
Lavspent strømforsyning

1 HENSIKT OG OMFANG	2
2 STRØMFORSYNINGSSYSTEMER	3
2.1 Fordelingssystem	3
2.2 Overvåkning	3
2.3 Spenningskvalitet	4
3 PRIMÆRSTRØMFORSYNING	5
3.1 Mating fra lokalt everk.....	5
3.2 Mating fra langsgående høyspenningsforsyning	5
4 RESERVESTRØMFORSYNING	6
4.1 Behov for reservestrømforsyning	6
4.2 Reservestrøm fra kontaktledningsanlegget	6
4.3 Avbruddsfri strømforsyning, UPS.....	7
4.4 Reservestrømsaggregat.....	8
5 NØDSTRØMFORSYNING	10
5.1 Behov for nødstrømforsyning	10

1 HENSIKT OG OMFANG

Kapitlet skal sikre at lavspennings strømforsyningsanlegg til tekniske installasjoner langs jernbanen prosjekteres og bygges slik at de sikrer en pålitelig drift og en sikker reservestrømforsyning for de installasjoner som krever dette.

Kapitlet omfatter primær-, reserve- og nødstrømforsyning til signal- og teleinstallasjoner, samt andre viktige installasjoner med dokumentert behov for nød- eller reservestrømforsyning.

For strømforsyning til øvrige elektrotekniske installasjoner vises det til egne kapitler i regelverk for lavspenningsanlegg, [JD 543] og [JD 544].

2 STRØMFORSYNINGSSYSTEMER

Definisjoner

Nødstrømforsyning defineres som forsyningssystem som er beregnet på å opprettholde strømforsyning som er viktig for personers sikkerhet.

Reservestrøm defineres som forsyningssystem beregnet på å opprettholde funksjonen av en installasjon, eller del av en installasjon, ved avbrudd i den normale strømtilførsel, av andre grunner enn personers sikkerhet.

Primærstrømforsyning omfatter:

- Strømforsyning direkte fra lokalt everk (50 Hz)
- Strømforsyning via eventuelt langsgående høyspenningsforsyning (50 Hz)

Reservestrømsforsyning omfatter :

- Reservestrømsforsyning fra kontaktledningsanlegg (230 V, $16^{2/3}$)
- Avbruddsfri strømforsyning (UPS) (50 Hz)
- Reservestrømsaggregat (50 Hz)

Nødstrømforsyning omfatter:

- Nødstrømsaggregater
- Batterier

2.1 Fordelingssystem

- a) Ved valg av fordelingsystem (ulike systemjordinger IT-, TN- og TT-system [FEL]) skal det vurderes om tilgjengeligheten til systemet er tilstrekkelig høy ved de aktuelle feil- og driftstyper anlegget kan utsettes for.
- b) Det skal tas spesielt hensyn til selektivitet mellom ulike vern slik at viktige deler av anlegget ikke berøres av feil i andre anleggsdeler.
 1. Når det må benyttes jordfeilbrytere eller -reléer, skal kun den aktuelle kursen med jordfeil kobles ut.
 2. Jordfeilbryter skal ikke benyttes for kurser der utkobling av anlegg vil medføre større driftsforstyrrelser i toggangen.

2.2 Overvåkning

- a) Det bør benyttes isolasjonsovervåkning for alle installasjoner. For anlegg forsynt fra egen transformator skal det benyttes isolasjonsovervåkning (jordfeilbryter vil ikke fungere i slike anlegg).
- b) Til alle driftskritiske anlegg skal det prosjekteres overvåkning av strømforsyningen (sikringer/vern med alarmkontakt, spenningsmåling, isolasjonsovervåkning eller lignende).
 1. Feil- og alarmsignaler skal kunne fjernavleses.
 2. Det skal utarbeides prosedyrer slik at utbedring av isolasjons-/jordfeil utbedres snarest mulig.

2.3 Spenningskvalitet

- a) Strømforsyningen fra de ulike systemene skal minimum tilfredsstillende krav til spenningskvalitet ved inntakspunktet [EN 50160]. Se tabell 8.1.
- b) Spenningsfall fra inntakspunkt til belastning bør være mindre enn 4 %. Generelt gjelder at alt utstyr skal ha tilført den spenningen utstyret er beregnet for.

Tabell 8.1 *Krav til strømforsyningssystemer for infrastrukturanlegg.*

Forsyningssystem	Spenning [V]	Avvik [%]	Frekvens [Hz]	Avvik [%]
Primærstrømforsyning	230	± 10	50	± 0,2
Reserveforsyning fra kl	1-fase 230	-20/+15 ¹	16 ² / ₃	± 0,2
UPS	230	± 10	50	± 0,5
Aggregat	230	± 10	50	± 2,0

¹) Basert på transformator med omsetning 15/0,23 kV og at spenningen på kontaktledningsnettet kan variere mellom 12 og 17,25 kV, se kapittel 5 i [JD 546].

