
1	OMFANG	2
2	GENERELLE KRAV	4
2.1	Tid til utbedring av feil	4
2.2	Funksjonstest	4
2.3	Verktøy for prøving, måling og vedlikehold	4
2.4	Rust.....	5
2.5	Råte	5
2.6	Normal belastning	5
2.7	Overgangsmotstand.....	6
2.8	Overtemperatur i elektriske komponenter.	6
2.9	Systemer og komponenter med selvovervåking	7
2.10	Skilting.....	7
2.11	Merking	7
2.12	Linjebefaring	7
2.13	Isolasjonsavstand.....	8
2.14	Isolasjonstilstand	8
2.14.1	Lavspenningsanlegg	8
2.15	Redundans	8
3	GODKJENNING AV TEKNISKE SYSTEMER OG KOMPONENTER	9

1 OMFANG

Dette kapitlet tar for seg generelle tekniske krav som stilles til vedlikehold av banestrømforsyningen uavhengig av komponenter, samtidig som det beskriver krav til vedlikehold for systemer som ikke er beskrevet i de videre kapitlene. Kapitlet beskriver også overordnede krav til gjennomføringen av vedlikeholdet.

Generiske arbeidsrutiner for forebyggende vedlikehold av banestrømforsyningsanlegg og -komponenter er gitt i vedlegg 4.m i [JD 542] (Teknisk Regelverk for prosjektering av kontaktledning). Se for øvrig kap. 2 [JD 501] for krav i forbindelse med arbeidsrutiner.

Krav til sporbarhet for systemer og komponenter i banestrømforsyningen er gitt i vedlegg 4.d.

Krav til kompetanse for personell som utfører vedlikehold på banestrømforsyningsanlegg er gitt i vedlegg 4.e.

Tabell 4.1 Objektmatrise banestrømforsyning

Kapittel	Anlegg/plassering								
		1 Koblingshus	2 Sonegrensebryter	3 Kondensatorbatterianlegg	4 Fjernstyring for elkraftanlegg	5 Nødfrakobling	6 Fjernledning	7 Matestasjoner	8 Autotransformatorløsning
Komponent/funksjon									
5 Brytere		x	x	x				x	
6 Vern		x	x	x	x	x	(x)	x	(x)
7 Strømskinner		x	x	x				x	
8 Isolatorer		x	x	x			x	x	x
9 Jording		x	x	x	x		x	x	x
10 Kondensatorbanker				x					
11 Kabler		x	x	x	x	x	x	x	x
12 Liner			x	x			x		x
13 Master		(x)	(x)	(x)			x	(x)	(x)
14 Bygninger		x	x	x	x			x	x
15 Lokalkontrollutrustning		x	x	x				x	
16 Fjernkontrollutrustning		x	x	x	x			x	
17 Nødfrakoblingsutrustning		x				x		x	
18 Energiforsyning		x	x	x			x	x	x
19 Sikkerhetsutstyr		x	x	x	x			x	

Teknisk Regelverk, Banestrømforsyning, Vedlikehold er i størst mulig grad forsøkt oppbygd komponentvis. Hvert kapittel beskriver nå krav til vedlikehold av en type komponenter i motsetning til tidligere hvor kapitlene var delt inn etter anlegg. For å lette oversikten vil hvert kapittel bli

introdusert med en matrise som forteller i hvilke anlegg en kan finne komponentene som er omtalt i kapitlet. Eksempel på ei slik matrise på et overordnet nivå er vist i tabell 4.1. I første kolonne er de ulike komponentene i banestrømforsyningen angitt. Denne inndelingen tilsvarer kapittelinnndelingen i denne boken ([JD 548]). I hvert kapittel senere vil matrisen bli ytterligere detaljert for respektive komponenter. I første rad angis de ulike anleggene i banestrømforsyningen. x betyr at vedkommende komponent finnes i respektive anlegg, (x) betyr at vedkommende komponent kan finnes i respektive anlegg.

