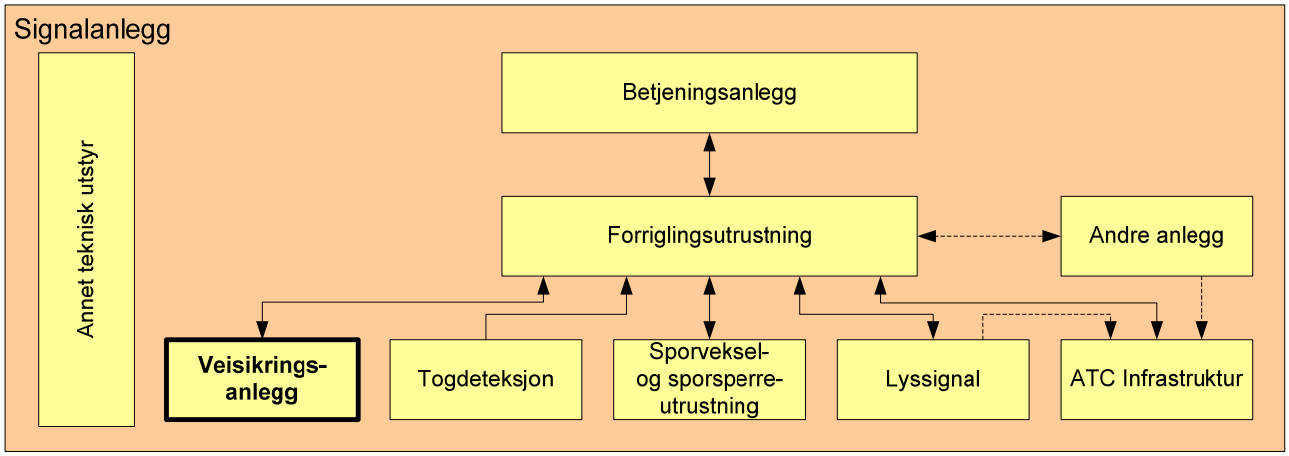
**1 HENSIKT OG OMFANG ..... 3**
**1.1 Systemdefinisjon ..... 3**
**1.2 Oppbygging og innhold i teknisk regelverk signal ..... 3**
**2 NORMGIVENDE REFERANSER ..... 5**
**3 GENERELT ..... 6**
**3.1 Kompetanse ..... 6**
**3.2 Tekniske krav ..... 6**
**4 RAMS ..... 7**
**4.1 Bakgrunn ..... 7**
**4.2 Definisjoner ..... 8**
**4.2.1 Gjennomsnittlig tid mellom feil - MTBF ..... 8**
**4.2.2 Gjennomsnittlig tid til reparert - MTTR ..... 8**
**4.2.3 Tilgjengelighet ..... 8**
**4.3 Sikkerhet ..... 9**
**4.3.1 Sikkerhetsprinsipper (kvalitative sikkerhetskrav) ..... 9**
**4.3.2 Sikkerhetskritiske funksjoner ..... 9**
**4.3.3 Akseptkriterier - THR ..... 10**
**4.3.4 Sikkerhetskritisk kommunikasjon ..... 10**
**4.4 Tilgjengelighet ..... 10**
**4.5 Pålitelighet ..... 11**
**4.6 Vedlikeholdbarhet ..... 11**
**5 MILJØ/KLIMA ..... 12**
**5.1 Miljø- og klimakrav ..... 12**
**5.1.1 Lufttrykk ..... 12**
**5.1.2 Temperatur ..... 12**
**5.1.3 Luftfuktighet ..... 12**
**5.1.4 Vind ..... 12**
**5.1.5 Regn ..... 12**
**5.1.6 Snø og is ..... 12**
**5.1.7 Solstråling ..... 12**
**5.1.8 Lyn ..... 12**
**5.1.9 Forurensning ..... 13**
**5.1.10 Vibrasjon og støt ..... 13**
**5.1.11 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) ..... 13**
**5.2 Miljø- og klimatester ..... 13**
**5.2.1 Transport, lagring, installasjon og nedrigging av utstyr ..... 13**
**5.2.2 Utstyr plassert i hus/hytte med klimakontroll ..... 14**
**5.2.3 Utstyr plassert i hytte/kiosk med oppvarming ..... 14**
**5.2.4 Utstyr plassert i kiosk/skap eller kiosk uten oppvarming ..... 14**
**5.2.5 Utstyr plassert langs sporet ..... 15**
**6 DOKUMENTASJON ..... 17**
**6.1 Generelt ..... 17**
**6.2 Systemdokumentasjon ..... 17**
**6.2.1 Generelt ..... 17**
**6.2.2 Systembeskrivelse ..... 17**
**6.2.3 Spesifikasjoner ..... 17**
**6.2.4 Sikkerhetsbevis for generisk produkt og applikasjon (Generic Product/Application Safety Case) ..... 18**
**6.3 Anleggsdokumentasjon ..... 18**
**6.3.1 Generelt ..... 18**
**6.3.2 Skjematisk plan ..... 18**
**6.3.3 Forriglingstabell ..... 19**
**6.3.4 Funksjonsspesifikasjon ..... 19**
**6.3.5 Signal- og baliseplassering ..... 20**

**6.3.6 Plantegning ..... 20**
**6.3.7 Kabelplan ..... 21**
**6.3.8 Trådfordeling ..... 21**
**6.3.9 Sporisolering ..... 21**
**6.3.10 Koblingsskjema ..... 22**
**6.3.11 ATC-kodetabeller ..... 22**
**6.3.12 Testprotokoller ..... 22**
**6.3.13 Sikkerhetsbevis for spesifikk applikasjon (Specific Application Safety Case) ..... 23**
**6.4 Drift- og vedlikeholdsdokumentasjon ..... 23**

# 1 HENSIKT OG OMFANG

Kapittelet beskriver generelle bestemmelser og tekniske krav for signalanlegg. Generelle bestemmelser og tekniske krav er gjeldende for alle delanlegg dersom annet ikke er spesifisert.

## 1.1 Systemdefinisjon




*Figur 4.1 Systemoversikt signalanlegg*

Et signalanlegg består av følgende delsystemer:
- Forriglingsutrustning
- Lyssignal
- Togdeteksjon
- Sporveksel- og sporsperreutrustning
- Veisikringsanlegg
- ATC
- Betjeningsanlegg
- Andre anlegg
- Annet teknisk utstyr

Krav til strømforsyning, herunder spenningstilførsel, nødstrømsforsyning og elektromagnetisk miljø for ovennevnte anlegg, er gitt i [JD 510].

## 1.2 Oppbygging og innhold i teknisk regelverk signal

Regler for prosjektering JD 550
- Inneholder regler for utvikling, konstruksjon og prosjektering av signalanlegg og signalanleggets komponenter og objekter.
- Hoveddokumentet beskriver generelle krav. I vedlegg beskrives spesifikke krav til de enkelte anleggstyper, komponenter og objekter.

