1 HENSIKT OG OMFANG 2
2 SIGNALANLEGG 3
2.1 Sikkerhet og tilgjengelighet 3
2.1.1 Sikkerhetsprinsipper 3
2.1.2 Sikkerhetskrav 3
2.1.3 Tilgjengelighetskrav 4
2.1.3.1 Krav til totalt anlegg per 2-sporsekvivalente anlegg 4
2.1.3.2 Krav til innvendig anlegg per 2-sporsekvivalente anlegg 4
2.1.3.3 Krav til vedlikehold 4
2.2 Krav til kommunikasjon 4
2.3 Simuleringsutstyr 4
3 UTSTYR med hensyn til MILJØ 5
3.1 Mekaniske og klimatiske tester 5
3.2 Elektromagnetisk miljø 6
4 STRØMFORSYNING 7
4.1 Spenningstilførsel 7
4.2 Nødstrømsforsyning 7
5 MATERIELL TIL SIKRINGSANLEGG 8
5.1 Elektrisk materiell 8
5.2 Mekanisk utstyr 8

1 HENSIKT OG OMFANG

Jernbaneverkets signalanlegg er teknisk utstyr som skal sikre toggangen og optimalisere jernbanens kapasitet.

Det bemerkes at kap. 4 i [JD 550] og [JD 551] innholdsmessig er helt like.

Et signalanlegg består av følgende:

1 Sikringsanlegg
- Sikringsanlegg for sikring av togveier på stasjoner. Anlegget deles i
  - innvendig anlegg (forriglingslogikk og lokalt betjeningsutstyr)
  - utvendig anlegg (ytre objekter)
- Linjeblokk for sikring av tog på linjen
- Veisikringsanlegg for sikring av planoverganger

2 ATC for hastighetsovervåking/hastighetskontroll

3 Fjernstyringsanlegg (CTC)

2 SIGNALANLEGG

De deler av signalanlegget som har direkte betydning for sikkerheten ved togfremføring (inkludert skift), skal konstrueres etter "fail-safe" prinsipper, hvilket her innebærer et overordnet mål om at konsekvenser av eventuelle feil ved et anlegg ikke skal medføre skader på personer eller materiell. Et sikringsanlegg skal derfor konstrueres etter disse prinsippene og således ivareta sikkerheten. De samme krav stilles til ATC systemet.

2.1 Sikkerhet og tilgjengelighet

2.1.1 Sikkerhetsprinsipper

Det skal dokumenteres at krav til sikkerhet og tilgjengelighet er oppnådd. Alle kvantifiserte krav under sikkerhet og tilgjengelighet skal etterprøves ved hjelp av en av de angitte beregningsmodeller.

- En enkelt feil med eventuelle følgefeil skal ikke medføre en usikker tilstand.
- Når en feil er inntruffet, skal systemet innta en sikker tilstand.
- Når en feil er inntruffet, skal anlegget forbli i den sikre tilstand selv om feil nummer to oppstår.
- En feil skal oppdages umiddelbart etter at feilen oppstod eller ved første betjening av anlegget etter at feilen inntraff.
- Ved feil skal signaler forbli i "stopp", "skifting forbudt" eller innta en mer restriktiv tilstand enn før feilen inntraff (for eksempel fra grønt til rødt eller gult lys, fra "skifting tillatt" til "skifting forbudt" med mer.) .
- Den restriktive tilstanden skal bare kunne
    - endres ved et teknisk inngrep i anlegget.
    - omgås ved at godkjente prosedyrer for det enkelte anlegg følges.

I tillegg til et generelt krav om gjennomgående konstruksjon etter "fail-safe" prinsipper skal sikringsanlegg tilfredsstille SIL 4 i henhold til [EN 50126].