For systemer og komponenter som eies av en resultatenhet i Jernbaneverket er det i hovedsak stilt overordnede krav samt mer detaljerte krav til grensesnitt mot Jernbaneverkets øvrige banestrømforsyningsanlegg. For matestasjonsanlegg gjelder kravene for vedlikehold av systemer og komponenter fra og med samleskinne i 15 kV koblingsanlegg til grensesnitt mot kontaktledning. I tillegg gjelder kapittel 18 Energiforsyning for alle anlegg. Infrastruktureier er ansvarlig for at vedlikeholdet tilfredsstillter krav i denne boken.

2 GENERELLE KRAV

For generelle krav til eiere og brukere av lavspenningsanlegg, dokumentasjon av lavspenningsanlegg og utførelse av vedlikehold av lavspenningsanlegg, se [JD 545] kap. 4 avsnitt 2.

2.1 Tid til utbedring av feil

Tid til utbedring av skader og feil som finnes i anleggene bør prioriteres ut fra hvilken konsekvens den enkelte skade eller feil kan føre til:

- a) Skader og feil som kan føre til personskade eller brann skal utbedres umiddelbart.
- b) Skader og feil som kan føre til redusert tilgjengelighet for togframføring eller skader på miljø bør utbedres snarest. Dersom skaden eller feilen kan føre til store skader på miljø, skal feilen utbedres umiddelbart.
- c) Skader og feil som kan føre til verdiforringelse bør utbedres ved første anledning ut fra økonomiske vurderinger.

2.2 Funksjonstest

For elektroniske systemer og komponenter finnes det ofte ikke noe sikkert forhåndsvarsel på når en feil kan forekomme, feilingen kan være tilfeldig. Dette gjelder spesielt systemer som ligger i backup og overvåker, for eksempel vern og fjernstyring. Funksjonstest av slike systemer og komponenter defineres også som vedlikehold siden en ved hjelp av en funksjonstest kan oppdage en feil og rette denne før systemet feiler i drift.

1. Funksjonstest bør utføres etter endringer i anlegget eller ved større reparasjoner eller vedlikehold.
2. Forholdene under funksjonstesten bør være mest mulig like forholdene under normal drift. Funksjonstest ved ulike avvikssituasjoner bør også vurderes.
3. Funksjonstesten bør inneholde test av alle funksjoner i systemet/komponenten, det vil si fra alle steder/metoder en funksjon kan utløses og alle virkninger av denne funksjonen.
4. Funksjonstesten bør også inneholde kontroll av at eventuelle varslings- eller alarmfunksjoner fungerer.
5. Funksjonstesten bør også inneholde kontroll av eventuelle redundante funksjoner.
6. Funksjonstester bør generelt dokumenteres.

2.3 Verktøy for prøving, måling og vedlikehold

Under testing og måling er det viktig at den verdien en leser av er riktig. Forruten riktig måleoppstilling er måleinstrumentets nøyaktighet viktig. Eksempel på instrumenter som bør ha kalibreringssertifikat er:

- Relèprøveapparat med eventuell tilleggsinstrumentering.
- Vakuumtester
- Isolasjonstester

Se for øvrig kap. 2 [JD 501] for kalibrering av måleinstrumenter.

2.4 Rust

Stålkonstruksjoner kontrolleres og klassifiseres for rustangrep i henhold til svensk standard SIS 055900 og rustgraden angis med bokstavene A-D.

Standarden beskriver ulike rustgrader slik (se også standardens fargebilder):

A: Ståloverflate helt dekket av fastsittende valshud og er i det store og hele uten rust.

B: Ståloverflate som har begynt å ruste og hvor valshuden har begynt å løsne.

C: Ståloverflate der valshuden er rustet bort eller kan skrapes bort. Synlige rustgroper ikke dannet.

D: Ståloverflate der valshuden er rustet bort. Synlige rustgroper er dannet i stor utstrekning.