Regler for bygging JD 551
- Inneholder regler for bygging av signalanlegg og signalanleggets komponenter og objekter i forhold til jernbanens øvrige infrastruktur.
- Inneholder regler for montasje, innstilling og justering av signalanlegg og signalanleggets komponenter og objekter.

- Hoveddokumentet beskriver generelle krav. I vedlegg beskrives spesifikke krav til de enkelte anleggstyper, komponenter og objekter.

Regler for vedlikehold JD 552

- Inneholder nødvendige krav til signalanlegg, signalanleggets komponenter og objekter som til enhver tid skal oppfylles for å sikre korrekt og sikker funksjon.
- Inneholder utløsende krav for iverksettelse av korrektiv vedlikehold.
- Vedlegg med beskrivelse av aktiviteter som skal gjennomføres for å kontrollere at korrekt og sikker funksjon til en hver tid oppnås.
- Vedlegg med beskrivelse av aktiviteter og intervaller for forebyggende vedlikehold og periodisk utskifting av komponenter og objekter.
- Vedlegg med beskrivelse av spesielle vedlikeholdstiltak.

Regler for kontroll JD 553

- Inneholder regler for kontroll av signalanlegg, og signalanleggets komponenter og objekter for nyanlegg og etter inngrep i eksisterende anlegg.
- Vedlegg inneholder protokoller for kontroll av signalanlegg.

## 2 NORMGIVENDE REFERANSER

Regelverket inneholder daterte og ikke daterte referanser til normgivende dokumenter. Det er henvist til dokumentene på hensiktsmessige steder og publikasjonene er listet under. For daterte referanser eller publikasjoner merket med revisjonsnummer, gjelder utgaven som er beskrevet. For referanser som ikke er datert eller merket, gjelder siste utgave av publikasjonen det refereres til.

| | | | |
|---|---|---|---|
| [DIN 19250] | Duetche Industri Norm, Kap. 2 s. 3 | | |
| [DIN 6163] | Duetche Industri Norm, Teil 4 Farben und Farbgrenzen Für Signallichter. | | |
| [EN 50124-2] | Railway applications - Insulation conditions - Part 2: Overvoltages and related protection. | | |
| [EN 50125-3] | Railway applications - Environmental conditions for equipment. Part 3: Equipment for Signalling and telecommunications. | | |
| [EN 50126] | Railway applications - The specification and demonstration of dependability, reliability, availability, maintainability and safety (RAMS). | | |
| [EN 50127] | Railway applications - Guide to the specification of a guided transport system. Part 1 - General. | | |
| [EN 50128] | Railway applications - Software for railway control and protection system. | | |
| [EN 50129] | Railway applications - Safety related electronic railway control and protection system. | | |
| [EN 50159-1] | Railway applications - Communication, signalling and processing systems Part 1: Safety-related communication in closed transmission systems. | | |
| [EN 50159-2] | Railway applications - Communication, signalling and processing systems Part 2: Safety-related communication in open transmission systems. | | |
| [IEC 61508] | IEC 61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems. | | |
| [EN 6006821] | EN 60068-2-1 | Cold | Teststandard |
| [EN 6006822] | EN 60068-2-2 | Dry heat | " |
| [EN 6006826] | EN 60068-2-6 | Vibriation | " |
| [EN 60068214] | EN 60068-2-14 | Change of temperatur | " |
| [EN 60068229] | EN 60068-2-29 | Bump | " |
| [EN 60068230] | EN 60068-2-30 | Damp heat | " |
| [EN 60068232] | EN 60068-2-32 | Free fall | " |
| [EN 60068-2-52] | EN 60068-2-52 | | " |
| [EN 60529] | EN 60529 Degrees of protection provided by enclosures | | " |
| [ISO 9000] | NS-ISO 9000 Kvalitetssystemer. | | |
| [JD 347] | ATC-håndbok for fører av lokomotiv, motorvognsett og arbeidsmaskiner (trekkraftkjøretøy) | | |
| [JD 350] | Skifteinstruks | | |
| [UIC 731] | UIC FICHE 731 | Testing of signaling equipment. | |
| [IEC-870-5-101] | Companion standards for basic telecontrol tasks. (Internasjonal standard for fjernkontrollkommunikasjon mellom driftssentraler og utestasjoner). | | |

# 3 GENERELT

## 3.1 Kompetanse

a) Personell som prosjekterersignalanlegg skal ha nødvendig kompetanse til å kunne utføre sine arbeidsoppgaver på en slik måte at kravene til RAMS ivaretas.

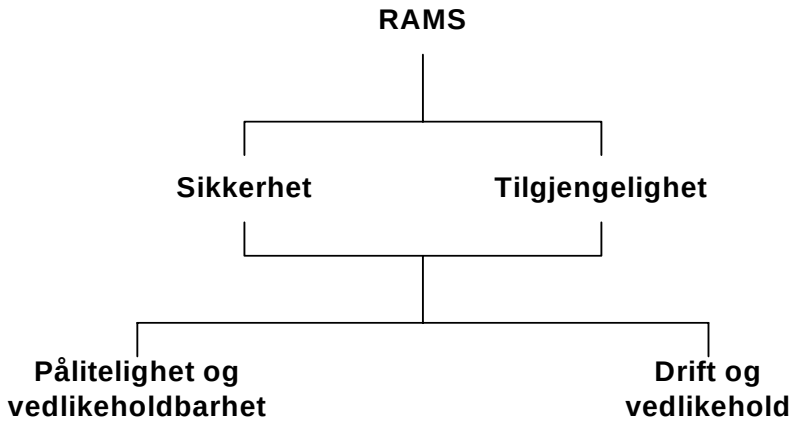
## 3.2 Tekniske krav

a) Signalteknisk utstyr skal være konstruert slik at det kan virke sammen med annet teknisk utstyr i infrastrukturen.
b) Signalteknisk utstyr skal være konstruert slik at det kan virke sammen med annet signalteknisk utstyr.
c) Utstyr som er plassert i eller ved spor skal tåle påkjenninger fra maskiner som benyttes i forbindelse med sporvedlikehold (som for eksempel pakkmaskin eller utstyr for snørydding).

# 4 RAMS

## 4.1 Bakgrunn

Sikkerhet og tilgjengelighet er avhengige av hverandre i den forstand at svakhet i en av disse, eller misforhold mellom sikkerhets- og tilgjengelighetskrav, kan medføre at man ikke får et pålitelig system. Avhengighet mellom de forskjellige RAMS-elementene pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet er vist i Figur .