3 PRIMÆRSTRØMFORSYNING

- a) Primærstrømforsyningen skal være innkoblet hele tiden og skal sikre driften for alle anlegg som er tilkoblet forsyningen.

3.1 Mating fra lokalt everk

- a) Som strømforsyningssystem for jernbanetekniske installasjoner på stasjoner og fri linje i tilknytning til kontaktledningens slyngfelt eller anlegg som kan utsettes for returstrøm fra banestrømforsyningen, skal det benyttes forsyningssystem hvor e-verkets og jernbanens jordingssystemer holdes atskilt.
1. Kravet gjelder også anlegg med 1000 V togvarmeanlegg.

Med tilknytning til kontaktledningens slyngfelt menes anlegg som direkte befinner seg innenfor slyngfeltet, anlegg utenfor slyngfeltet som forsyner (kabelføring til) anlegg innenfor slyngfeltet og alle typer anlegg som har anleggsdeler innefor slyngfeltet, se kapittel 6.

- b) Strømforsyningssystemet skal være slik koblet at installasjonene ikke påvirkes av eller påvirker sikringsanleggenes funksjon, se kapittel 5 [JD 550], eller kan ta skade av påvirkning fra banestrømforsyningens returstrøm, hvilket betyr installasjon av fordelingsystem med isolert nullpunkt (IT-system). Se også [EN 50122-1] og kapittel 6.
- c) Bruk av 230/400 V TN-system skal tilfredstille følgende krav:
1. Det må være egen transformator-krets for de jernbanetekniske installasjoner der primær- og sekundærsiden er galvanisk skilt.
 2. TN-systemets nullpunkt (N-leder) og jernbanesystemets jordingssystem (langsgående jordleder) skal kun være koplet sammen på ett sted.
 3. Det må være langsgående sammenhengende jordleder på strekningen som forsynes med TN-system.
 4. Bruk av sammenhengende langsgående jordleder skal være forenelig med sporfeltene. Se også kapittel 6.

3.2 Mating fra langsgående høyspenningsforsyning

- a) Dersom det benyttes egen langsgående høyspenningsforsyning langs jernbanetraseen, bør alle jernbanetekniske installasjoner (både innefor og utenfor slyngfeltet) og eventuelt øvrige installasjoner innenfor kontaktledningens slyngfelt forsynes fra denne.
1. Det bør benyttes høyspenningsforsyning med mating fra flere uavhengige transformatorstasjoner for å oppnå størst mulig sikkerhet i strømforsyningen. Dermed unngås behov for annen reservestrømforsyning enn UPS for spesielt utsatte/viktige installasjoner.
- b) Nettstasjonene bør plasseres i egen kiosk på bakken. Kiosken bør plasseres utenfor kontaktledningens slyngfelt.
1. Plassering av og avstand mellom nettstasjoner skal tilpasses slik at alt utstyr tilføres spenning innenfor toleransekravene for utstyret.

4 RESERVESTRØMFORSYNING

4.1 Behov for reservestrømforsyning

- a) For sikrings-, tele- og fjernstyringsanlegg (og alle andre anlegg av betydning for toggangen) skal reservestrømforsyningen sikre driften av installasjonene slik at bortfall av primærstrømforsyning ikke gir driftsforstyrrelser.
1. Det skal utføres en analyse av sikkerheten (pålitelighet og tilgjengelighet) i den primære strømforsyningen som grunnlag for vurdering av behov for reservestrømforsyning.
- b) Omkobling til reservestrømforsyning skal ikke påvirke driften av installasjonene og må tilpasses krav fra de aktuelle installasjoner/utstyr.
1. For sikringsanlegg gjelder spesielt at ytre objekter ikke skal forandre tilstand som følge av omkobling i strømforsyningen.
- c) Reservestrømforsyningen bør dimensjoneres for drift av anleggene i minimum 8 timer.

