Notat

Til: Johan Seljås/Intercity
Paul Grefsrud/Teknisk operativ støtte Oslokorridoren
Thorleif Pedersen/Plan og teknikk, Elkraft og tele
Nils Grønneberg/Energi Plan

Fra: Øyvind Stensby

Telefon: +47 41621869

Dato: 19.07.2017

Saksref: 201723215-1

Kopi til:

Intern høring - Forslag til endring av Teknisk regelverk - Felles Elektro/Generelle tekniske krav/Kortslutningsdimensjonering

Teknologi og regelverk – Elkraft jobber med revisjon av krav til kortslutningsdimensjonering i Teknisk regelverk.

Vi sender med dette forslaget på intern høring hos berørte enheter i Bane NOR, og setter høringsfrist til **fredag 8. september.** Vårt mål er å innarbeide forslaget i Teknisk regelverk fra revisjonen i januar/februar 2018.

Kravet slik det er i dag står her:

https://trv.jbv.no/wiki/Felles_elektro/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav#Dimensjonerende_kortslutnings-str.C3.B8mmer_og_varigheter_for_15_kV-anlegget

Revisjonen har følgende formål:

- Forbedret beskrivelse som gir bedre forståelse av kravet.
- Oppdatering av kravene som følge endringer i infrastrukturen som forventes framover:
    - Bygging av Follobanen
    - Bygging av Ringeriksbanen
    - Elektrifisering av Trønder- og Meråkerbanen
    - Hensynta Energi sine planer for framtidig omformerplassering i Oslo-området

Forslaget til nytt krav er skrevet inn til slutt i dette notatet. Forslaget er utarbeidet på bakgrunn av beregnete kortslutningsstrømmer for alternativene som er presentert i høringsversjonen av Energi sin utredning for Oslo-området. Vårt beregningsnotat er vedlagt.

Nytt krav vil bli gjeldende ved

- nybygg og fornyelse av infrastruktur (ny infrastruktur skal tåle angitt kortslutningsstrøm), og
- endringer i banestrømforsyningen (ved endringer skal det sikres at kortslutningsstrømmen ikke overskrider angitt nivå)

Det vil være en risiko for at eksisterende anlegg får underdimensjonerte forbindelser i en (kortere eller lengre) overgangsperiode, men det er en risiko som må aksepteres. Konsekvensen av dette vil først og fremst være fare for skade på utjevningsforbindelser ved kortslutning (uttørking av isolasjon), men vi vurderer ikke det som en alvorlig konsekvens. Teknisk regelverk anbefaler at nye utjevningsforbindelser legges uten isolasjon der det er mulig, slik at de tåler betydelig høyere temperatur uten å ta skade. Vi anser at strekningen som vil få størst avvik er Kobbervik-Sande, som er en relativt nybygget strekning, og der eksisterende krav er 12,5 kA, mens nytt krav blir 25 kA som følge av at det foreslås stor framtidig installert ytelse ved Drammen. Vi har ikke kontrollert den faktiske dimensjoneringen av jordingsanleggene på strekningen.

Forslaget gir størst konsekvenser for dimensjonering av anlegg for de ytre delene av InterCity-strekningene og tilgrensende baner, i tillegg til området rundt Hønefoss og Drammen, der Energi antyder forholdsvis betydelige økninger i installert omformereffekt. På strekninger med eldre anlegg ser vi det som naturlig å øke dimensjoneringen ved framtidige ombygginger av kontaktledning og stasjoner.

Vi har prøvd å begrense omfanget av økte krav på strekninger som i dag har relativt nye anlegg, spesielt Oslo-korridoren, der nye anlegg er dimensjonert for 25 kA. Vi ønsker å unngå behov for å gjøre endringer på disse strekningene. Derfor er kravet for Oslo-korridoren satt til 25 kA selv om vi for flere aktuelle alternativer i Energi sin utredning beregner en største kortslutningsstrøm på mer enn 30 kA på denne strekningen. Vi regner med at måter å håndtere det på vil være å:

- begrense antallet roterende omformere i eller nær Oslo-korridoren,
- begrense kortslutningsstrøm fra nye omformere,
- legge formelle begrensninger på hvor mange / hvilke omformerenheter som kan tillates å bli driftet samtidig (vi regner med at det uansett normalt er en forholdsvis betydelig reserve som ikke er i drift),
- revurdere utformingen av kontaktledningsnettet i Oslo-korridoren, for eksempel i hvilken grad spor er sammenkoplet, og omfanget av ombygging til AT-system.

I sum regner vi med at det er gjennomførbart å holde kortslutningsstrømmen under det dimensjonerende nivået selv om det kan medføre begrensninger i valgmuligheter for utvikling av banestrømforsyningen. Alternativet ville være relativt store investeringer i kontroller og mulig oppgradering av jordingsanlegg langs sporet på flere relativt nybygde strekninger.

