1 BANESTRØMFORSYNING 2
1.1 Spenning og frekvens 2
1.1.1 Banestrømforsyningssystem 2
1.1.2 Spenningsnivå 2
1.1.3 Minimum spenning 2
1.1.4 Maksimal spenning 3
1.1.5 Underspenningsvern 3
1.1.6 Korttids overspenninger 3
1.1.7 Overharmoniske spenninger i eksisterende anlegg 3
1.1.8 Frekvens 4
1.1.9 Dokumentasjon og test 4
1.2 Tilgjengelig effekt 4
1.2.1 Maksimum togstrøm 4
1.2.2 Krav til effektfaktor 5
1.2.3 Dokumentasjon og test 5
1.3 Tilbakemating av effekt 5
1.3.1 Dokumentasjon og test 6
1.4 Samordning av vernutløsning i matestasjonsanlegg og rullende materiell 6
1.4.1 Dokumentasjon og test 7
1.5 Pendlinger og stabilitet 7
1.5.1 Dokumentasjon og test 8
1.6 Inndata til togmodell for simulering av banestrømforsyningen 8
2 TOGVARMEANLEGG 9
2.1 System for tilkopling 9
2.2 Sammenkopling 9
3 KONTAKTLEDNINGSANLEGG 10
3.1 Materiale i kontakttråden 10
3.2 Kontakttrådhøyder 10
3.2.1 Nominell kontakttrådhøyde 10
3.2.2 Maksimal kontakttrådhøyde 10
3.2.3 Minimum kontakttrådhøyde 11
3.3 Kontakttrådhøydeendring 11
3.4 Kontakttrådens maksimale avvik fra spormidt (vindutblåsning) 12
4 STRØMAVTAKER 13
4.1 Typer av strømavtakere 13
4.2 Materialvalg for slepekull 13
4.3 Strømavtakerens vertikale arbeidsområde. 13
4.4 Avstander mellom flere aktive strømavtakere i samme tog 13
4.5 Autodroppfunksjon 14
5 GRENSESNITT MELLOM STRØMAVTAKER OG KONTAKTTRÅD 15
5.1 Statisk trykk 15
5.2 Strømavtakerens maksimale avvik fra spormidt 15
5.2.1 Dokumentasjon av strømavtakerens maksimale avvik fra spormidt 15
5.3 Aerodynamisk utbalansering 15
5.4 Krefter mellom strømavtaker og kontakttråd 16
5.4.1 Grenseverdier for krefter mellom strømavtaker og kontakttråd 16
5.4.2 Måling av krefter mellom strømavtaker og kontakttråd 17
5.4.3 Simulering av krefter mellom strømavtaker og kontakttråd 17
5.5 Fritt profil for strømavtaker 17
6 EMC 18

1 BANESTRØMFORSYNING

Den elektriske energien til togfremføring blir i hovedsak omformet fra høyspent 3-fase 50 Hz til 1-fase 16 2/3 Hz av roterende eller statiske omformerenheter. 1-fasenettet blir på et par steder forsynt direkte fra kraftverk som produserer 16 2/3 Hz. Noen steder mates 1-fasenettet fra transformatorstasjoner som er tilkoblet egne parallelle høyspent fjernledning for 16 2/3 Hz.

Roterende omformeraggregat består av en 3-fase synkronmotor og en 1-fase synkrongenerator som er satt sammen på en felles aksel. Roterende omformerenheter finnes med fire forskjellige merkeeffekter: 3.1, 5.8, 7.0 og 10 MVA. Roterende omformerenheter er fra grunnlast overbelastbar med ca. 40 % i 6 minutter og ca. 100 % i 2 sekunder. Statiske omformerenheter finnes med merkeeffekter mellom 6.5 og 12.0 MVA. Ved overbelastning av statiske omformerenheter vil omformeren gå i strømgrense, mens spenningen på utgangen vil bli redusert. Omformestasjonenes merkeytelse varierer fra 3.1 MVA til 3x12.0 MVA. Avstanden mellom omformerstasjonene er opp til 92 km. 1-fasenettet i Norge er generelt mye svakere enn ellers i Europa.

Hele 1-fasenettet er normalt sammenkoblet. 1-fasenettet kan seksjoneres enten ved hjelp av effektbryter i matestasjonsanlegg, koblingshus eller sonegrensebrytere eller ved hjelp av skillebrytere og lastskillebrytere som er fordelt rundt omkring i kontaktledningsanlegget.

1.1 Spenning og frekvens

1.1.1 Banestrømforsyningssystem

U_n=15 kV, f=16 2/3 Hz

1.1.2 Spenningsnivå

Spenningen ved matestasjonsanlegg er normalt justert til 16.5 kV eller 16.5 kV med svakt fallende karakteristikk som funksjon av induktiv strøm. Ved utfall av omformerenheter i svakt dimensjonerte omformerstasjoner er det normalt lagt inn ytterligere spenningsreduksjon som funksjon av induktiv strøm.

Banestømforsyningen vil under normal driftssituasjon (i.h.t. definisjon pkt. 3.16 prEN 50163:2001) overholde krav til $U_{mean\ useful}$(Zone) og $U_{mean\ useful}$(train) for ”classical lines” gitt i pkt. 8 i prEN 50388:2002.