4.2 Reservestrøm fra kontaktledningsanlegget

- a) Reservestrømforsyning fra kontaktledningsanlegg bør kun benyttes som reservestrømforsyning til sikrings-, tele-, fjernstyringsanlegg, og eventuelt andre installasjoner som er av betydning for togtrafikken, med belastning opp til 15 kVA.
1. Dersom transformatoren forsyner installasjoner utenfor Jernbaneverkets anlegg, skal dette være en egen forsyningskrets som ikke deles med noe av Jernbaneverkets installasjoner.
- b) "Jernbaneverkets standardvilkår for avregning av 16 $\frac{2}{3}$ Hz energi", se spesielt avsnitt 3.3, beskriver hvordan alle anlegg som forbruker 16 $\frac{2}{3}$ Hz energi fra Jernbaneverkets banestrømforsyningsanlegg skal innmeldes, registreres og bygges.
1. Alle anlegg med årlig stipulert energiforbruk på over 15 000 kWh skal ha egen energimålerutrustning.
- c) Det bør benyttes isolasjonsovervåkning for etterfølgende installasjoner.
- d) Ved forsyning til installasjoner som er av betydning for toggangen, skal det ikke benyttes jordfeilbryter.
- e) Ved forsyning til installasjoner som ikke er av betydning for toggangen, skal det benyttes automatisk utkobling etter [NEK 400], eller på annen tilfredsstillende måte.
- f) Reservestrømtransformatoren skal normalt ha galvanisk skille mellom høyspennings- og lavspenningssiden. (Se også mulig unntak i 4.2 h.)
- g) Kobling av reservestrømtransformatoren avhenger av bl.a. jordingskonsept og sporfelter, og skal utføres i henhold til figurer i vedlegg 8.a.
1. På steder med langsgående jordleder skal beskyttelsesjord kobles til denne, se figurene 8a1 og 8a2.
 2. På steder uten langsgående jordleder skal beskyttelsesjord kobles til skinne, enten direkte til sammenhengende "jordet" skinnestreng (enkeltisolert sporfelt) eller over filterimpedans (dobbelisolert sporfelt), se figurene 8a3 og 8a4.
 3. Sikringen på "A"-siden skal settes opp med separate holdere slik at det blir mulig å skifte sikring uten utkobling av kontaktledningsspenningen.

4. Skillebryter på "A"-siden skal benyttes dersom utkobling på annen måte er vanskelig.
5. På "A"-siden skal det settes opp et overspenningsvern (metalloksidavleder). Krav til utførelse er gitt i kapittel 7. Krav til jordelektroder er gitt i kapittel 6.
6. "B"-siden kobles til sporet, enten direkte eller over filterimpedans.
7. Lavspenningsviklingens nøytralpunkt ("b") skal forsynes med en gjennomslagssikring (overspenningsavleder/nullpunktssikring, ref. §5-4 [FEF]).
8. Gjennomslagssikringen skal være utført slik at den danner varig jordforbindelse når det opptrer en driftsfrekvent overspenning over avlederen. Den skal tåle strømovergangen uten å medføre fare for omgivelsene. I ledningsforbindelsen mellom "b" og jord må det ikke plasseres smeltesikringer eller brytere, dog skal det anbringes kortslutningsanordning slik at utskiftning av avleder kan skje uten fare.

h) Dersom kablen fra "a" og "b" til installasjoner er kortere enn 30 meter, kan det være for liten kapasitans i kretsen, og det kan være fare for høye spenninger mellom faselederne i kablen og jord. I slike tilfeller skal "b" ha en permanent forbindelse til jord nær reservestrømtransformatoren.

1. Hvis reservestrømtransformatoren står plassert innenfor slyngfeltet (ref. kapittel 6) skal "b" kobles sammen med "B", dvs. at det ikke lenger blir galvanisk skille i transformatoren.

Når "b" koples sammen med "B", vil gjennomslagssikringen fra "b" til jord kortsluttes. Gjennomslagssikringen skal likevel ikke fjernes, men stå i beredskap i det tilfellet at koplingen mellom "B" og "b" fjernes i ettertid.

2. Hvis reservestrømtransformatoren er plassert i egen mast eller kiosk utenfor slyngfeltet, skal "b" kobles til en jordelektrode som ikke har forbindelse til banestrømmens returkrets, ref. avsnitt om jordelektroder i kapittel 6.

i) For dobbeltspor bør det, ved forsyning av anlegg på begge sider av sporene, monteres to reservestrømtransformatorer (én for hvert spor).

Merk at togfremføringen på det ene sporet ikke skal avhenge av at kl-anlegget er i drift på det andre sporet! Dette bør også være tilfellet for sporvekselvarme.

j) Reservestrømtransformatoren skal være permanent tilkoblet kontaktledningsanlegget og skal være dimensjonert for å tåle de elektriske og mekaniske påkjenningene som kan oppstå.

k) Transformatoren bør plasseres i egen kiosk på bakken, men kan også plasseres i kontaktledningsmast. Kiosk på bakken bør plasseres utenfor kontaktledningens slyngfelt.

l) Kabler og beskyttelsesledere skal dimensjoneres i henhold til krav i kapittel 6, krav i [JD 540] og krav i [FEL] og [FEF].

m) Driftsstatus for reservestrømtransformatoren bør fjernovervåkes slik at sikringsbrudd eller andre feil kan detekteres før innkobling av reservestrømforsyningen blir nødvendig.