Med vennlig hilsen

Øyvind Stensby

Jernbaneteknikk

Dimensjonerende kortslutningsstrømmer i 15 kV-nettet

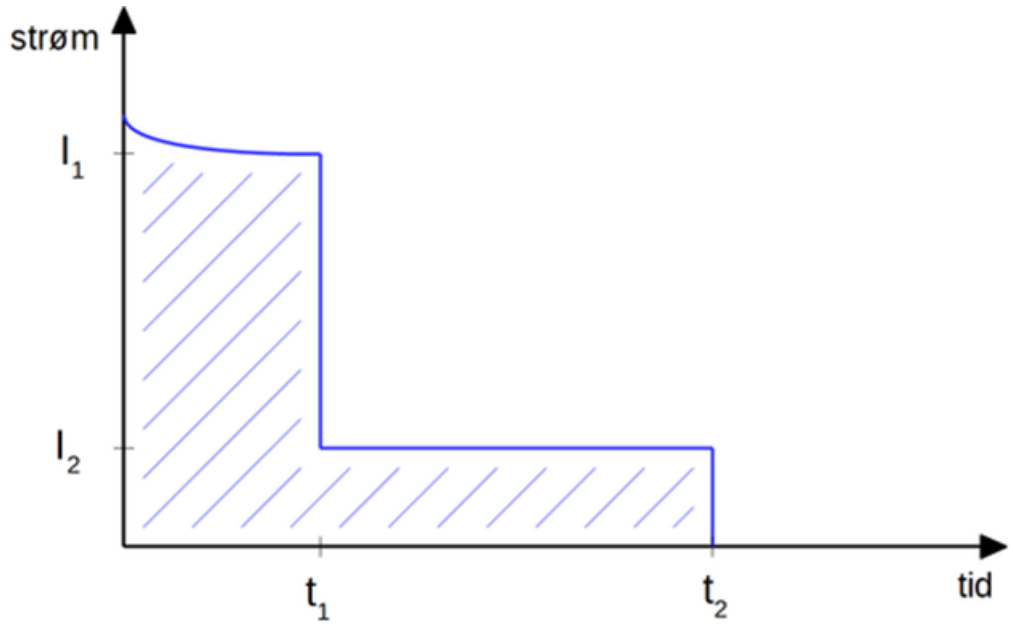
Dimensjonerende kortslutningsstrømmer benyttes til:

- termisk dimensjonering av ledere ved kortslutning,
- beregning av tilgjengelig berøringsspenning under kortslutning,
- elektrisk dimensjonering av brytere for innkobling mot og utkobling av kortlsutninger,
- mekanisk dimensjonering som følge av magnetiske krefter under kortslutning, og
- releplanlegging.

Krav til dimensjonerende kortslutningsstrømmer i 15 kV-nettet baserer seg til en stor grad på COWI sin rapport *"Kortslutningsdimensjonering av komponenter i banestrømforsyningen"* fra 2007, dokumentnr. EB.800049-000.

Figur 1 beskriver et typisk forløp for en kortslutning nær en matestasjon ved tosidig mating. Fram til tid t_1 mater matestasjonen fra begge sider til kortslutningen. Ved tid t_1 kobler bryteren i den nærmeste matestasjonen ut. Matestasjonen som er lengst borte har normalt forsinket utkopling av bryteren for å sikre selektivitet. En mindre kortslutningsstrøm I_2 forblir da innkoblet fram til tiden t_2.

Den høyere inntegnede startstrømmen oppstår som følge av en likestrømskomponent under kortslutningen.



Figur 1: Typisk forløp for en kortslutning nær en matestasjon ved tosidig mating.

Det er beregnet en dimensjonerende kortslutningsstrøm I_k ved starten av kortslutningsforløpet for ulike deler av landet. Tabell 1 angir beregnede verdier for

kortslutning til ulike formål basert på aktuell dimensjonerende kortslutningsstrøm I_k. Beregningene er gjort med bakgrunn i de vanligste forutsetningene.

a) **Dimensjonerende kortslutningsstrøm I_k:** Dimensjonerende kortslutningsstrøm I_k skal fastsettes i henhold til Tabell 1.

1. Utførelse: Ved endring i banestrømforsyningen skal angitt kortslutningsstrøm ikke overskrides for de aktuelle banestrekningene.
2. Utførelse: Ved prosjektering og bygging av ny og fornyet jernbaneinfrastruktur på aktuelle strekninger skal infrastrukturen dimensjoneres for angitt kortslutningsstrøm.