1.1.3 Minimum spenning

- Klasse 1 - Minimum spenning:
  Minimum spenningsnivå ved utgangen på matestasjoner og på strømavtakere er i henhold til U_{min1} og U_{min2} gitt av prEN50163:2001 for U_n=15 kV (U_{min2}=11.0 kV og U_{min1}=12.0 kV)
- Klasse 2 - Minimum spenning:
  I henhold til spenningsklasse 1, men med U_{min2}=10.0 kV og U_{min1}=11.0 kV

Klasse 2 finnes på en del strekninger der det er lang avstand mellom banestrømforsyningens innmatingspunkter. Årsaken til spenningsreduksjonen er gammelt rullende materiell som ikke har en effektiv strømbegrensning som funksjon av spenningen på strømavtakeren.

1.1.4 Maksimal spenning

Maksimum spenningsnivå ved utgangen på matestasjoner og på strømavtakere er i henhold til U_{max1} og U_{max2} gitt av prEN50163:2001 for U_n=15 kV. Jernbaneverket har ingen krav til lengde på tidsperiode "unspecified periode" beskrevet i underpunkt f) til tabell 1 i EN 50163 ved tilbakemating dersom toget er i konstant bevegelse.

1.1.5 Underspenningsvern

Underspenningsvern i matestasjonsanlegg er normalt i innstilt på 10 kV. Underspenningsvern i rullende materiell skal være innstilt på i mellom 85% og 95 % av U_{min2} = 11.0 kV i henhold til anbefaling i prEN50163:2001, punkt 4.1.

1.1.6 Korttids overspenninger

Korttids overspenninger skal være i henhold til krav i EN 50124-2.

1.1.7 Overharmoniske spenninger i eksisterende anlegg

Rullende materiell må fungere tilstrekkelig når kontaktledningsspenningen er som beskrevet nedenfor. Grenseverdier for overharmonisk støy fra rullende materiell er spesifisert annet sted i dette dokumentet.

Nivået på THD (total harmonic distortion) for kontaktledningsspenningen kan være opp til 0.3, eller noe høyere, hvor:

$$THD_U = \frac{\sqrt{U_2^{\,2} + U_3^{\,2} + ... + U_n^{\,2}}}{U_1}$$

U_1= Grunnharmonisk spenning.
n = Forskjellige overharmoniske, n = 2, 3, 4, …

Størrelsen på de forskjellige overharmoniske spenningene, når THD_U = 0.17 og U_1 = 1.0, kan antas å være i henhold til følgende tabell:

Overharmoniske	1	3	5	7	THD
Spenningsnivå	1.0	0.15	0.08	0.02	0.17

Størrelsene på de overharmoniske spenningene for THD_U = 0.3 kan antas å være direkte proporsjonel med THD_U 0.17. Høyere overharmoniske spenninger eksisterer, først og fremst 9'ende, men disse er relativt små.

De ovenfor spesifiserte overharmoniske spenninger kan ha alle mulige vinkler.

1.1.8 Frekvens

Banestrømforsyningens spenningen har en frekvens på 16 2/3 Hz. Frekvensen er synkron med det norske 3-fasenettet og er normalt 16 2/3 Hz +/-0.033 Hz og ved spesielle situasjoner 16 2/3 Hz +/-0.166 Hz. Frekvensvariasjonen er godt innenfor grensen for frekvensvariasjon innenfor grensene gitt av prEN50163:2001, tabell 2.

Av hensyn til standardisering bør rullende materiell bygges for frekvensvariasjon innenfor grensene gitt av prEN50163:2001, tabell 2. Tilbakematet effekt fra et tog skal være synkront med 1-fase-nettets frekvens.

1.1.9 Dokumentasjon og test

Spenningsnivå på rullende materiell skal testes i henhold til EN 50215, punkt 9.15. Test av spenningsnivå skal utføres på et representativt område av aktuelle driftsstrekninger og skal gjøres for aktuelle driftssituasjoner som blant annet akselerasjon, retardasjon, sliring og tilbakemating.

1.2 Tilgjengelig effekt

Det rullende materiellets ytelse skal tilpasses de leveringsbetingelser matestasjonene har på den enkelte strekning samt de belastninger som genereres av annet materiell som trafikkerer nettet. Stedlige begrensinger for effektuttak vil kunne gis ved utarbeidelse av hver enkelt ruteplan.
Alle togstammer skal utrustes med en løsning med automatisk strømbegrensning som funksjon av spenning på strømavtaker i henhold til prEN 50388:2002, punkt 7.2.

1.2.1 Maksimum togstrøm

Banestrømsforsyningen er delt i følgende klasser for maksimum togstrøm fra en togstamme (I_{max}):

- Klasse 1 – Maksimum togstrøm: I_{max} =700 A
- Klasse 2 – Maksimum togstrøm: I_{max} =900 A
- Klasse 3 – Maksimum togstrøm: I_{max} =1200 A

I_{max} angir maksimum togstrøm som tillates på en strekning for en togstamme som har automatisk strømbegrensning som funksjon av spenning på strømavtakeren i henhold til pkt. 2.2. Uttak av strøm på I_{max} vil på enkelte strekninger kunne gi spenninger godt under krav i prEN50163:2001 selv uten andre tog på strekningen dersom spenningsavhengig strømbegrenser ikke er virksom.

For eldre materiell uten installert strømbegrensning må I_{max} vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Dersom en togstamme kan overskride I_{max} for aktuell strekning skal togstammen utrustes med en strømvelger i henhold til prEN 50388:2002, punkt 7.3 som begrenser I_{max}. Infrastrukturen i Norge er ennå ikke utrustet med løsninger for automatisk overføring av I_{max}. Innstilling av strømvelgeren for begrensning av I_{max} kan derfor foreløpig gjøres manuelt.