4.3 Avbruddsfri strømforsyning, UPS

a) Avbruddsfri strømforsyning, UPS (Uninterrupted Power Supply) skal sikre levering til anlegg som ikke tåler avbrudd i strømforsyningen. UPS-anlegget skal dekke forsyningen inntil annen reservestrømforsyning er koblet inn (kontaktledning, annet nett eller reservestrømsaggregat).

Normalt vil batterikapasitet til drift med full belastning i 10 minutter være tilstrekkelig.

- b) UPS bør ikke benyttes som eneste reservestrømskilde, men for enkelte mindre anlegg med høy leveringssikkerhet i primærforsyningen kan kun UPS aksepteres. Batterikapasiteten skal i de tilfellene dimensjoneres for full belastning i minimum 8 timer.
- c) Ytelsen for UPS-anlegget skal være dimensjonert etter og tilpasset størrelsen og typen belastning. Belastninger med høy startstrøm, dårlig effektfaktor eller ulineære belastninger (brolikerettere etc.) skal spesielt vurderes i denne sammenheng.
- d) Ved større anlegg kan UPS dimensjoneres for degradert drift av anlegget. Det vil si at det skal foretas en anleggsspesifikk prioritering av objekter som forteller hvor mange og hvilke objekter som skal ha avbruddsfri strømforsyning. Prioriteringen som gjøres, skal godkjennes av Jernbaneverket Banedivisjonen.
- e) UPS kan også benyttes for å bedre spenningskvaliteten til spesielt følsomt utstyr i tilfeller med store forstyrrelser fra det foranliggende nettet.
- f) Det bør benyttes vedlikeholdsfrie batterier med kontinuerlig vedlikeholdsladning. Enhver bruk av batterikapasitet skal etterfølges av lading. Maksimalt utladet batteri skal kunne lades i løpet av 10-12 timer.
- g) Det skal ved prosjektering utarbeides rutiner for overvåking av anlegget. Det bør også utarbeides rutiner for vedlikehold og service i tett samarbeid med leverandøren.
- h) UPS-installasjoner skal kunne fjernovervåkes. Det bør minimum overvåkes:
 - Status for strømforsyningen (primær forsyning, reservenett eller UPS-drift fra batteri).
 - Spenning og strøm på inngang, på utgang og i mellomkrets.
 - Ladestrøm og spenning på batteri.

4.4 Reservestrømsaggregat

- a) Reservestrømsaggregat skal dimensjoneres til å kunne forsyne full belastning for alle tilkoblede installasjoner. Aggregatet skal kunne tåle de lastvariasjonene (last-påslag og -avslag) som kan oppstå, og det skal ha en tilstrekkelig ytelse som sikrer riktig funksjon av alle installasjoner.
- b) Fast monterte reservestrømsaggregater skal startes automatisk og overta strømforsyningen til de prioriterte belastningene ved bortfall av primærstrømforsyningen. Det bør legges inn tidsforsinkelse ved oppstart for å unngå unødige oppstarter av aggregatet. Aggregatet bør kunne overta strømforsyningen etter maksimalt 5 minutter.
- c) Det skal utarbeides instruksjoner for drift og vedlikehold av aggregatet som tar hensyn til regelmessig kontroll av anlegget, regelmessig oppstart og ettersyn av aggregatet.

Ved regelmessig oppstart bør reserveaggregatet være i drift i minst 15-30 minutter.

- d) Fast monterte reservestrømsaggregater med automatisk oppstart skal kunne fjernovervåkes. Det bør minimum overvåkes:
 - Driftsstatus for aggregatet.
 - Spenning, strøm, effekt og frekvens ved drift.

Lavspent strømforsyning

- Drivstoffnivå.
 - Batterispenning og ladestrøm for startbatteri.
- e) For mobile reservestrømsaggregater skal overvåkingskravene fra punkt d) ovenfor ivaretas manuelt av driftspersonale. Det kan legges til rette for fjernovervåking av driftstatus, spenning, strøm, effekt og frekvens ved drift.

5 NØDSTRØMFORSYNING

5.1 Behov for nødstrømforsyning

- a) For anlegg der bortfall av strømforsyningen kan medføre fare for personer, skal nødstrømforsyningen sikre automatisk drift av de respektive anlegg i tilstrekkelig lang tid slik at farlige situasjoner unngås.
- b) Nødstrømforsyning skal ikke baseres på systemer som gir utkopling ved første feil.
- c) For øvrig vises til krav i [FEL] og [NEK400].