakgrunn. Dette vil kreve førerromssignalering (cab-signaling), f.eks. via ATC-panelet hos lokfører. Behovet for optiske signaler langs sporet vil dermed forsvinne.

Av kommende teknologi som er av spesiell interesse for NSB og arbeidet med videreutvikling av signal- og sikringsanlegg, er det arbeidet som foregår i UIC med finansiell støtte av EU's generaldirektorat for transport. Dette systemet kalles European Train Control System, ETCS, og er et felles europeisk ATC/ATP-system.

På noe lenger sikt er det meningen å gå enda et skritt videre gjennom innføringen av ERTMS - European Rail Traffic Management System - med felles europeisk regelverk for (sikker) togfremføring. I UIC og ERRI har man delt dette arbeidet opp i flere delprosjekter. Den europeiske signalindustrien er gått sammen i Eurosig med tanke på å realisere de ulike krav- og funksjonsspesifikasjoner i en eller helst flere prototyper.

Hensikten med et ETCS-system er trafikk med høyhastighetstog over landegrensene uten forsinkende opphold for å skifte materiell og/eller personell, mer kostnadseffektivt, standardisert system og økt overføring av data mellom infrastruktur og rullende materiell.

Fordelene med ETCS er et felles europeisk system for togkontroll som kan utbygges i flere trinn, samtrafikk, økt sikkerhet, økt kvalitet og fleksibilitet, et åpent marked for signalindustrien, økt utnyttelse av jernbanenettet og reduserte kostnader for installasjon og vedlikehold.

Første delprosjekt er utviklingen av en felles europeisk balise, EUROBALISE. Dette arbeidet er kommet så langt at en rekke teststrekninger skal utbygges i 1996. Teststrekningene utbygges i varierende grad for å teste ulike nivåer av systemet.

Eurobalise energiforsynes med lokantennens sender, frekvens 27 MHz. Balisen svarer med 4,2 MHz, dataoverføringen skjer med 565 kBit/s i begge retninger.

Det utvikles fire varianter:

Type 1 - Fabrikprogrammert data til tog.

Type 2 - Brukerprogrammert data til tog.

Type 3 - Variabel, styrte data til tog.

Type 4 - Variabel, styrte data til og fra tog.

I tillegg utvikles EUROLOOP for korte, middels lange og kontinuerlige sløyfer bestående av strålekabel i sporet.

Antennens sender er også for Euroloop 27 MHz uten interferens med balisen, strålekabelen svarer med 6,78 MHz. Mottak av Euroloop-data krever at Eurocab-antennen også har en antennesløyfe for 6,78 MHz eller en egen antenne. Det siste søker man å unngå.

Videre inngår EUROCAP, inkl. EURODISPLAY, som er ombordutrustning med tilhørende menneske-maskin grensesnitt i ETCS-systemet. Eurodisplay er en skjermbasert presentasjons- og

kvitteringsenhet der det er utstrakt bruk av tall og symboler/piktogrammer men også bruk av tekst og meldinger der lokfører kan velge språk.

Eurocab inneholder også en transmisjonsdel for mottak av balise- og sløyfedata. Eurocab kan også bestykkes med det antall moduler som kreves for å motta informasjon fra eksisterende ATC-anlegg.

Til sist skal det lanseres en EURORADIO basert på digital GSM-teknikk, GSM-R. Tester er allerede igang hos DB, foreløpig med standard GSM-utstyr. Utvikling av prototyper for UICs spesifisering EIRENE (European Integrated Railway radio Enhanced Network) for en europeisk togradio som skal ivareta behovet i ETCS, har foregått under navnet MORANE - MOBILE radio for RAILway Networks in Europe. ETCS skal bare benytte datadelen i EIRENE, ikke taledelen. Man utvikler et standard radiosystem som oppfyller kravene i ETCS, men med løsninger som gjør at jernbaner som ikke innfører ETCS likevel skal kunne ta i bruk EIRENE. Imidlertid er Euroradio en forutsetning for at ERTMS kan realiseres og bli en suksess. Båndbredde 6,0 MHz.

Til sammen inkl. innprogrammering av rutebøker og felles reglement, utgjør disse delprosjektene ERTMS, europeisk togledelse.

Utbyggingen av ETCS/ERTMS kan skje i ulike trinn avhengig av trafikkgrunnlag og banestrekningens karakteristikk:

Trinn 1.

Tilsvarende dagens ATC-system i NSB, fullt utrustet strekning. Punktformig informasjonsoverføring øker trafiksikkerheten under alle typer av værforhold. Informasjonen overføres fra baliser som gjengir signalbildene langs strekningen. Systemet tillater togfremføring med maksimal sikker hastighet tillatt av togets og strekningens karakteristikk uavhengig av sikt og sikker hastighetskontroll med hensyn til stopplengder mellom to signaler etter hverandre.

Trinn 2.

Tillater togfremføring uten optiske signaler langs sporet ved bruk av togdetekteringssystem som gir automatisk hastighetskontroll via halv- eller helkontinuerlig sikker radiotransmisjon, f.eks. korte, middels lange eller kontinuerlige sporsløyfer. Dette tillater sikker hastighetskontroll med raskere planlegging av fremføringen idet stoppunkter eller hastighetsreduksjoner kan beregnes langt raskere og oftere enn det som er mulig med punktformig overføring av informasjon.

Trinn 3.

Tillater fremføring av tog på bevegelige blokkstrekninger uten signaler gjennom at togene selv avgjør hvordan de ligger i forhold til andre tog ved hjelp av halv- eller helkontinuerlig radiotransmisjon. Togfremføring på strekninger utrustet for trinn 3 har potensiale til en vesentlig høyning av togtetthet og derfor bidra til maksimal kapasitet i infrastrukturen.

I tillegg kan det være visse muligheter for varianter av utbyggingsgraden, f.eks. ved trinn 1 med radio- og/eller sløyfeoverført tilleggsinformasjon.

Trinnene er strukturert slik at det er full kompatibilitet nedover, dvs. tog utrustet for trafikk på strekninger utbygget med trinn 3 også kan trafikkere strekninger utrustet for trinn 2 og 1. Tog utrustet med trinn 1 eller 2 kan bare trafikkere strekninger utbygd med trinn 1 eller 2.