

# → Leder for elsikkerhet

Leksjon 12: Etablering av jordingsutstyr

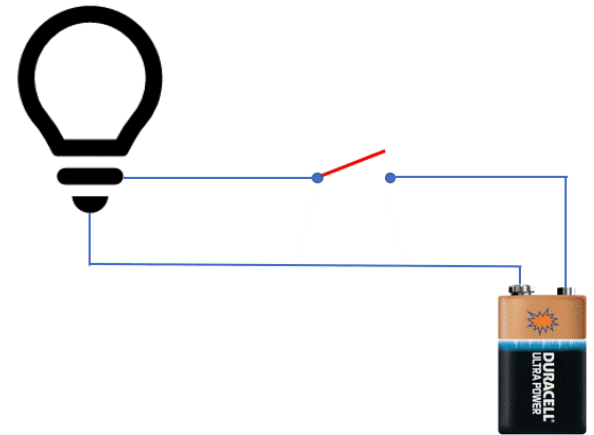
## → Frakobling

En sikkerhetsfunksjon som innebærer å **bryte tilførselen** til alle eller enkelte deler av anlegget ved at disse delene atskilles fra strømkilden(e).

(FSE § 5)

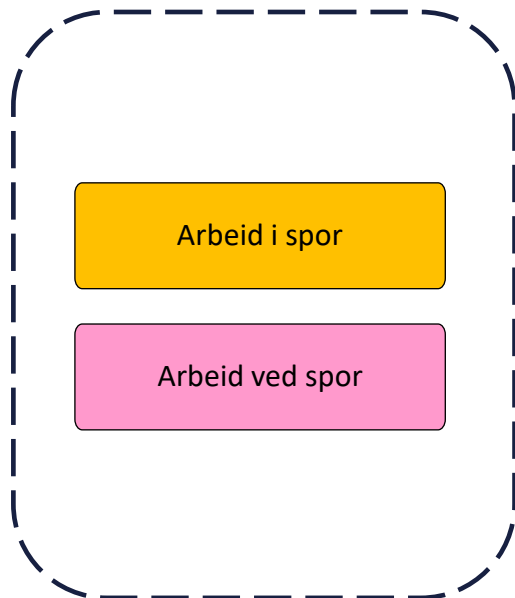
Kobling av elektriske anlegg skal utføres på en slik måte at dette ikke medfører fare for skade på liv, helse og materielle verdier.

(FSE § 11)



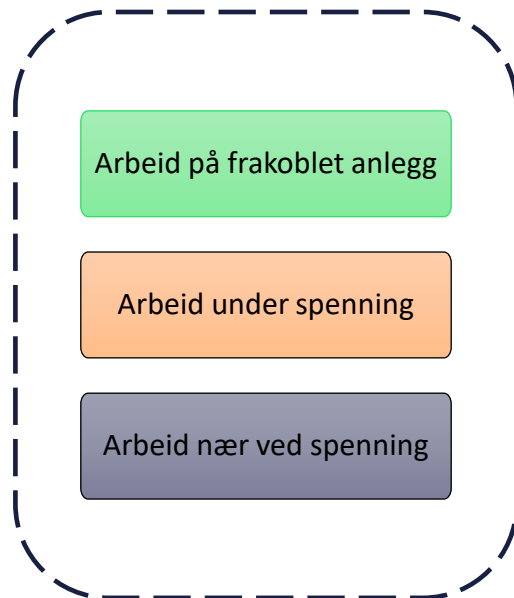
# Arbeidsmetoder m.h.t. sikkerhet

## Trafikksikkerhet



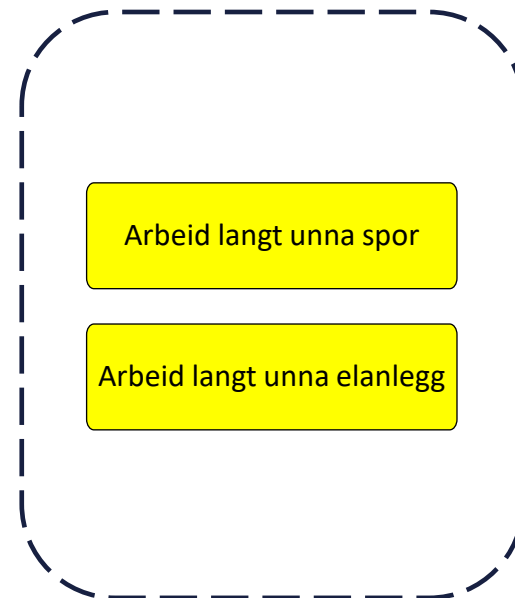
Sannsynlighet for trafikkskade (tog)