- a) Viktige bærende stålkonstruksjoner bør ikke forringes utover rustgrad B eller ha tynnere sinkbelegg enn 50 µm.
 - 1. For å redusere rustangrepet og forlenge konstruksjonens levetid bør konstruksjonen vedlikeholdsmales.
 - 2. Før vedlikeholdsmaling skal konstruksjonen forbehandles med skraping eller stålbørsting for hånd eller ved hjelp av sandblåsing.
- b) Viktige bærende stålkonstruksjoner som har oppnådd rustgrad C skal byttes dersom det er fare for skader som kan føre til reduksjon i sikkerhet generelt eller tilgjengelighet for togframføring.
- c) Andre konstruksjoner og komponenter av stål bør ikke forringes utover rustgrad C.
- d) Innendørs bør ikke komponenter og konstruksjoner av stål ha rustgrad B eller dårligere.
 - 1. Dersom det oppdages rust innendørs bør årsaken til rustangrepet kartlegges og rettes.

Se for øvrig teknisk regelverk for kontaktledning [JD 542] for vurdering av rustangrep, måling av sinkbelegg og vedlikeholdsmaling.

2.5 Råte

- a) Viktige bærende trekonstruksjoner som har mer enn 20% råte i konstruksjonens tverrsnitt skal byttes dersom det er fare for skader som kan føre til reduksjon i sikkerhet generelt eller tilgjengelighet for togframføring.
 - 1. Tremaster skal kontrolleres med en metode som tilfører masten minimal skade. PURL 1 (Pure Ultrasonic Rot Locator) kan benyttes.
 - 2. Det skal vurderes om det må utføres råtekontroll i forbindelse med hull etter hakkespett eller andre påførte skader.
- b) Andre bærende trekonstruksjoner bør ikke ha mer enn 20% råte i konstruksjonens tverrsnitt.

2.6 Normal belastning

Alle typer systemer og komponenter slites og eldes raskere ved høy belastning. Samtidig fører maksimal utnyttelse av systemer og komponenter til begrenset mulighet for å håndtere kortere perioder med høy belastning ved uforutsette hendelser. Dette gjelder for eksempel sikringer, bærende konstruksjoner og datasystemer.

- a) Enkeltkomponenter eller systemer bør ved normal belastning ikke belastes mer enn 80 % av hva de er dimensjonert for.

2.7 Overgangsmotstand

Høy overgangsmotstand i skjøter, kontakter, lasker og andre strømførende tilkoblinger kan føre til varmgang og skade med brann som ytterste konsekvens.

- a) Hver enkel overgangsmotstand bør i høyspentkretser ikke overstige $70 \mu\Omega$ målt med en strøm på 400 A for å sikre at varmeutviklingen ikke fører til skade på komponenten/anlegget.
- I vurderingen om en overgangsmotstand er liten nok bør forekommende last- og kortslutningsstrømmer legges til grunn. Grenseverdiene ovenfor er oppgitt for en kortslutningsstrøm på 10 kA.
 - Målingen skal utføres slik at overgangsmotstand mellom måleapparatets tilførselsledninger og komponenten som måles ikke medregnes. Firepunktsmåling som beskrevet i vedlegg 4.c kan brukes ved måling av overgangsmotstand.

2.8 Overtemperatur i elektriske komponenter.

Gjennom termografering kan en avdekke slitasje, monteringsfeil og lignende i elektriske anlegg ved at en oppdager varmgang før feilen utvikler seg til å bli kritisk. Termografering kan være enklere og raskere å utføre enn måling av overgangsmotstander.