De angitte verdiene for I_k er standardiserte verdier i henhold til IEC 60059.

b) **Støtstrøm:** Støtstrøm for mekanisk dimensjonering skal settes til $I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k$, der er beregnet til å være $\kappa = 1,55$ for alle tillatte elektriske utforminger av norsk banestrømforsyning.

c) **Termisk kortslutningsstrøm:** Komponenter og ledere skal dimensjoneres for den termiske strømbelastningen I_{th} for kortslutningsforløpet.

1. Utførelse: Termisk kortslutningsstrøm for 0,1 og 0,3 sekunder angitt Tabell 1 kan legges til grunn. Verdiene er beregnet effektivverdi for en kortslutning som vist i Figur 1, med tiden t_1=0,1 s, t_2=0,3 s , I_1=I_k og I_2=0,33·I_k.
2. Utførelse: Der det dokumenteres andre forutsetninger enn de som er lagt til grunn ved beregning av termisk kortslutningsstrøm i Tabell 1, kan ny dimensjonerende termisk kortslutningsstrøm beregnes og legges til grunn.
    1. Ved noen koblingsanlegg kan det dokumenteres raskere frakoblingstid enn 0,1 s ved store strømmer. I slike tilfeller kan termisk kortslutningsstrøm beregnes på nytt for den aktuelle frakoblingstiden.
    2. I mange tilfeller kan det dokumenteres lavere strøm I_2 enn 0,33·I_k, som lagt til grunn i Tabell 1. I slike tilfeller kan $I_{th0,3}$ beregnes på nytt med den lavere strømmen.

d) **Berøringsspenning:** Ved beregning av berøringsspenning under kortslutning skal effektivverdien til vekselstrømskomponenten I_{rms} under kortslutningsforløpet legges til grunn.

1. Vurdering: Effektivverdien i t_1 eller t_2 sekunder kan være dimensjonerende - og begge strømmer/tider skal derfor kontrolleres.

e) **Varigheter:** Varigheten for kortslutninger skal ligge til grunn for valg av kortslutningsdimensjonering.

1. Utførelse: Varighet på t_1=0,1 s og t_2 = 0,3 s kan legges til grunn som de mest konservative verdiene i kontaktledningsnettet.
2. Utførelse: Mindre konservative verdier kan benyttes der det dokumenteres raskere frakobling ved de største strømmene.

Flere produktstandarder anbefaler eller angir større varigheter for kortslutninger. For eksempel angir EN 60076-5 en varighet på 2,0 sekunder for transformatorer, og EN 62271-1 anbefaler en varighet på 1,0 sekunder for brytere. Slike anbefalinger gjøres ikke gjeldende for komponenter tilknyttet kontaktledningsnettet på grunn av den raske frakoblingstiden som oppnås fra koblingsanleggene.