2.1.2 Sikkerhetskrav

Sikringsanlegg skal tilfredsstille følgende krav til sikkerhet:

- Innvendig del av et sikringsanlegg, inkludert styringsenheter for utvendige objekter[1]:
  Sannsynlig feilintensitet for farlig feil $<10^{-11}$ per time

- Et komplett sikringsanlegg (innvendig anlegg og utvendige objekter[1]):
  Sannsynlig feilintensitet for farlig feil $<10^{-9}$ per time

Med farlig feil menes feil, eller kombinasjoner av feil som kan føre til trafikkuhell eller tilløp til trafikkuhell.

Det skal for hvert anlegg dokumenteres i henhold til [EN 50126] at kravene til sikkerhet gitt ovenfor er ivaretatt.

[1] Med utvendige objekter inkluderes også ATC-anleggets ytre deler.

2.1.3 Tilgjengelighetskrav

Tilgjengelighetskravene er knyttet opp mot et 2-sporsekvivalent anlegg. For å beregne anleggsmengden på et anlegg brukes derfor en formel for en 2-sporsekvivalent.

$$2-\text{sporsekv.} = \left(\frac{\text{ant. drivmaskiner}}{2} + \frac{\text{ant. signaler}}{8} + \frac{\text{ant. togveier}}{8} + \frac{\text{ant. skifteveier}}{8} \right) \frac{1}{3} \quad (4.1)$$

Med signaler menes hoved- og forsignaler på egne master, til sammen 8 på en normal stasjon. Øvrig utstyr utover det som inngår i formel 4.1, vektlegges ikke ved utregning av ekvivalenten.

2.1.3.1 Krav til totalt anlegg per 2-sporsekvivalente anlegg

- Tilgjengelighet A=99,95%
- Maksimalt 1,15 feil per 2-sporsekvivalente anlegg og år (gjelder ikke feil forårsaket av avsporinger eller lignende ytre påvirkninger som anlegget ikke kan forventes å være dimensjonert for.)

2.1.3.2 Krav til innvendig anlegg per 2-sporsekvivalente anlegg

- En sentralenhet skal ha en tilgjengelighet på 99.995%. Inkludert i sentralenheten er innvendig anlegg, samt styringsenheter mot de ytre objekter.
- Maksimalt 0,35 feil per 2-sporsekvivalente anlegg og år (gjelder ikke feil forårsaket av avsporinger eller lignende ytre påvirkninger som anlegget ikke kan forventes å være dimensjonert for.)

2.1.3.3 Krav til vedlikehold

- Ingen enkeltkomponent skal ha kortere produktspesifisert revisjonssyklus enn 5 år. Planlagt komponentvedlikehold/utskifting skal ikke forårsake lengre avbruddstider enn 4 timer.

- Effektiv reparasjonstid for datasystemer (MTTR) skal ikke overskride 2 timer selv ved kompliserte feil.

2.2 Krav til kommunikasjon

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

2.3 Simuleringsutstyr

Det bør være simuleringsutstyr til tilgjengelig, slik at personell har mulighet for jevnlig oppdatering av nødvendig kunnskap.

3 UTSTYR MED HENSYN TIL MILJØ

Maskiner, mekanisk utstyr og komponenter skal i hele sin levetid funksjonere sikkert og iht. funksjonelle krav under alle miljømessige forhold som utstyret kan forventes å bli påvirket av i Jernbaneverkets infrastruktur.

3.1 Mekaniske og klimatiske tester

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

Testene i tabell 4.1-4.4 skal dokumenteres.