1.2.2 Krav til effektfaktor

Minimum gjennomsnittsverdi på induktiv effektfaktor for rullende materiell for spenning mellom U_{min1} og U_{max1} definert i prEN50163:2001 skal være i henhold til prEN 50388:2002, tabell 1, kolonne for "classical lines". Lavere verdier kan vurderes akseptert for eldre materiell. For lave effektuttak tillates induktiv effektuttak på opptil 100 kVar.

Kapasitiv effektfaktor skal være i henhold til 50388:2002, punkt 6.3. Kapasitiv effekt ved tilbakemating skal i tillegg begrenses til maksimum 60 kVar.

1.2.3 Dokumentasjon og test

Dokumentasjon på automatisk strømbegrensning som funksjon av spenningen kreves før prøvekjøring tillates.

Automatisk strømbegrensning som funksjon av spenning skal dokumenteres ved testkjøring som typetest.

Testing av effektfaktor skal gjøres i henhold til pkt. 13 og 14 i prEN 50388:2002. Det skal i tillegg vises at kapasitiv effekt ved tilbakemating er begrenset til maksimum 60 kVar.

1.3 Tilbakemating av effekt

Normalt vil det meste av tilbakematet effekt fra et tog bli forbrukt av andre tog.

De fleste roterende omformerstasjoner har muligheten til å mate tilbake effekt til 3-fasenettet. Noen statiske omformerstasjoner er også bygd for å mate tilbake effekt til 3-fasenettet. Noen statisk omformerstasjoner har utrustning som kan brenne av noe tilbakematet effekt, mens andre statiske omformerstasjoner ikke har noen mulighet til å ta imot tilbakematet effekt fra 1-fasenettet. Energien blir i disse stasjonene "skjøvet" videre ved å vri på spenningens fase.
Banestrømforsyningen er dimensjonert for følgende maksimumsverdier for tilbakematet effekt fra en togstamme:

Klasse 1 – Tilbakematet effekt:	I_{max} for strekningen (for strekninger med sonegrensebrytere)
Klasse 2 – Tilbakematet effekt:	5.0 MW (for strekninger uten sonegrensebrytere og avstand mellom innmatingspunktene opptil 40 km)
Klasse 3 – Tilbakematet effekt:	3.0 MW (for strekninger uten sonegrensebrytere og avstand mellom innmatingspunktene opptil 80 km)

Ovennevnte begrensning i tilbakematet effekt er satt med hensyn på vern på utgående linjeavgangers mulighet til å detektere en kortslutning samtidig som tog mater tilbake effekt. Dersom det kan dokumenteres tilfredsstillende løsninger i toget som automatisk stopper tilbakemating fra toget ved kortslutning i tilgrensende seksjonen kan begrensninger i klasse 2 og 3 opphøre. Midlertidig oppdeling av nettet kan føre til store begrensninger i 1-fasenettets mulighet til å ta opp tilbakematet effekt.

Begrensning av tilbakematet effekt til maksimum I_{max} for strekningen skal skje automatisk (eller ved strømvelger nevnt i pkt. 2.2.1). Begrensning i maksimum tilbakematet effekt på strekninger i klasse 2 og klasse 3 kan gjøres manuelt av lokfører.

Krav til regenerativ bremsing i prEN 50388:2002 skal følges. Rullende materiell skal ikke fortsette å bremse regenerativt dersom krav til maksimalspenning gitt i EN 50163 ikke oppfylles. Det er ikke satt noen krav til lengde på tidsperiode ”unspecified periode” beskrevet i underpunkt f) til tabell 1 i EN 50163 ved tilbakemating.

Tilbakematet effekt kan på enkelte strekninger begrenses av ikke elektriske årsaker. Se blant annet pkt. 1.5.3, kap 2, for begrensninger i krefter på spor/maksimal forskyvning mellom spor og sville.

1.3.1 Dokumentasjon og test

Testing av regenerativ bremsing skal gjøres i henhold til pkt. 13 og 14 i prEN 50388:2002.

Anordning/prosedyre for begrensning av maksimum tilbakematet effekt i henhold til oppgitt informasjon skal dokumenteres.

Tester med relevans mot infrastrukturen spesifisert i EN 50215:1999, punkt 9.3.1.5 skal gjennomføres.

1.4 Samordning av vernutløsning i matestasjonsanlegg og rullende materiell

Subtransient kortslutningstrøm er for Jernbaneverkets infrastruktur maksimalt 25 kA.

Før en 15 kVs linjeavgang spenningssettes sjekkes linjen for feil via en prøvemotstand på 640 ohm. Dersom linjeimpedansen er høy nok vil linjeavgangens effektbryteren bli lagt inn.

Primærvernet for 15 kV’s linjer er normalt et distansevern. Distansevernets sone 1 dekker normalt 60–85 % av linjen og har normal en utkoblingsstid på under 0,15 s. Sone 2 dekker hele linjen og normalt 20 –50 % av neste linje. Utløsningstiden er normalt under 0,3 s. Sone 2 startes av et strømsprang på 200 A eller spenningsprang på 2 kV i løpet av 0,2 s. Som sekundærvern på 15 kV’s linjer brukes normalt et overstrømsvern. Momentant overstrømsvern og termisk vern benyttes også for noen 15 kV’s linjer. 15 kV’s linjeavganger har underspenningsvern med normal innstilling på 10 kV, 2,0 s. Se JD 546 kap. 5, pkt. 12 for mer detaljert informasjon om banestrømsforsyningens vernutrustning.