- a) Elektriske komponenter skal ikke i ha en temperatur som overskrider det de er godkjent og dimensjoner for gitt i tabell 4.2.
- Kontroll av temperatur i bør gjøres ved hjelp av termografering.
 - Termografering bør utføres regelmessig og etter større arbeider og vedlikehold.
 - Termograferingen skal utføres av en sertifisert termografør med faglig relevant utdanning/erfaring.
 - Anlegget bør belastes med minimum 50 % av nominell belastning i 30 minutter før termograferingen starter. Dersom det ikke blir benyttet nominell strøm under testen skal det beregnes objekttemperatur som komponenten vil kunne anta når den blir belastet med nominell strøm kontinuerlig.
 - Termograferingen skal dokumenteres med en rapport i henhold til [NS 3424] med bilder som viser kritiske punkter og anbefalte tiltak.
 - Generelt bør krav til tiltak på bakgrunn av overtemperatur gitt i tabell 4.3 følges dersom termografør ikke anbefaler annet.
 - Prosedyre for termografering gitt i [JD 542] vedlegg 4.d anbefales fulgt.

Med overtemperatur menes forskjellen mellom temperatur i feilstedet justert for nominell belastning og $40 \text{ }^\circ\text{C}$ omgivelsestemperatur og komponentens maksimale tillatte temperatur gitt i tabell 4.2

Tabell 4.2 *Maksimal tillatt temperatur for ulike komponenter ved maksimal nominell strøm og omgivelsestemperatur på $40 \text{ }^\circ\text{C}$ hentet fra [IEC 60056].*

Komponent	Maksimal tillatt temperatur
Forsølvede kopperkontakter i luft	$105 \text{ }^\circ\text{C}$
Kopperkontakter for øvrig	$75 \text{ }^\circ\text{C}$
Tilkoplingspunkter for effektbrytere, skillebrytere, strømtransformatorer, gjennomføringer og lignende.	$90 \text{ }^\circ\text{C}$
Al- og Cu-skjøter og loopklemmer skal ikke ha høyere temperatur enn lederen for øvrig, normalt litt lavere på grunn av økt kjøleflate.	$80 \text{ }^\circ\text{C}$

Tabell 4.3 Anbefalte krav til tiltak ved avvik som oppdages ved termografering.

Avvikskategori	Overtemperatur	Krav til utbedring
A	>50 °C	Utbedres umiddelbart
B	20 - 50 °C	Utbedres innen 1 måned etter at Infrastruktureier har mottatt termograferingsrapporten
C	0 - 20 °C	Utbedres innen 3 måneder etter at Infrastruktureier har mottatt termograferingsrapporten
D	-20 - 0 °C	Ikke feil, men bør holdes under oppsikt
E	< -20 °C	Ikke feil

2.9 Systemer og komponenter med selvovervåking

Nyere elektroniske og datastyrt systemer og komponenter har som regel en gitt grad av selvovervåking. Selvovervåkingen kan i en viss grad redusere nødvendigheten av funksjonstesting da systemet utfører dette automatisk og kontinuerlig, men kan aldri helt erstatte regelmessige funksjonstester. Selvovervåkingen kan deles inn i to typer:

1. Kun lokalt varsel
2. Lokalt varsel og varsel til operatør som sitter fjernt.

Eksempel på selvovervåkende systemer og komponenter kan være:

- Alarmanlegg for brann og innbrudd.
- Klimaanlegg
- Datamaskiner og servere
- Kommunikasjonsutstyr som multiplexere, routere og modem
- Numeriske vern
- Avbruddsfri strømforsyning (UPS)

- a) Alarmer og feilmeldinger fra selvovervåkningsfunksjoner skal undersøkes regelmessig avhengig av systemets eller komponentens kritikalitet.

2.10 Skilting

Skilt i forbindelse med høyspenningsanlegg har en viktig funksjon for å informere om hvilken fare høyspenningsanlegget utgjør. Manglende skilting kan ha direkte innvirkning på elsikkerheten.

- a) Skilting av høyspenningsanlegg skal være utført i henhold til [FEF] og skal være utført i henhold til [JD 515].
 1. Manglende skilting bør utbedres snarest.