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

Miljøforhold	Teststandard	Testverdier
Kulde	IEC 68-2-1, test Aa	-40 ^{o}C, 16 timer
Varme	IEC 68-2-2, test Ba	+70 ^{o}C, 16 timer
Temperaturforandring	IEC 68-2-14, test Na	-10 ^{o}C - +40 ^{o}C t_1=2 timer, 4 sykler
Relativ luftfuktighet	IEC 68-2-30, test Db	Testverdi: 40 ^{o}C, 4 sykler
Vibrasjon	IEC 68-2-6, test Fc	Frek.bånd: 10-150 Hz Akselerasjon: 2g Antall sveip: 20 i hver av x,y,z retningene
Støt	IEC 68-2-32, test Ed	Utstyr 25-100 kg: 250 mm Utstyr < 25 kg: 1000 mm

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

Miljøforhold	Teststandard	Testverdier
Kulde	IEC 68-2-1, test Ad	+5 ^{o}C, 72 timer
Varme	IEC 68-2-2, test Bd	+55 ^{o}C, 72 timer
Temperaturforandring	IEC 68-2-14, test Nb	+5 ^{o}C - +40 ^{o}C Rate: 1 ^{o}C/min. t_1=2 timer, 3 sykler
Relativ luftfuktighet	IEC 68-2-30, test Db	Testverdi: 40 ^{o}C, 4 sykler
Vibrasjon	IEC 68-2-6, test Fc	Frek.bånd: 10-150 Hz Akselerasjon: 0,5g Antall sveip: 50 i hver av x,y,z retningene

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

Miljøforhold	Teststandard	Testverdier
Kulde	IEC 68-2-1, test Ad	-40 ^{o}C, 72 timer
Varme	IEC 68-2-2, test Bd	+70 ^{o}C, 72 timer
Temperaturforandring	IEC 68-2-14, test Nb	-5 ^{o}C - +55 ^{o}C Rate: 1 ^{o}C/min. t_1=2 timer, 3 sykler
Relativ luftfuktighet	IEC 68-2-30, test Db	Testverdi: 40 ^{o}C, 4 sykler
Vibrasjon	IEC 68-2-6, test Fc	Frek.bånd: 1-35 Hz Akselerasjon: 10g Antall sveip: 100 i hver av x,y,z retningene Frek.bånd: 10-150 Hz Akselerasjon: 5g Antall sveip: 20 i hver av x,y,z retningene

Tabell 4.4 Teststandard og testverdier for utstyr montert langs sporet.

Miljøforhold	Teststandard	Testverdier
Kulde	IEC 68-2-1, test Ad	-40 ^{o}C, 72 timer
Varme	IEC 68-2-2, test Bd	+70°C, 72 timer
Temperaturforandring	IEC 68-2-14, test Nb	-5 ^{o}C - +55 ^{o}C Rate: 1 ^{o}C/min. t_1=2 timer, 3 sykler
Relativ luftfuktighet	IEC 68-2-30, test Db	Testverdi: 40 ^{o}C, 4 sykler
Vibrasjon	IEC 68-2-6, test Fc (Utstyret skal virke som foutsatt under testen.)	Frek.bånd: 1-35 Hz Akselerasjon: 10g Antall sveip: 100 i hver av x,y,z retningene Frek.bånd: 10-150 Hz Akselerasjon: 5g Antall sveip: 20 i hver av x,y,z retningene
Tetthetskrav	IEC 529	IP 65DM
Salt tåke (gjelder elektronikk og hudraulikk)	IEC 68-2-52, Test Kb	4 perioder à 2 timer med 7 dagers lagring.
Salt tåke (gjelder kassesville og skinnebefestigelse)	ASTM B117	For sammenlignende fastsettelse av materialegenskaper.

3.2 Elektromagnetisk miljø

Følgende krav stilles til EMC:

- For elektromagnetisk immunitet skal utstyret fungere og testes i henhold til [EN 50121-4].
- Testene skal utføres av en akkreditert testinstitusjon såfremt leverandøren ikke selv er sertifisert til å utføre disse.

4 STRØMFORSYNING

Signalanlegg betraktes under alle forhold som sterkstrømsanlegg og skal følge bestemmelsene angitt i [FEB] .