*Figur 4.2 Avhengigheter mellom RAMS-elementer*

Tilgjengelighet er basert på kjennskap til:

- Pålitelighet gjennom en evaluering av alle mulige feiltilstander ved bruk av systemet i en spesifikk applikasjon og omgivelse.
- Vedlikeholdbarhet gjennom en evaluering av tidspunkter for forebyggende vedlikehold, tid for deteksjon, identifikasjon og lokalisering av feil, samt tid for gjennomføring av korrektivt vedlikehold.
- Drift og vedlikehold gjennom en evaluering av alle mulige driftsformer og påkrevd vedlikehold gjennom hele systemets levetid.

Sikkerhet er basert på kjennskap til:

- Alle potensielle farer i systemet ved alle operasjonelle og vedlikeholdsmessige driftsformer og miljømessige forhold.
- Egenskapene til hver enkelt fare på grunnlag av alvorlighet og konsekvens.
- Sikkerhets- og sikkerhetsrelaterte feil, herunder:
  - Alle systemfeilmodi som kan medføre en fare
  - Sannsynlighet for at systemfeilmodi oppstår
  - Hendelsesutvikling fram til en eventuell ulykke i forbindelse med at systemfeilmodi oppstår
  - Sannsynlighet for de enkelte elementene i hendelsesutviklingen fram til en ulykke
- Vedlikeholdbarheten til sikkerhetsrelaterte komponenter i systemet.
- Drift av systemet og vedlikehold av sikkerhetsrelaterte deler av systemet, herunder:
  - Menneskelige faktorer
  - Verktøy, fasiliteter og prosedyrer for vedlikehold av sikkerhetsrelaterte komponenter og sikker drift under vedlikehold
  - Effektiv kontroll og måling i forbindelse med håndtering av farer

Det vises for øvrig til [EN 50126] og jernbaneverkets RAMS-håndbok.

## 4.2 Definisjoner

### 4.2.1 Gjennomsnittlig tid mellom feil - MTBF

Gjennomsnittlig tid mellom feil MTBF er basis for å kunne beregne påliteligheten til et system. Den estimerte MTBF er beregnet som statistisk gjennomsnittstid mellom to feil.

Sammenheng mellom MTBF og feilrate er som følger:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$\lambda$ = *feilrate*
*MTBF = Gjennomsnittlig tid mellom feil (Mean operating time between failure)*

og

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ti}{\lambda n}$$

*Ti = operasjonstid til en komponent*
*n = antall komponenter i drift av samme type*
*λn = antall feil ved komponenter i drift*

Dersom feil i en komponent medfører feil i andre komponenter skal ikke dette telle flere ganger.

### 4.2.2 Gjennomsnittlig tid til reparert - MTTR

Gjennomsnittlig tid til reparert MTTR (Mean Time to Restoration; Mean Time to Repair) er spesifisert som tiden fra en feil blir detektert til feilen er ferdig reparert. MTTR inkluderer gjennomsnittlig logistisk forsinkelse MLD (Mean Logistic Delay) (typisk reisetid) og MRT (Mean Repair Time) gjennomsnittlig tid for reparasjon.

$$MTTR = MLD + MRT$$

*MLD = Gjennomsnittlig logistisk forsinkelse (Mean Logistic Delay)*
*MRT = Gjennomsnittlig tid for reparasjon (Mean Repair Time)*

I teknisk regelverk settes gjennomsnittlig tid til reparert (MTTR) lik gjennomsnittlig tid for reparasjon (MRT). Dette fordi gjennomsnittlig logistisk forsinkelse MLD er avhengig av stedlige forhold, beredskap, reisevei, etc. og kan ikke relateres til det tekniske utstyret.

### 4.2.3 Tilgjengelighet

Tilgjengelighet A defineres som sannsynligheten for at et system er i stand til å utføre sin tiltenkte funksjon, forutsatt at alle eksterne rammebetingelser er oppfylt. Tilgjengelighet A beregnes som følger:

$$A = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF} * 100\% \qquad [\%]$$

Utilgjengelighet UA defineres som sannsynlighet for at et system ikke er i stand til å utføre sin tiltenkte funksjon, forutsatt at alle rammebetingelser er oppfylt. Utilgjengelighet benevnes ofte som nedetid. Utilgjengelighet UA beregnes som følger:

$$UA = \frac{MTTR}{MTBF + MTTR} * 100\% \qquad [\%]$$

Utilgjengelighet oppgis også ofte i minutter pr. år og kan forenklet beregnes som:

$$UA \approx \frac{MTTR}{MTBF} \frac{[\min]}{[år]} \qquad [min/år]$$

## 4.3 Sikkerhet

### 4.3.1 Sikkerhetsprinsipper (kvalitative sikkerhetskrav)

a) Signalanlegg og deres livsløp skal oppfylle krav i EN 50126, EN 50128 og EN 50129.

b) Alle kvantifiserte krav til sikkerhet og tilgjengelighet skal verifiseres teoretisk ved hjelp av anerkjente beregningsmodeller.

c) Utstyr med sikkerhetskritisk funksjon skal konstrueres etter "fail-safe" prinsippet, det vil si at når en feil er inntruffet, skal systemet innta en sikker tilstand.

Eksempel: Ved feil skal hovedsignal forbli i "Stopp", dvergsignal skal forbli i "Skifting forbudt", eller de skal innta en mer restriktiv tilstand enn før feilen inntraff (fra ”Kjør” til ”Stopp” eller fra "Skifting tillatt" til "Skifting forbudt").

d) Når en feil er inntruffet i et anlegg med sikkerhetskritisk funksjon, skal anlegget forbli i den sikre tilstanden selv om feil nummer to oppstår.

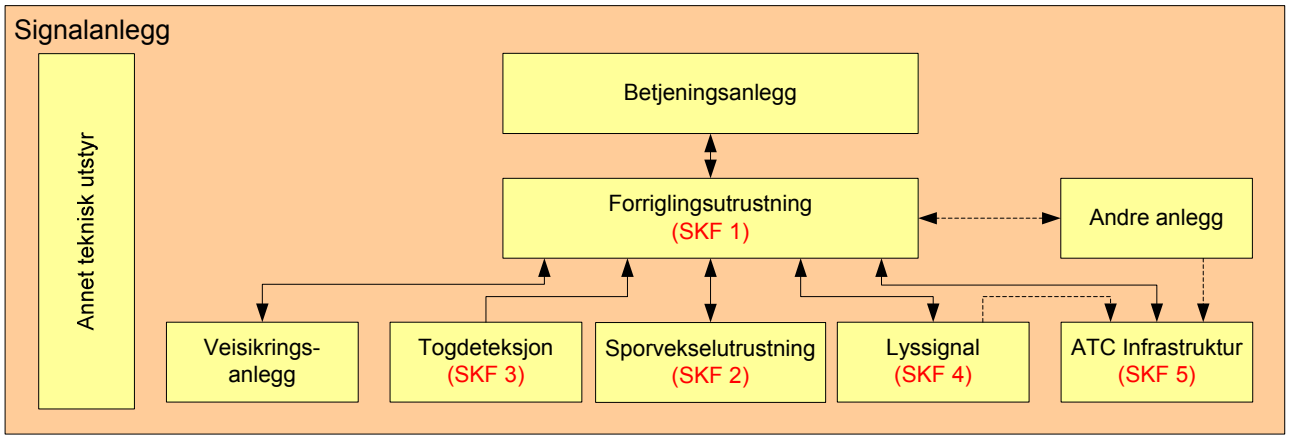
e) Dersom et anlegg med sikkerhetskritisk funksjon på grunn av feil inntar en sikker tilstand, skal denne tilstanden bare kunne:
   1. Endres ved korrektivt vedlikehold i anlegget.
   2. Omgås ved at godkjente prosedyrer for det enkelte anlegget følges.

f) I et anlegg med sikkerhetskritisk funksjon skal en feil oppdages umiddelbart etter at feilen oppstod eller ved første betjening av anlegget etter at feilen inntraff.