- b) Alle skilt skal være synlige, lesbare og vise korrekt informasjon.

2.11 Merking

- a) Alle installasjoner skal være tilstrekkelig merket slik at drift og vedlikehold kan utføres på en sikker måte, ref. [FEL] og [FEF].
1. Merking skal være utført på en entydig og varig måte.
 2. Utendørs merking bør være utført med pregede skilt

2.12 Linjebefaring

- a) I henhold til [FSH] §36 skal luftledninger befares i nødvendig utstrekning for å kontrollere at disse er i forskriftsmessig stand.
 1. Linjebefaringen bør kontrolleres og dokumenteres i henhold til linjebefaringsskjema gitt i [JD 542] eller tilsvarende.

2. Veiledningen til forskriften krever linjebefaring minst må foretas når det kan forventes at linjen har vært utsatt for unormale påkjenninger, dvs. normalt etter hvert vinterhalvår og etter uværperioder.

Med luftledninger mener en i denne sammenheng master med liner i forbindelse med koblingshus, sonegrensebrytere, kondensatorbatterier og matestasjoner som ikke er en del av kontaktledningsanlegget.

2.13 Isolasjonsavstand

- a) Krav til isolasjonsavstander er gitt i kap 7, [JD 510].

2.14 Isolasjonstilstand

Anleggets totale isolasjonstilstand bestemmes av alle kabler, liner, skinner, isolatorer og øvrige komponenter som inngår i det elektriske anlegget.

2.14.1 Lavspenningsanlegg

- a) Isolasjonsresistans i lavspenningsanlegg skal tilfredsstillere kravene i [FEL]/[NEK 400].
1. Isolasjonsresistansen mellom hver spenningsførende leder og beskyttelsesleder eller jord skal med alle apparater frakoplet være i henhold til tabell 4.4.
 2. Prøveapparat (isolasjonstester) skal med den respektive testspenning kunne levere 1 mA.
 3. Termiske apparater kan ha lavere isolasjonsresistans, men ikke lavere enn 50 kOhm for apparater uten jordforbindelse, og 10 – 50 kOhm avhengig av apparatets effekt for apparater med jordforbindelse [NEK 400].

Tabell 4.4 Minimumskrav til isolasjonsresistans i lavspenningsanlegg.

Spenningsnivå	Isolasjonsresistans	Testspenning
Opp til 50 V	0,5 MOhm	250 V DC
Opp til og med 500 V	1,0 MOhm	500 V DC
Over 500 V	1,0 MOhm	1000 V DC

2.15 Redundans

Redundans er en backup for kritiske systemer og komponenter. Ved vedlikehold av hovedsystem eller -komponent stilles det samme krav til det systemet eller den komponenten som står i redundans.

- a) Redundante anleggsdeler og funksjoner bør til enhver tid være i orden for at den nødvendige pålitelighet og tilgjengelighet skal kunne opprettholdes.

3 GODKJENNING AV TEKNISKE SYSTEMER OG KOMPONENTER

For systemer og komponenter der Jernbaneverket Teknikk, Premiss og utvikling har utgitt tekniske spesifikasjoner skal disse følges ved alle innkjøp til det offentlige jernbanenettet.

Systemer og komponenter som kan påvirke sikkerheten og tilgjengeligheten i infrastrukturen skal godkjennes av Jernbaneverket Teknikk, Premiss og utvikling. For Banestrømforsyning skal følgende systemer og komponenter godkjennes av Jernbaneverket Teknikk, Premiss og utvikling:

- Nye matesystem
- Nye matestasjonssystem
- Komponenter i matestasjonsanlegg og koblingshus:
 - Effektbrytere
 - Prøvebrytere
 - Prøvemotstand
 - Overstrømsvern
 - Distansevern
- Nødfrakoblingssystem
- Nødfrakoblingskomponenter:
 - Strømregulator
 - DC/DC omformer
 - Tonesignalsender
 - Tonesignalmottaker