Banestrømforsyningsanleggene har normalt automatisk gjenninnkobling dersom effektbryteren er utløst av overstrømsvern, distansevern, 100 Hz vern eller underspenningsvern på et utgående linjefelt. Gjenninnkobling foretas 5 s etter at effektbryteren er utløst og deretter henholdsvis 30 s og 180 s etter at forutgående gjenninnkoblingsforsøk er avsluttet.

Samordning av vernutløsning i matestasjonsanlegg og rullende materiell skal være i henhold til prEN 50388:2002.

Maksimum toppverdi på ”inrush current” fra transformatoren eller annet utstyr i en togstamme skal ikke overskride 1000 A i løpet av de 2 første periodene (120 ms). Etter 1.0 sekund skal

RMS-verdien av ”inrush current” være mindre enn 200 A. Kravene gjelder ved innkopling mot 16,500 kV (RMS) stiv spenning.

1.4.1 Dokumentasjon og test

Trafikkutøver skal i henhold til prEN 50388:2002, punkt 11.1 utarbeide et dokument som dokumenterer samordning mellom vern i matestasjonsanlegg og på rullende matreiell. Dokumentasjon skal utarbeides før prøvekjøring tillates.

Testing i forbindelse med vernkoordinering skal gjøres i henhold til pkt. 13 og 14 i prEN 50388:2002.

Test av ”inrush current” skal gjøres i umiddlebar nærhet av en omformerstasjon uten annet strømforbruk av betydning på den aktuelle linjen. Omformerstasjonen skal ha roterende omformeraggregater med minimum 20 MVA samlet merkeytelse i drift under testen. ”Inrush current” skal måles på primærsiden av togtransformatoren. Testen skal gjennomføres minimum 10 ganger. Ved test av ”inrush current” skal effektbryteren i toget lukkes ved spenningens 0-gjennomgang. Hvis ikke dette lar seg gjøre skal testen gjennomføres minimum 20 ganger. Målingen skal gjøres med en transientrecorder med samplingsfrekvens på minimum 1 KHz. (0.4 kHz ”anti-aliasing” filter eller tilsvarende). Målt ubelastet kontkaktledningsspenning skal fremgå i dokumentasjonen. Evt. skal omregning av strømmer til spesifisert spenning inngå i dokumentasjonen i tillegg til de målte verdier.

1.5 Pendlinger og stabilitet

Norsk banestrømforsyning består typisk av desentrale omformerstasjoner og stordelen av nettet har kapasitet dimensjonert for relativt moderat trafikk. Dette medfører at:

1. ett enkelt tog ofte utgjør hele eller en overveiende del av omformerstasjonens samlede last.
2. kraftige tog har maksimalt effektuttak i samme størrelsesorden som omformerstasjonens leveringskapasitet. (Antall omformeraggregater i drift i hver omformerstasjon tilpasses døgnvariasjoner effektbehovet).
3. det enkelte steder er så stor impedans i kontaktledningsanlegget at spenningen kan varierer opptil flere kilovolt bare som følge av endring av effektuttaket i toget selv eller annet tog i nærheten.

Roterende omformeraggregat har en resonansfrekvens på om lag 1.6 Hz. Effektkomponenter i 1-fasenettet i frekvensområdet 1,4 – 2,0 Hz kan ha en forsterkning gjennom omformeraggregatet på 10-20 ganger. Effektkomponenter fra rullende materiell skal ikke føre til effektpendlinger på 3-fasesiden av roterende omformerstasjoner. Effektkomponenter[fj1] i frekvensområdet 1,4 – 2,0 Hz skal ikke føre til skader på omformerene.

Vedlegg som viser typisk respons fra et 5,8 MVA roterende omformeraggregat ved ulike belastningstilfeller er under utarbeidelse. Jernbaneverket kan på forespørsel gjøre nyeste versjon av vedlegget tilgjengelig.

Under hensyntagen til de ovenfor listede forhold må rullende materiell:

- ikke forårsake pendlinger eller ustabilitet i banestrømforsyningensanlegget.

- på en tilfredsstillende måte kunne samhandle med annet elektrisk materiell og banestrømforsyningsanlegg.

1.5.1 Dokumentasjon og test

"Compatibility study" i henhold til i pkt. 10 i prEN 50388:2002 skal gjennomføres. "Accept criteria for new elemens" vil bli utarbeidet av Jernbaneverket.

Vurdering omkring hvordan man ved konstruksjon av reguleringssystemet har tatt hensyn til begrensning av frekvenskomponenter i frekvensområdet 1,4 – 2,0 Hz skal fremlegges i forbindelse med en godkjenningsprosess.

Testing skal gjøres i henhold til pkt. 13 og 14 i prEN 50388:2002.

Det skal gjennomføres testkjøring for observasjon/måling av pendlinger i frekvensområdet 1,4-2,0 Hz. Testprogram skal godkjennes av Jernbaneverket. Testene kan gjennomføres i to trinn. Trinn 1 medfører måling av effektkomponenter i frekvensområdet 1,4-2,0 Hz på toget. Trinn 2 omfatter målinger også målinger i roterende omformerstasjoner. Testene skal gjøres for et utvalg aktuelle driftssituasjoner som blant annet akselerasjon, retardasjon, sluring og tilbakemating. Testsituasjoner med dårlig adhesjon skal vektlegges spesielt. Jernbaneverket kan stoppe testen etter trinn 1 dersom tilfredsstillende resultat oppnås.