### 4.3.2 Sikkerhetskritiske funksjoner

En sikkerhetskritisk funksjon (SKF) er en overordnet funksjon av sikkerhetsmessig betydning og som ved fravær kan medføre en topphendelse, ref. Jernbaneverkets sikkerhetshåndbok.

Følgende sikkerhetskritiske funksjoner er definert for sikringsanlegg og ATC:




*Figur 4.3 Sikkerhetskritiske funksjoner*

a) SKF 1:
En forriglingsutrustning skal sette korrekte utgangssignaler/sende korrekte data til styrte objekter, gitt korrekte innsignaler/data inn til forriglingsutrustningen.

Delfunksjoner:
- Forriglingsutrustningen skal ikke gi mindre restriktive beskjeder til et lyssignal enn det som er tillatt ut fra forutsetningene.
- Forriglingsutrustningen skal ikke gi kommando til en sporvekselutrustning uten at betingelsene er oppfylt.
- Forriglingsutrustningen skal ikke gi mindre restriktive beskjeder til ATC-

infrastrukturutrustningen enn det som er tillatt ut fra forutsetningene.

b) SKF 2:
En sporvekselutrustning skal låse sporvekselen og gi korrekt informasjon til forriglingsutrustningen om posisjon og låsestatus.

Delfunksjoner:
- En sporvekselutrustning skal låse sporvekselen når betingelsene for låsing er oppfylt, og sørge for at sporvekselen forblir låst.
- En sporvekselutrustning skal gi korrekt informasjon til forriglingsutrustningen om kontroll av låsing og posisjon.

c) SKF 3:
Et system for togdeteksjon skal detektere et ikke besatt sporavsnitt og gi korrekt informasjon til forriglingsutrustningen om besatt eller ikke besatt sporavsnitt.

Delfunksjoner:
- Et system for togdeteksjon skal sikkert detektere om et sporavsnitt er ikke besatt av tog.
- Et system for togdeteksjon skal gi korrekt informasjon til forriglingsutrustningen om sporavsnittet er besatt eller ikke besatt.

d) SKF 4:
Et lyssignal skal vise korrekt signalbilde og gi korrekt informasjon til forriglingsutrustningen om status på lyssignalet.

Delfunksjoner:
- Et lyssignal skal vise korrekt signalbilde ut fra gitte betingelser.
- Et lyssignal skal gi korrekt informasjon til forriglingsutrustningen om status på signalet.

e) SKF 5:
ATC-infrastrukturutrustningen skal gi korrekt informasjon om hastighet og kjørbeskjeder til tog.

Delfunksjoner:
- ATC-infrastrukturutrustningen skal ikke gi informasjon om høyere tillatt kjørehastighet enn det som til enhver tid gjelder for strekningen.
- ATC-infrastrukturutrustningen skal ikke gi mindre restriktiv kjørtillatelse enn det som den tilhørende forriglingsutrustning eller signal tilsier.

### 4.3.3 Akseptkriterier - THR

Det er gjennomført en risikoanalyse og THR er fordelt på de enkelte sikkerhetskritiske funksjonene, ref. ”Fordeling av Tolerable Hazard Rates i signalanlegg”, rapportnr.: STF90 F05136.

For hver enkelt sikkerhetskritisk funksjon er THR gitt i underliggende kapitler.

### 4.3.4 Sikkerhetskritisk kommunikasjon

a) Det skal være sikker datautveksling med tilgrensende sikringsanlegg. Dette gjelder alle data som er nødvendig for en sikker togframføring, se [JD 560].

## 4.4 Tilgjengelighet

Krav til tilgjengelighet er gitt for signalanleggets enkelte delsystemer. Det er ikke gitt tilgjengelighetskrav for et sammenstilt sikringsanlegg.

## 4.5 Pålitelighet

Krav til pålitelighet er gitt for signalanleggets enkelte delsystemer. Det er ikke gitt pålitelighetskrav for et sammenstilt sikringsanlegg.

## 4.6 Vedlikeholdbarhet

a) Ingen enkeltkomponent i signalanlegget skal ha kortere produktspesifisert revisjonssyklus enn 6 år.
b) Planlagt komponentvedlikehold/utskifting skal ikke forårsake lengre avbruddstider enn 4 timer.
c) Signalanlegg skal være bygget av veldefinerte funksjonsenheter slik at hele funksjonsenheter kan byttes ved vedlikehold.

# 5 MILJØ/KLIMA

## 5.1 Miljø- og klimakrav

### 5.1.1 Lufttrykk

5.1.1.1 Høyde over havet

a) Signalanlegg skal være konstruert for å være plassert opp til 1400 moh.
Dette tilsvarer klasse A1 i henhold til EN 50125-3, kap. 4.2.1.

5.1.1.2 Trykkvariasjoner

a) Signalteknisk utstyr plassert i tunneler skal tåle trykkvariasjoner på $\Delta P = \pm 5$ kPa forårsaket av passerende tog. $\Delta P/\Delta t = 1$ kPa/s, se EN 50125-3, kap. 4.2.2.

### 5.1.2 Temperatur

a) Signalanlegg skal være konstruert for å tåle følgende temperaturer, som tilsvarer klasse T2 i henhold til EN 50125-3, kap. 4.3:
   1. - 40 til + 70 °C for utendørs utstyr plassert langs sporet.
   2. - 40 til + 70 °C for utstyr plassert i utendørs skap uten oppvarming.
   3. - 20 til + 70 °C for utstyr plassert i kiosk/skap med oppvarming.
   4. + 5 til + 55 °C for utstyr plassert i hus/hytte med klimakontroll.

Med oppvarming menes oppvarming med normal termostatregulering og ingen overvåkning og varsling ved feil.
Med klimakontroll menes klimaanlegg med overvåkning og varsling ved feil.

### 5.1.3 Luftfuktighet

a) Signalanlegg skal være konstruert for å tåle luftfuktighet i henhold til klasse T2 i EN 50125-3, kap. 4.4.