4.1 Spenningstilførsel

Strømforsyning til sikringsanlegg skal leveres med galvanisk skille mot det nettet den lokale elektrisitetesforsyningen kan tilby. I tilfelle bortfall av lokalnett bør banenettet 230V 16 2/3Hz, hvor denne er tilgjengelig, overta forsyningen uten avbrudd. Det skal også være mulig å tilkoble ekstern strømforsyning (dieselaggregat) ved lengre strømfrafall. Utstyret dimensjoneres for å dekke sikringsanleggets totale strømforbruk.

Tabell 2.A Tekniske data for nett.

Nett	Spenning [V]	+/- [%]	Frekvens [Hz]	+/- [%]
Lokalnett IT	3-fase 230	10	50	0,2
Lokalnett TN	3-fase 400	10	50	0,2
Banenett	1-fase 230	15/25	16 2/3	0,2

4.2 Nødstrømsforsyning

Alle sikringsanlegg skal utføres med lokalnett hvor reservenett for avbruddsfri strømforsyning bør bestå av en eller flere av følgende:

- Banenett (15 kV transformert ned til 230V)[2]
- UPS ved små sikringsanlegg
- UPS og dieselgenerator for lengre strømavbrudd ved større anlegg

Ved større anlegg kan UPS dimensjoneres for degradert drift av signalanlegget. Det innebærer en anleggsspesifisert prioritering av sikringsanleggets ytre objekter som forteller hvor mange og hvilke objekter som skal være nødstrømsforsynt. Prioriteringen som her skal gjøres, skal godkjennes av Jernbaneverket Hovedkontoret.

For at nødstrømsforsyningen skal fungere og gi minst mulig driftsforstyrrelser ved nøddrift, skal anlegget tilfredsstille følgende krav:

- For desentraliserte anlegg skal det benyttes lokal mating i størst mulig grad.
- Det skal være automatisk omkobling mellom nettspenning, UPS og eventuelt dieselaggregat uten utfall av systemet som er tilkoblet avbruddsfri strømforsyning.
- Ytre objekter skal ikke forandre tilstand som en følge av omkobling av strømforsyning.
- UPS skal ha kontinuerlig vedlikeholdsladning fra reservenettspenning.
- Enhver bruk av UPS kapasitet skal etterfølges av ladning. Maksimalt utladet UPS skal fullades i løpet av 10-12 timer.
- Nødstrømanlegget skal oppfylle samme miljøkrav som det øvrige sikringsanlegget.

[2] Uttak over 15 KVA skal godkjennes spesielt.

5 MATERIELL TIL SIKRINGSANLEGG

For alt utstyr skal det foreligge en fabrikanterklæring som dokumentasjon på at utstyret oppfyller de tekniske krav som er fastsatt for Norge. Fabrikanterklæringen skal være underskrevet av fabrikanten eller dennes representant i Norge, eventuelt i Det europeiske samarbeidsområde. Erklæringen skal inneholde følgende:

- Beskrivelse av utstyret, herunder merking (fabrikant, type), monteringsanvisning med mer.
- Henvisninger til de bestemmelser for utstyret som er fastsatt av Jernbaneverket og erklæring om at utstyret tilfredsstiller disse.
- Identifikasjon av den som har undertegnet erklæringen.
- Prøverapport utstedet av kompetent laboratorium eller typeprøvesertifikat.
- Angivelse av kvalitetssikringssystem.

5.1 Elektrisk materiell

For elektrisk utstyr som kan tilkobles lavspenningsanlegg gjelder "Forskrift om utførelse og kontroll av elektrisk utstyr som tilbys eller omsettes til bruk i lavspenningsanlegg".

5.2 Mekanisk utstyr

Maskiner og mekanisk utstyr beregnet for utvendig bruk skal ha en levetid på 30 år og med revisjonsperioder på minst 5 år og bør ha tilsynsperioder på minst 3 år. Utstyret skal utvendig være behandlet slik at annen behandling enn vask skal være unødvendig i utstyrets levetid.