1.6 Inndata til togmodell for simulering av banestrømforsyningen

Informasjon i henhold til vedlegg 3.a. skal utarbeides og oversendes Jernbaneverket. Informasjonen skal benyttes som inndata i simuleringsprogram for banestrømforsyningen.

2 TOGVARMEANLEGG

Jernbaneverket tilbyr tre ulike systemer for tilkopling av hensatt materiell fra stasjonære togvarmeanlegg. For nærmere informasjon om systemene og geografisk plassering av uttakene vises til Network Statement punkt 5.3.2.1.

2.1 System for tilkopling

Følgende systemer finnes:

- Spenningssystem:
  1. 1000 V, 50 Hz
  2. 1000 V, 16 2/3 Hz
  3. 400 V, 50 Hz

- Maksimale effektuttak per togvarmepost er:
  1. For 1000 V anlegg; Fra 100 - 630 A (store variasjoner, lokale begrensninger er beskrevet i Network statement).
  2. For 400 V anlegg; 63 A.

- Følgende tilkoplingstyper benyttes:
  1. For 1000 V - system: Kontakttype i henhold til .UIC 552.
  2. For 400 V - system: Kontakttype rundstift 463-6 med pilotkontakt (L1- L2 - L3 – N – PE – pilot). Kobling i henhold til UIC 554-1, plate IV.

2.2 Sammenkopling

Det skal være automatiske foriglinger i togsettet eller manuelle rutiner ved betjening, slik at det forhindres sammenkopling av strømforsyning fra stasjonær togvarmepost og evt. andre eksterne strømforsyninger eller med forsyning via togets strømavtager.

3 KONTAKTLEDNINGSANLEGG

Kontaktledningsanleggene i Jernbaneverkets nett består i all hovedsak av anlegg med loddavspendte liner og tråder. Det benyttes både kontakttråd og bæreline opphengt på svingbare utliggere. Y-line forekommer. Seksjons-og vekslingsfelt gjøres ved hjelp av parallellfelt over 3, 4 og 5 spennlengder. Sugetransformatorer finnes ved om lag hver 3. km. Det finnes en del dødseksjoner som kan gi begrensninger i forhold til avstand mellom flere aktive strømavtakere i en togstamme.

3.1 Materiale i kontakttråden

Kontaktledningsanleggets kontakttråd består av kobber eller kobberlegeringer.
For ytterligere informasjon se EN 50149. Kontakttrådene har avrundet underside når de er nye.

3.2 Kontakttrådhøyder

Kontakttrådhøyde, kth, er den vinkelrette avstanden mellom sporplanet og underkant kontakttråd målt på et ubelastet kontaktledningsanlegg.

3.2.1 Nominell kontakttrådhøyde

Nominell kontakttrådhøyde er den høyden som det aktuelle kontaktledningssystem er designet for.

Nominell kontakttrådhøyde for kontaktledningssystemer med dimensjonerende hastighet opp til 200 km/h er 5.60 meter.
Nominell kontakttrådhøyde for kontaktledningssystemer med dimensjonerende hastighet over 200 km/h er 5.30 meter.
For nærmere informasjon se punkt 3.2, kap 4 [JD 540].

3.2.2 Maksimal kontakttrådhøyde

På enkelte deler av en banestrekning kan kontakttrådhøyden være større enn nominell høyde.

Klasse 1:
Kth ≤ 6.00 meter.

Klasse 2:
6.00 meter < kth ≤ 6.20 meter.

Kontakttrådhøyder for klasse 2 er relativt sjeldent og forekommer ikke i hovedspor. Klasse 2 kan typisk forekomme ved enkelte eldre stasjoner.

3.2.3 Minimum kontakttrådhøyde

På enkelte deler av en banestrekning er kontakttrådhøyden lavere enn nominell høyde.

Klasse 1:
Kth ≥ 5.05 meter.

Klasse 2:
5.05 meter > kth ≥ 4.80 meter.

Klasse 3:
4.80 meter > kth ≥ 4.60 meter.

Typiske steder for kontakttrådhøyder klasse 2 og 3 er inne i tunneler, under bruer og på enkelte jernbanebruer.

3.3 Kontakttrådhøydeendring

Generelt sett er kontakttrådhøydeendringer i hovedspor tilpasset aktuelle toghastigheter på en slik måte at kvaliteten på strømavtakingen er tilfredsstillende.

Klasse 1:
Maksimal kontakttrådhøydeendring = 1/(5*v), der v = hastighet i km/h (hastighet > 80 km/h).
For ytterligere informasjon se pkt. 3.2.4, kap.4 [JD 540].