### 5.1.4 Vind

a) Signalanlegg skal være konstruert for å tåle vind som angitt i EN 50125-3, kap. 4.5 med en maksimal vindhastighet på 35 m/s.

### 5.1.5 Regn

a) Signalanlegg skal være konstruert for å tåle en regnintensitet på 6 mm/minutt som angitt i EN 50125-3, kap. 4.6.

### 5.1.6 Snø og is

a) Signalanlegg skal være konstruert for å tåle norske snøforhold og snørydding og/eller oppfylle krav som angitt EN 50125-3, kap. 4.7.
b) Signalanlegg skal være konstruert for å tåle normale isklumper som faller av kjørende tog, isklumper i forbindelse med normal snøbrøyting og/eller oppfylle krav som angitt i EN 50125-3, kap. 4.8.

### 5.1.7 Solstråling

a) Signalanlegg skal være konstruert for å tåle solstråling som angitt i EN 50125-3, kap. 4.9 med en strålingseffekt fra solen på inntil 1120 W/m$^2$.

### 5.1.8 Lyn

a) Signalanlegg skal beskyttes mot lyn som angitt i EN 50124-2.

### 5.1.9 Forurensning

a) Signalanlegg skal være konstruert for å tåle medium forurensningsnivå i henhold til EN 50125-3, kap. 4.11, tabell 4.

### 5.1.10 Vibrasjon og støt

a) Signalanlegg skal være konstruert for å tåle vibrasjon og støt som angitt i EN 50125-3, kap. 4.13.

### 5.1.11 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

a) Signalanlegg skal tilfredsstille EMC-krav i kap. 4, avsnitt 2.1 [JD 510].

## 5.2 Miljø- og klimatester

### 5.2.1 Transport, lagring, installasjon og nedrigging av utstyr

Utstyr og komponenter skal ikke skades under transport, lagring, installasjon og nedrigging som følge av miljømessige forhold.

a) Utstyr og komponenter skal tilfredsstille krav i teststandarder som beskrevet i tabell 4.1.
b) Elektronikk og kretskort skal funksjonstestes før og etter test. Utstyret skal ikke være i drift under miljøtestene.

*Tabell 4.1 Teststandard og testverdier for transport, lagring, installasjon og nedrigging*

| Miljøforhold | Teststandard | Testverdier |
|---|---|---|
| Kulde | EN 60068-2-1,<br>Test Aa<br>Test Ab | -40 °C,<br>Test Aa, 2 t for kretskort m.m.<br>Test Ab, 16 t for større utstyr |
| Varme | EN 60068-2-2,<br>Test Ba<br>Test Bb | +70 °C,<br>Test Ba, 2 t for kretskort m.m.<br>Test Bb, 16 t for større utstyr |
| Temperaturforandring | EN 60068-2-14,<br>Test Na<br>Test Nb | -10 °C - +40 °C $t_1$=2 t, 3 sykler |
| Luftfuktighet | EN 60068-2-30,<br>Test Db | 40 °C, 2 sykler |
| Vibrasjon | EN 60068-2-6,<br>Test Fc | Frek. bånd: 10-150 Hz<br>Akselerasjon: 2 g<br>Antall sveip: 20 i hver av x, y og z retningene |
| Støt | EN 60068-2-32,<br>Test Eb | 10 g, 16 ms, 1000 støt |
| Fritt fall | EN 60068-2-32,<br>Test Ed | Ref. EN 60068-2-32 annex 3 tabell 1. |

### 5.2.2 Utstyr plassert i hus/hytte med klimakontroll

a) Utstyr plassert i hus/hytte med klimakontroll skal tilfredsstille krav i teststandarder som beskrevet i tabell 4.2.
b) Utstyret skal fungere som forutsatt under miljøtestene.

*Tabell 4.2 Teststandard og testverdier for innendørs utstyr i kontrollerte omgivelser*

| Miljøforhold | Teststandard | Testverdier |
|---|---|---|
| Kulde | EN 60068-2-1, Test Ad | +5 °C, 72 timer |
| Varme | EN 60068-2-2, Test Bd | +55 °C, 72 timer |
| Temperaturforandring | EN 60068-2-14, Test Nb | +5 °C - +40 °C<br>Rate: 1 °C/min.<br>$t_1$= 2 timer, 3 sykler |
| Luftfuktighet | EN 60068-2-30, Test Db | 40 °C, 2 sykler |
| Vibrasjon | EN 60068-2-6, Test Fc | Frek. bånd: 10-150 Hz<br>Akselerasjon: 0,5 g<br>Antall sveip: 50 i hver av x, y og z retningene |

### 5.2.3 Utstyr plassert i hytte/kiosk med oppvarming

a) Utstyr plassert i hytte/kiosk med oppvarming skal tilfredsstille krav i teststandarder som beskrevet i tabell 4.3.
b) Utstyret skal fungere som forutsatt under miljøtestene.

*Tabell 4.3 Teststandard og testverdier for utstyr montert i utendørs skap*

| Miljøforhold | Teststandard | Testverdier |
|---|---|---|
| Kulde | EN 60068-2-1, Test Ad | -20 °C, 72 timer |
| Varme | EN 60068-2-2, Test Bd | +70 °C, 72 timer |
| Temperaturforandring | EN 60068-2-14, Test Nb | -40 °C - +70 °C<br>Rate: 1 °C/min.<br>$t_1$= 2 timer, 3 sykler |
| Luftfuktighet | EN 60068-2-30, Test Db | 40 °C, 2 sykler |
| Støt | EN 60068-2-29, Test Eb | 15 g, 6 ms, 4000 støt |
| Vibrasjon | EN 60068-2-6, Test Fc | Frek. bånd: 1-35 Hz<br>Utslag: 3 mm<br>Antall sveip: 100 i hver av x, y og z retningene<br>Frek. bånd: 13-150 Hz<br>Akselerasjon: 2 g<br>Antall sveip: 20 i hver av x, y og z retningene |

### 5.2.4 Utstyr plassert i kiosk/skap eller kiosk uten oppvarming

a) Utstyr plassert i kiosk/skap skal tilfredsstille krav i teststandarder som beskrevet i tabell 4.4.

b) Utstyret skal fungere som forutsatt under miljøtestene.

*Tabell 4.4 Teststandard og testverdier for utstyr montert i utendørs skap*

| Miljøforhold | Teststandard | Testverdier |
|---|---|---|
| Kulde | EN 60068-2-1, test Ad | -40 °C, 72 timer |
| Varme | EN 60068-2-2, test Bd | +70 °C, 72 timer |
| Temperaturforandring | EN 60068-2-14, test Nb | -40 °C - +70 °C<br>Rate: 1 °C/min.<br>$t_1$= 2 timer, 3 sykler |
| Luftfuktighet | EN 60068-2-30, test Db | Testverdi: 40 °C, 2 sykler |
| Støt | EN 60068-2-29, test Eb | 15 g, 6 ms, 4000 støt |
| Vibrasjon | EN 60068-2-6, test Fc | Frek.bånd: 1-35 Hz<br>Utslag: 3 mm<br>Antall sveip: 100 i hver av x, y og z retningene<br>Frek.bånd: 13-150 Hz<br>Akselerasjon: 2 g<br>Antall sveip: 20 i hver av x, y og z retningene |

### 5.2.5 Utstyr plassert langs sporet

a) Utstyret skal tilfredsstille krav i teststandarder som beskrevet i tabell 4.5.
b) Utstyret skal fungere som forutsatt under miljøtestene.