Tabell 1: Beregnede verdier for kortslutningsstrøm basert på Figur 1

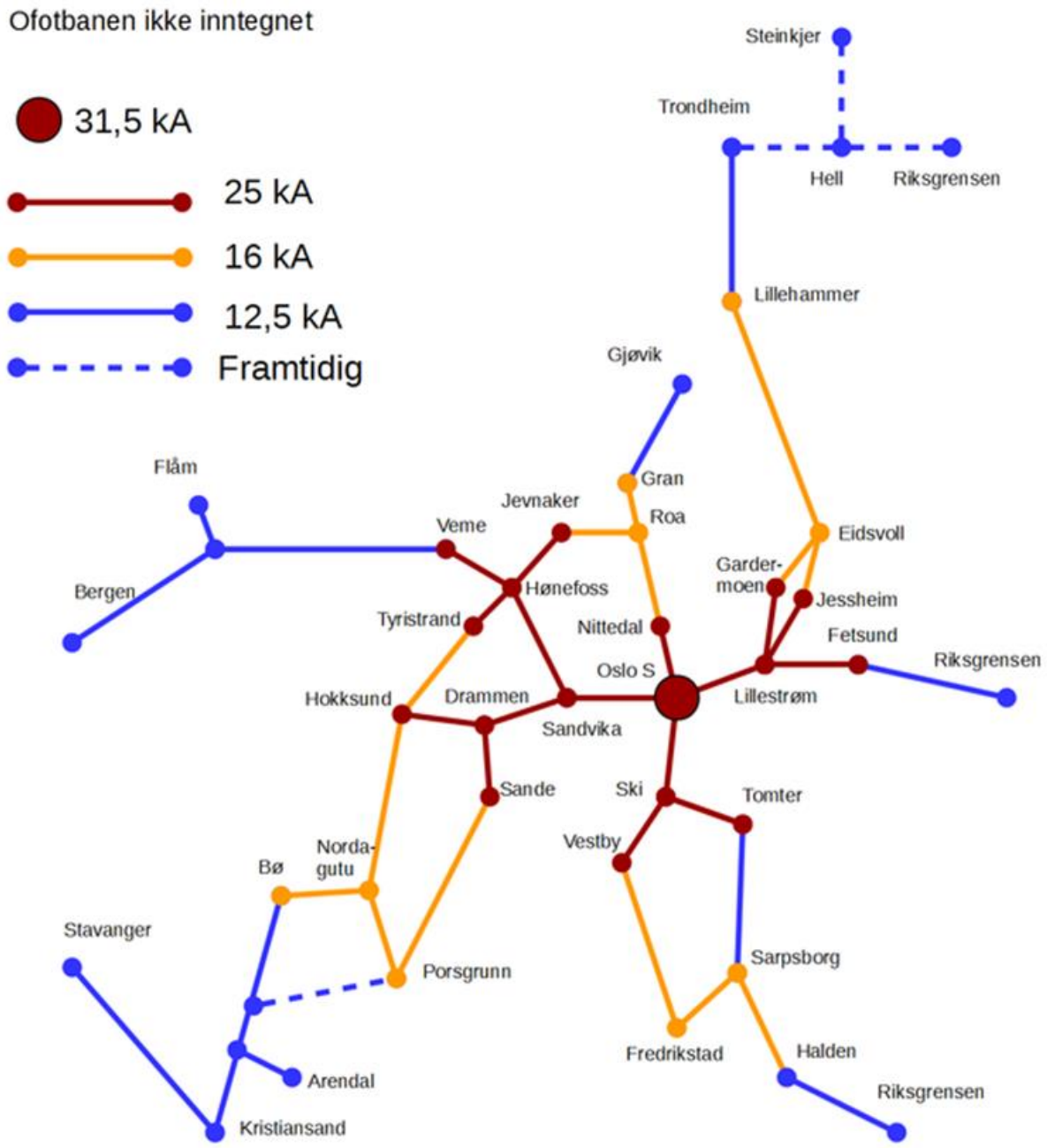
Dimensjonerende kortslutningsstrøm I_k [kA]	**Støtstrøm I_p [kA]**	**Termisk kortslutningsstrøm t_k=0,1 s $I_{th0,1}$ [kA]**	**Termisk kortslutningsstrøm t_k=0,3 s $I_{th0,3}$ [kA]**	**Kortslutningsstrøm effektivverdi t_k=0,1 s $I_{rms0,1}$ [kA]**	**Kortslutningsstrøm effektivverdi t_k=0,3 s $I_{rms0,3}$ [kA]**	**Område**
31,5	69,0	37,8	23,4	31,5	20,2	Koblingshuset Oslo S
25,0	54,8	30,0	18,6	25,0	16,0	Innenfor Oslo-området
20,0	43,8	24,0	14,9	20,0	12,8	Ofotbanen
16,0	35,0	19,2	11,9	16,0	10,3	Ytre Oslo-område
12,5	27,4	15,0	9,3	12,5	8,0	Resten av landet

Områdene avgrenses som beskrevet i Tabell 2 og i Figur 2.

Tabell 2: Avgrensning av områder

Område	**Beskrivelse**
Koblingshuset Oslo S	Selve koblingshuset, alle matekabler, og alle spor som normalt er ensidig matet fra koblingshuset.
Oslo-området	Innenfor området som avgrenses av følgende stasjoner (inkludert stasjonsområdene): • Nittedal (Gjøvikbanen) • Jessheim (Hovedbanen) • Gardermoen (Gardermobanen) • Fetsund (Kongsvingerbanen) • Sande (Vestfoldbanen) • Hokksund (Sørlandsbanen, mot Oslo via Drammenbanen) • Tyristrand (Randsfjordbanen, mot Oslo via Ringeriksbanen) • Jevnaker (Roa - Hønefossbanen, mot Oslo via Ringeriksbanen) • Veme (Bergensbanen, mot Oslo via Ringeriksbanen) • Vestby (Østfoldbanen)

	• Tomter (Østfoldbanen Østre linje)
Ytre Oslo-område	Gjelder alle nye InterCity-strekninger utenfor Oslo-området, innenfor (inkludert stasjonsområdene): • Lillehammer (Dovrebanen) • Halden (Østfoldbanen) • Bø (Vestfoldbanen, Bratsbergbanen og Sørlandsbanen) Gjelder i tillegg strekningene: • (Hokksund) - (Tyristrand) (Randsfjordbanen) • (Nittedal) - Gran (Gjøvikbanen) • Roa - (Jevnaker) (Roa - Hønefossbanen)
Ofotbanen	-
Resten av landet	-



Figur 2: Kart med angitt dimensjonerende kortslutningsstrøm.