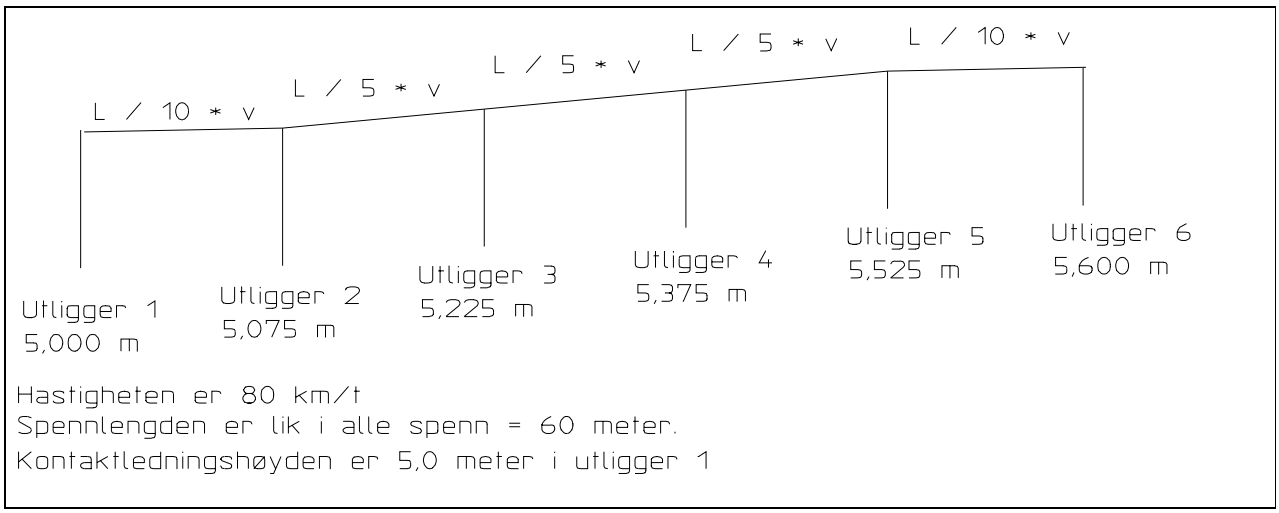
Klasse 2:
1/(5*v) ≤ maksimal kontakttrådhøydeendring ≤ 1:400.

Klasse 3:
1:100 < Maksimal kontakttrådhøydeendring; < 1:400.

Kontakttrådhøydeendring kan på enkelte strekninger/plasser være begrensende i forhold til største tillatte togfremføringshastighet.

Klasse 1 finner man på størstedelen av alle hovedspor, klasse 2 finnes enkelte steder i hovedspor mens klasse 3 først og fremst benyttes ved lokstaller og skifteområder. Det jobbes kontinuerlig med å ha kontakttrådhøydeendring i henhold til klasse 1 i alle hovedspor. Materiell som kan benyttes på strekninger med kontakttrådhøydeendring i henhold til EN 50119:2000 vil ikke ha problemer i forhold til klasse 1.

Et eksempel på kontakttrådhøydeendring i henhold til klasse 1 er gitt i Figur 34.1



Figur 34.1 Eksempel på endring av kontakttrådhøyde i henhold til klasse 1.

3.4 Kontakttrådens maksimale avvik fra spormidt (vindutblåsning)

Kontakttrådens maksimale avvik fra spormidt er summen av naturlig teoretisk avvik når anlegget er i ro pluss avvik grunnet vindbelastning og/eller vedlikeholds- og byggetoleranser. Kontaktledningsanleggene er dimensjonert for en vindbelastning på minimum 30 m/s vinkelrett på kontaktledningen. Enkelte banestrekninger er helt eller delvis dimensjonert for vindhastigheter høyere enn 30 m/s. Dette gjelder fortrinnsvis deler av høyfjellsstrekningene på Dovre- og Bergensbanen samt deler av Sørlandsbanen. Dersom den faktiske vindbelastningen er større enn den dimensjonerende kan kontakttrådens avvik bli større enn det som er angitt nedenfor.

Kontakttrådens maksimale avvik fra spormidt (både ved mast og mellom master) for et anlegg som ikke er påvirket av vind er 400 mm pluss vedlikeholds- og byggetolleranser som nevnt nedenfor.

Klasse 1:
Vindutblåsning ≤ 700 mm. Toleranse ≤ 50 mm.
Gjelder eldre anlegg som det finnes mye av på alle hovedstrekninger.

Klasse 2:
Vindutblåsning ≤ 550 mm. Toleranse ≤ 30 mm.
Gjelder nyere anlegg bygget etter ca. 1990 og finnes på deler av hovedstrekninger. Benyttes nesten alltid ved utskiftning av kontaktledningsanlegg på eksisterende linjer.

Klasse 3:
Vindutblåsning ≤ 500 mm. Toleranse ≤ 30 mm.
Gjelder nyere anlegg og mindre deler av enkelte hovedstrekninger samt hele Gardemobanen.

Det meste av Jernbaneverkets infrastruktur er bygget i henhold til klasse 1.
Det bygges ikke lenger nye kontaktledningsanlegg med tillatt vindutblåsning som for klasse 1.

4 STRØMAVTAKER

4.1 Typer av strømavtakere

Kontaktledningsanlegget er dimensjonert for strømavtakere med følgende mål:

Strømavtakerbredde:	1800 mm
Aktiv arbeidsbredde for strømavtakeen:	1200 mm
Lengde på slepekullene:	≥1000 mm

Alle strømavtakere skal ha to slepekull.

Avstand ytterkant-ytterkant mellom slepekullene: ≤ 600 mm
Avstand innerkant-innerkant mellom slepekullene: ≥ 350 mm

Strømavtakere av typen WBL85 og WBL88 er allerede godkjent for bruk av Jernbaneverket. Andre strømavtakere enn WBL85 og WBL88 skal på forhånd godkjennes av Jernbaneverket.

Jernbaneverkets infrastruktur kan ikke uten nærmere undersøkelser trafikkeres med strømavtakere som har en annen bredde enn 1800 mm.