*Tabell 4.5 Teststandard og testverdier for utstyr montert langs sporet*

| Miljøforhold | Teststandard | Testverdier |
|---|---|---|
| Kulde | EN 60068-2-1, test Ad | -40 °C, 72 timer |
| Varme | EN 60068-2-2, test Bd | +70 °C, 72 timer |
| Temperaturforandring | EN 60068-2-14, test Nb | -40 °C - +70 °C<br>Rate: 1 °C/min.<br>$t_1$= 2 timer, 3 sykler |
| Luftfuktighet | EN 60068-2-30, test Db | Testverdi: 40 °C, 2 sykler |
| Støt | EN 60068-2-29, test Eb | 25 g, 6 ms, 4000 støt |
| Vibrasjon | EN 60068-2-6, test Fc | Frek.bånd: 1-16 Hz,<br>Utslag: 3 mm<br>Antall sveip: 100 i hver av x, y og z retningene<br>Frek.bånd: 16-150 Hz<br>Akselerasjon: 3 g<br>Antall sveip: 20 i hver av x, y og z retningene |
| Tetthetskrav | EN 60529 | IP 65D generelt<br>IP 66D i tunnel (inkl. kiosk/skap)<br>IP 54 for signalhoder |

| | | |
|---|---|---|
| | | IP 55 for kiosk/skap utenfor tunnel |
| Salt tåke (gjelder elektronikk og hydraulikk) | EN 60068-2-52, Test Kb | 4 perioder à 2 timer med 7 dagers lagring. |
| Saltvann (gjelder baliser) | Ingen teststandard tilgjengelig | 50 cm kontaktlengde med maksimal tillatt side- og høydeforskyvning, minimum sendereffekt, med 0,1 % salt (vekt), 100 mm over balise overkant. |
| Påkjenning på balisekonnektor under sporpakking og ved normal togtrafikk | Ingen teststandard tilgjengelig | Leverandør skal demonstrere, ved test i sporet, at det tilbudte utstyret tåler påkjenningen |

# 6 DOKUMENTASJON

## 6.1 Generelt

a) All dokumentasjon som omhandler signalanlegg skal ha riktig kvalitet og være konsistent.
b) All dokumentasjon som omhandler signalanlegg skal gjennomgå nødvendig verifikasjon og validering for å sikre riktig kvalitet.
c) Dokumentasjon skal utarbeides og behandles i henhold til retningslinjer gitt i [EN 50126], [EN 50128] og [EN 50129].
d) Dokumentasjon for signalanlegg skal deles inn i:
   1. Systemdokumentasjon (generisk dokumentasjon)
   2. Anleggsdokumentasjon (spesifikk dokumentasjon)
   3. Drift- og vedlikeholdsdokumentasjon

## 6.2 Systemdokumentasjon

### 6.2.1 Generelt

a) Systemdokumentasjonen skal beskrive systemets oppbygging, virkemåte og samspill med omgivelsene, og skal bevise systemets sikkerhet.
b) Det skal utarbeides systemdokumentasjon for hvert generiske system og delsystem.
c) Systemdokumentasjonen skal minimum bestå av:
   1. Systembeskrivelse.
   2. Spesifikasjoner for:
      - Generisk produkt.
      - Generisk applikasjon.
   3. Sikkerhetsbevis (Safety Case) for:
      - Generisk produkt.
      - Generisk applikasjon.

### 6.2.2 Systembeskrivelse

a) For generisk produkt og generisk applikasjon skal det utarbeides nødvendige systembeskrivelser som minimum skal beskrive:
   1. Systemets hensikt og omfang
   2. Oppbygging
   3. Virkemåte
   4. Grensesnitt

### 6.2.3 Spesifikasjoner

a) For generisk produkt og generisk applikasjon skal minimum følgende spesifikasjoner utarbeides:
   1. Funksjonsspesifikasjoner
   2. Designspesifikasjoner
   3. Testspesifikasjoner
b) En funksjonsspesifikasjon skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå slik at hver enkelt funksjon kan forstås.
c) En designspesifikasjon skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå slik at hvert enkelt produkt og applikasjon kan implementeres.
d) Testspesifikasjon for generisk produkt og applikasjon skal utarbeides slik at ferdig generisk produkt og applikasjon kan verifiseres.
e) Testspesifikasjon for spesifikk applikasjon skal utarbeides slik at framtidige spesifikke applikasjoner basert på gjeldende generiske produkt og applikasjon kan verifiseres.
f) Krav til utforming og innhold av testspesifikasjoner for sluttkontroll er gitt i JD 553.

#### 6.2.4 Sikkerhetsbevis for generisk produkt og applikasjon (Generic Product/Application Safety Case)

a) Det skal for hvert generisk produkt og generisk applikasjon utarbeides et sikkerhetsbevis (Safety Case) i henhold til retningslinjer gitt i [EN 50129].

## 6.3 Anleggsdokumentasjon

### 6.3.1 Generelt

a) Det skal utarbeides en anleggsdokumentasjon for hver enkelt spesifikke applikasjon, dvs. hver enkelt anvendelse av det generiske systemet (produkt/applikasjon).
b) Anleggsdokumentasjonen for et signalanlegg skal være tydelig og komplett.
Anleggsdokumentasjonen for et signalanlegg danner grunnlaget for signalanleggenes funksjon. Det er derfor av stor betydning at tegningene gjøres tydelige og fullstendige.
c) Det skal til en hver tid være samsvar mellom anleggsdokumentasjonen og det installerte anlegget.
d) Anleggsdokumentasjonen skal foreligge i original egnet for lyskopiering og på elektronisk standardformat.
e) Anleggsdokumentasjon, drift og vedlikeholdsdokumentasjon skal være på norsk.
f) All ny anleggsdokumentasjon skal tegnes i Autocad® eller tilsvarende og lagres i dwg-format.
g) Anleggsdokumentasjonen skal bestå av følgende:
   1. Skjematisk plan
   2. Forriglingstabell
   3. Funksjonsspesifikasjon
   4. Signal- og baliseplassering
   5. Plantegning
   6. Kabelplan
   7. Trådfordeling
   8. Sporisolering
   9. Koblingsskjema
   10. ATC kodetabeller
   11. Sikkerhetsbevis for spesifikk applikasjon (Specific Application Safety Case)
h) Anleggsdokumentasjonen skal håndteres i henhold til Jernbaneverkets system for dokumentasjonsstyring.

### 6.3.2 Skjematisk plan

a) En skjematisk plan skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå til at:
   1. Den spesifikke applikasjonen av systemet skal kunne prosjekteres med de korrekte funksjoner.
   2. Togekspeditør og togleder skal kunne betjene anlegget på tiltenkt måte med bakgrunn i denne tegningen og sammen med forriglingstabellen.
b) En skjematisk plan skal skjematisk vise alle spor, signaler og objekter som har betydning for forriglingsfunksjonen i sikret område.
c) Det skal utarbeides en skjematisk plan for hver enkelt stasjon.
d) En skjematisk plan skal som minimum inneholde følgende informasjon:
   1. Skjematisk sporplan
   2. Plassering og merking av alle lyssignal.
   3. Spornummer
   4. Grense mot usikret område
   5. Angivelse og nummerering av sporavsnitt
   6. Navn på stasjon med aktuell forkortelse og CTC nr

7. Nødvendig informasjon om andre anlegg slik som veisikringsanlegg, rasvarslingsanlegg, tunnelportanlegg og brusignalanlegg
8. Sporveksler påført nummer, tungeplassering og stillingsbokstaver (H/V eller + som normalstilling)
9. Sporsperrer med nummerering
10. S-lås med nummerering
11. Angivelse av lokalområder
12. Eventuelle togveistillere og deres betegnelse
13. Eventuelle blokktelefoner og deres betegnelse
14. Avstander mellom lyssignal, og andre forriglingsrelevante avstander
15. Kilometerangivelse av objekter
16. Referanse til nabostasjon og blokkpost
17. Markering av lokalt betjeningsapparat
18. Plattformer
19. Signalåk
20. Eventuelle trykknapper for avgangsignal mm.

### 6.3.3 Forriglingstabell

En forriglingstabell kan utformes på forskjellige måter avhengig av anleggstypen, for eksempel som en tradisjonell forriglingstabell eller som togveislister for geografiske anlegg.

a) En forriglingstabell skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå til at:
   1. Den spesifikke applikasjonen av systemet skal kunne prosjekteres med de korrekte forriglinger.
   2. Togekspeditør og togleder skal kunne betjene anlegget på tiltenkt måte, med bakgrunn i dette dokumentet og sammen med skjematisk plan.

b) En forriglingstabell skal vise hvilke signal, sporavsnitt m.m. som inngår i forrigling av togvei og skiftevei.

c) En forriglingstabell skal inneholde alle realiserbare togveier og skifteveier, inklusiv alternative togveier og skifteveier.

d) En forriglingstabell skal minimum inneholde følgende informasjon:
   1. Begynnelsespunkt og sluttpunkt for togvei og skiftevei (med eventuelle viapunkter)
   2. Signalbilde i begynnelsespunkt for togvei og skiftevei
   3. Posisjon til alle sporveksler som inngår i togvei, skiftevei og sikkerhetssone
   4. Alle sporavsnitt som inngår i togvei, skiftevei og sikkerhetssone
   5. Passeringspunkt for utløsing av togvei og skiftevei
   6. Anleggsspesifikke tidsparametere
   7. Lokalområde og forutsetninger for frigiving
   8. Avhengighet til veisikringsanlegg
   9. Forutsetninger for automatisk gjennomgangsdrift

e) Det skal utarbeides en forriglingstabell for hver enkelt stasjon.

### 6.3.4 Funksjonsspesifikasjon

a) En funksjonsspesifikasjon skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå til at hver enkelt funksjon og delfunksjon i den spesifikke applikasjonen skal kunne forstås når den leses sammen med den generiske funksjonsspesifikasjonen for systemet.

b) For togveibaserte sikringsanlegg skal funksjonsspesifikasjon beskrive den funksjonalitet som skal implementeres for å oppfylle forriglingstabellen.
   For relebaserte sikringsanlegg er funksjonsspesifikasjonen ivaretatt direkte i koblingsskjemaene.

c) For geografiske sikringsanlegg skal funksjonsspesifikasjon bestå av spesifikasjon av hvordan de enkelte generiske objekter er satt sammen (naboer og parametere) for å

oppfylle forriglingstabellen.

### 6.3.5 Signal- og baliseplassering

a) Signal- og baliseplassering skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå til at:
   1. ATC-anleggets kodetabeller skal kunne prosjekteres med bakgrunn i denne tegningen og andre generiske systembeskrivelser og spesifikasjoner for ATC.
   2. Drift og vedlikeholdspersonalet skal kunne drifte og vedlikeholde anlegget med bakgrunn i denne tegningen.

b) Signal- og baliseplassering skal vise plassering av baliser, nødvendige signaler i tilknytning til togvei og ATC samt spor for togveier.

c) Signal- og baliseplassering skal minimum inneholde følgende informasjon:
   1. Skjematisk sporplan
   2. Plassering av hovedsignal og forsignal
   3. Plassering av dvergsignal som er ATC-overvåket
   4. Plassering av alle baliser påført gruppebetegnelse og nødvendig bokstavmerking, samt informasjon om hvilke baliser som er styrte
   5. Navn på stasjon, blokkpost, aktuell forkortelse og CTC nr
   6. Gjennomsnittlig fall
   7. Hastighetsprofil
   8. Stiplet trekant for balisegruppe tilhørende naboområdets ATC-utrustning, der dette er relevant
   9. Eventuelle rasvarslingsanlegg eller veisikringsanlegg

### 6.3.6 Plantegning

a) En plantegning skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå til at
   1. De utvendige objektene og annet teknisk utstyr som skal knyttes opp mot den spesifikke applikasjonen av systemet skal kunne bygges slik som prosjekteringen tilsier.
   2. Drift og vedlikeholdspersonalet skal kunne drifte og vedlikeholde anlegget med bakgrunn i denne tegningen.

b) En plantegning skal vise skjematisk plassering av objekter og annet teknisk utstyr.

c) En plantegning skal angi hovedmål og spesielle mål som ikke er generelt angitt i monteringsbeskrivelser, normer eller regler.

d) Det skal utarbeides en plantegning for hver enkelt stasjon, for linjen, veisikringsanlegg, rasvarslingsanlegg, tunnelportanlegg og brusignalanlegg.

e) På plantegning for linjen skal også andre anleggstyper enn sikringsanlegget markeres i nødvendig grad med tydelig henvisning til egen plantegning.