Strømavtakeren skal alltid være innenfor det frie profilet for strømavtaker som er på strekningen til en hver tid. Strømavtakeren skal alltid ha en god elektrisk forbindelse med kontakttråden.

4.2 Materialvalg for slepekull

Materiale i kontaktstripen skal fortrinnsvis bestå av karbon. Karbonet kan om nødvendig impregneres med tilleggsmateriale. Slepekull skal godkjennes av Jernbaneverket.

4.3 Strømavtakerens vertikale arbeidsområde.

Strømavtakerens vertikale arbeidsområde skal dekke maksimal og minimum kontakttrådhøyde for alle strekninger materiellet ønskes benyttet på. I hele området skal strømavtakeren ha en god strømavtaking. Se også punkt 3.2.

4.4 Avstander mellom flere aktive strømavtakere i samme tog

Minste avstand mellom 2 aktive strømavtakere i samme togstamme er 20 meter.

Dersom det er flere aktive strømavtakere i en togstamme vil antall og avstand være dimensjonerende for hvilke toghastigheter som kan benyttes. Her kreves egen godkjenning fra Jernbaneverket på de forskjellige banestrekningene. Ved en slik godkjennelse kan det kreves beregninger, simuleringer eller testkjøringer for å finne tillatte toghastigheter. I tillegg kan enkelte strømavtakeravstander gi begrensninger i forhold til passering av utkoplete død-seksjoner.

4.5 Autodroppfunksjon

Detektering av skade på strømavtakerens kullstykke og hurtigsenkning kreves.

For krengetog som har en aktiv posisjonering av strømavtakeren skal i tillegg feilplassering av strømavtaker detekteres for alle hastigheter og medføre hurtigsenkning dersom avviket mellom faktisk og ønsket posisjon overskrider 50 mm.

5 GRENSESNITT MELLOM STRØMAVTAKER OG KONTAKTTRÅD

5.1 Statisk trykk

Alle kontaktledningsanlegg i Jernbaneverkets infrastruktur er dimensjonert for et statisk trykk mellom strømavtaker og kontakttråd på 55 +/- 5N.

Et statisk trykk i henhold til prEN 50367:2002 krever egen godkjenning og vil gi begrensninger i hvilke banestrekninger som kan benyttes.

5.2 Strømavtakerens maksimale avvik fra spormidt

Maksimalt avvik fra spormidt er 250 mm. Kravet for strømavtakerens maksimale avvik fra spormidt gjelder ved en kontakttådhøyde på 5.60 meter.

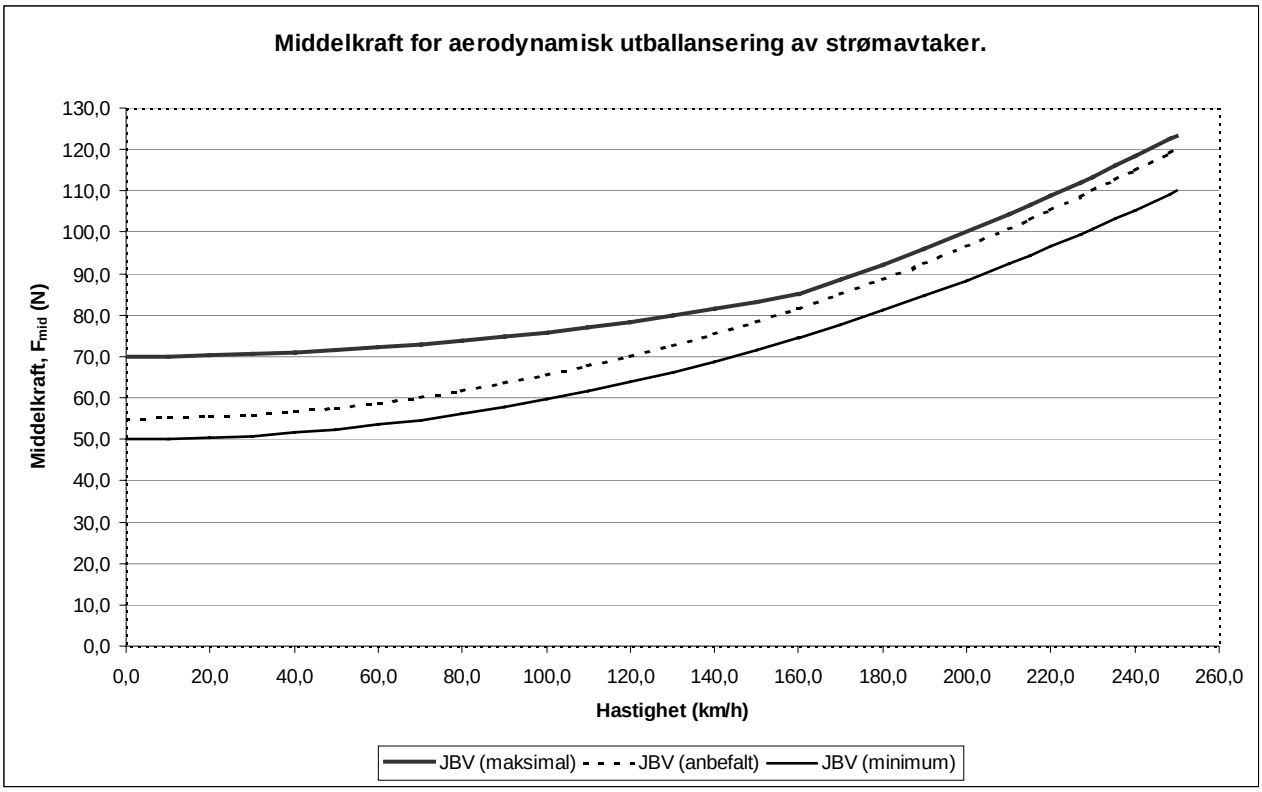
5.2.1 Dokumentasjon av strømavtakerens maksimale avvik fra spormidt

Maksimalt avvik skal dokumenteres ved beregning eller testing/måling. Beregninger og tester/målinger skal gjøres ut fra ugunstigste tilstand for alle komponenter; hastighet, sporradius, sporfeil, fjæringsspill, togvekt og komponentslitasje. Beregninger og tester for elektrisk materiell skal godkjennes av Jernbaneverket. Slike beregninger vil for strømforsyningen sin del kun være relevant på den delen av materiellet som har påmontert strømavtaker.

Før prøvekjøring skal det som et minimum dokumenteres teoretisk at strømavtakerens maksimale avvik fra spormidt ikke er større enn 250 mm.

5.3 Aerodynamisk utbalansering

Kontaktledningsanleggene er dimensjonert for en maksimal og en minimum middelkraft. Middelkraften varierer med og er en funksjon av togfremføringshastigheten. Middelkraft (F_{mid}) ved aerodynamisk utbalansering av strømavtaker er den opptrykkskraft (statisk + dynamisk) som strømavtakeren har ved en gitt hastighet og kontakttrådhøyde uten at strømavtakeren berører kontakttråden. Kravene for middelkraft ved utbalansering av strømavtaker er vist i Figur 34.2.



Figur 34.2 Aerodynamisk middelkraft som funksjon av hastighet og statisk kraft.

5.4 Krefter mellom strømavtaker og kontakttråd

Kraften mellom strømavtaker og kontakttråden er den totale kraften mellom en strømavtakers slepekull og undersiden av kontakttråden.

5.4.1 Grenseverdier for krefter mellom strømavtaker og kontakttråd

Grensene for krefter mellom strømavtaker og kontakttråd er vist i JD 542.
Grensene gjelder for hver enkelt strømavtaker dersom det er flere operative strømavtakere i samme tog. Grensene benyttes for vurdering av både simulerte og målte krefter. Dersom det utføres målinger kreves det ikke simulering av krefter. Gjennomgang og vurdering av måle- og simuleringsresultater utføres av materielleverandør og resultatet fra dette arbeidet oversendes Jernbaneverket til vurdering og godkjenning.

5.4.2 Måling av krefter mellom strømavtaker og kontakttråd

Måling av krefter mellom strømavtaker og kontakttråd skal utføres i henhold til prEN 50317:2001. Jernbaneverket benytter seg ikke av lysbuemålinger (avsnitt 8 i prEN 50317:2001) for å bedømme dynamiske forhold mellom strømavtaker og kontakttråd.
Målinger utføres for den maksimale fremføringshastighet som materiellet ønsket benyttet for. Målingene utføres på en representativ del av den strekningen materiellet ønskes benyttes på.

Behov for målinger kan vurderes av Jernbaneverket. Uten en slik vurdering skal målinger alltid utføres.

Ved ønske om generell godkjenning på hele det norske jernbanenettet skal det måles på en representativ strekning som Jernbaneverket godkjenner i forkant av målingene. Det skal minimum måles på en strekning med kontaktledningsanlegg Tabell 54 eller System 35 samt en strekning med S20 eller S25. Målingene skal gjøres på en kurverik strekning og med ønsket togfremføringshastighet. Ved godkjenning av materiell med flere aktive strømavtakere, for eksempel multippelkjøring, skal det måles på den strømavtakeren som antas å ha de største belastningene. Hver kjøring skal grovevalueres med hensyn på krav til krefter før neste kjøring finer sted. Dersom kravene nås før ønsket hastighet oppnås skal målingene avsluttes eventuelt godkjennes videreført av Jernbaneverket.

5.4.3 Simulering av krefter mellom strømavtaker og kontakttråd

Simulering av krefter mellom strømavtaker og kontakttråd skal utføres i henhold til prEN 50318:2001. Ved simulering benyttes statisk kraft tilsvarende den som ønskes benyttet, dog minimum 55N.

5.5 Fritt profil for strømavtaker

Fritt profil for strømavtaker er gitt i pkt. 4.1, kap. 5 [JD 540]. Profilet viser det område strømavtakeren kan bevege seg i ved en driftssituasjon. Enkelte strekninger kan ha begrensninger i forhold til dette profilet.

Klasse 1:
Strekningen tilfredsstiller fritt profil for strømavtaker i henhold til JD 540 for $F_{maks} \leq 200$ N.

Klasse 2:
Strekningen tilfredsstiller fritt profil for strømavtaker i henhold til JD 540 for $F_{maks} \leq 150$ N.

Klasse 3:
Strekningen har et ytterligere begrenset profil i forhold til klasse 1 og 2. Begrensningene beskrives for de enkelte strekninger

6 EMC

Rullende materiell forutsettes å være i samsvar med EN 50121. Avvik kan etter nærmere vurdering aksepteres i enkelttilfeller. Samsvar med EN 50 121 legges til grunn ved nybygg og oppgradering av infrastrukturanlegg.