f) En plantegning skal minimum inneholde følgende informasjon:
   1. Skjematisk sporplan
   2. Plassering og merking av alle lyssignal
   3. Spornummer
   4. Grense mot usikret område
   5. Angivelse og nummerering av sporavsnitt
   6. Plassering og merking av utstyr i forbindelse med togdeteksjon
   7. Navn på stasjon med aktuell forkortelse og CTC-nr.
   8. Nødvendig informasjon om andre anlegg slik som veisikringsanlegg, rasvarslingsanlegg, tunnelportanlegg og brusignalanlegg
   9. Sporveksler påført nummer, tungeplassering og stillingsbokstaver (H/V eller + som normalstilling)
   10. Drivmaskiner og lokalstillere
   11. S-lås med nummerering
   12. Sporsperrer med nummerering
   13. Eventuelle avsporingsindikatorer med merking

14. Plassering av alle baliser påført gruppebetegnelse og nødvendig bokstavmerking, samt informasjon om hvilke baliser som er styrte
15. Sveivskap med nummerering
16. Plassering og merking av andre signaltekniske installasjoner
17. Referanse til nabostasjon og blokkpost
18. Markering av lokalt betjeningsapparat
19. Plattformer
20. Relevante bygg
21. Signalåk
22. Tunneler, kulverter og bruer
23. Eventuell annen relevant geografisk informasjon
24. Kabler kan påtegnes denne tegningen om dette finnes hensiktsmessig i henhold til kravene for kabelplantegning

### 6.3.7 Kabelplan

a) En kabelplan skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå til at:
   1. Kabelanlegget skal kunne bygges slik som prosjekteringen tilsier.
   2. Drift- og vedlikeholdspersonalet skal kunne drifte og vedlikeholde kabelanlegget med bakgrunn i denne tegningen.

b) En kabelplan skal minimum vise:
   1. Teknisk rom og fordelingskap med angivelse av navn og plassering
   2. Hovedkabler
   3. Objektkabler med angivelse tilhørende objekt
   4. Angivelse av navn og dimensjon til alle kabler (antall ledninger og ledningskvadrat)

c) Det skal utarbeides en kabelplan for hver enkelt stasjon, for linjen, veisikringsanlegg, rasvarslingsanlegg, tunnelportanlegg og brusignalanlegg.

### 6.3.8 Trådfordeling

a) En trådfordeling skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå til at:
   1. Kabelanlegget skal kunne bygges slik som prosjekteringen tilsier.
   2. Drift og vedlikeholdspersonalet skal kunne drifte og vedlikeholde kabelanlegget med bakgrunn i denne tegningen.

b) En trådfordeling skal vise anvendelsen av samtlige ledere i signalanleggets kabler.

c) En trådfordeling skal minimum vise:
   1. Fordelingskap med angivelse av navn
   2. Hovedkabel/objektkabel med angivelse av navn og dimensjon (antall ledninger og ledningskvadrat)
   3. Lederens nummer og angivelse av tilhørende objekt

### 6.3.9 Sporisolering

a) Det skal utarbeides en sporisolering når sporfelter benyttes som togdeteksjon.

b) En sporisolering skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå til at:
   1. Sporfeltene skal kunne bygges slik som prosjekteringen tilsier.
   2. Drift- og vedlikeholdspersonalet skal kunne drifte og vedlikeholde sporfelt med bakgrunn i denne tegningen.

c) En sporisolering skal vise hvordan sporavsnittene er atskilt (isolert).

d) En sporisolering skal minimum vise:
   1. Skjematisk sporplan (begge skinner)
   2. Sporavsnittenes utstrekning med angivelse av nummer
   3. Elektriske og isolerte skjøter
   4. Tilførsel og retur / sender og mottaker med angivelse av nummer
   5. Nødvendige komponenter i jording- og returstrømssystemet

6. Sporvekselnummer
7. Sporsperre med angivelse av nummer

### 6.3.10 Koblingsskjema

a) Koblingsskjema skal utarbeides med tilstrekkelig detaljeringsnivå til at:
   1. Den spesifikke applikasjonen av systemet skal kunne bygges slik som prosjekteringen tilsier
   2. Drift- og vedlikeholdspersonalet skal kunne drifte og vedlikeholde anlegget med bakgrunn i disse skjemaene

   For et friforbundet relebasert sikringsanlegg vil koblingsskjemaene også fungere som anleggets funksjonsspesifikasjon.

b) Koblingsskjema skal vise den elektriske kobling i anlegget med nøyaktig angivelse av alt utstyr med samtlige koblingspunkter og trådføringer mellom disse.

### 6.3.11 ATC-kodetabeller

Dette dokument skal være på standard Jernbaneverket format. Det skal inneholde nødvendig parametere for koding av baliseinformasjon.

a) ATC kodetabeller skal utarbeides med tilstrekkelig detaljnivå til at:
   1. ATC baliser skal kunne kodes riktig.
   2. Drift og vedlikeholdspersonalet skal kunne drifte og vedlikeholde ATC anlegget.

b) Kodetabeller skal inneholde følgende informasjon:
   1. Kjøreretning
   2. Signalnummer, merkeskiltbetegnelse, gruppebetegnelse
   3. Identitetskode for gruppen
   4. Posisjon i kilometer for de ulike balisegrupper
   5. Signalbilde
      - Hovedsignal
      - Forsignal
      - Eventuelt neste forsignal
   6. Hastighetsbeskjed
      - Kjørhastighet
      - Venthastighet
   7. Avstand til bortflyttet målpunkt
   8. Avstand til målpunkt
   9. Informasjon om fall på den aktuelle strekningen i promille
   10. Kodet informasjon som ligger i P-, A-, B-, C- og N-balise
   11. Informasjon i motrettet B-balise
   12. Type balise
      - Hastighetsbeskjed
   13. Eventuelle kommentarer hvor det fremkommer avhengigheter til andre objekter i signalanlegget (f.eks. sporveksler)
   14. Hvilke togveier/betingelser som skal lede til det enkelte telegram i kodetabellen

### 6.3.12 Testprotokoller

a) Testprotokoller skal dokumentere at all nødvendig verifikasjon i henhold til testspesifikasjoner er gjennomført.

b) Testprotokoller skal dokumentere at den spesifikke applikasjonen av systemet oppfyller krav i forriglingstabellen og funksjonsspesifikasjonen.

c) Krav til utforming og innhold av testprotokoller for sluttkontroll er gitt i JD 553.

### 6.3.13 Sikkerhetsbevis for spesifikk applikasjon (Specific Application Safety Case)

a) Det skal for hver spesifikke applikasjon utarbeides et sikkerhetsbevis (Safety Case) i henhold til retningslinjer gitt i [EN 50129].

## 6.4 Drift- og vedlikeholdsdokumentasjon

a) Drift- og vedlikeholdsdokumentasjon skal omfatte all nødvendig dokumentasjon for å drifte og vedlikeholde anlegget.

b) Drift- og vedlikeholdsdokumentasjon skal minimum inneholde:
   1. Systembeskrivelse
   2. Montasjebeskrivelse
   3. Stykkliste
   4. Reservedelsliste
   5. Beskrivelse av feilretting
   6. Beskrivelse av eventuelt forebyggende vedlikehold
   7. Operatørdokumentasjon