## Elsikkerhet



Sannsynlighet for elektrisk skade

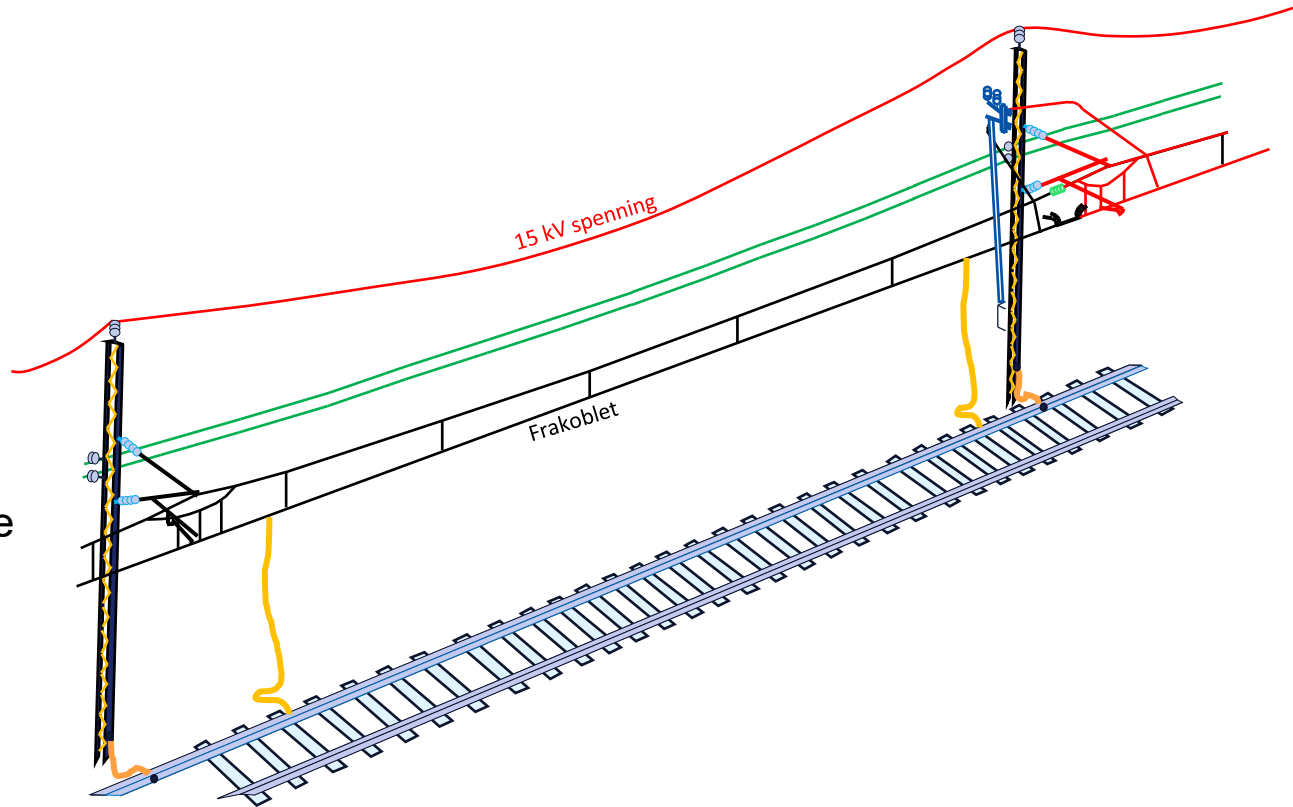
## Sunn fornuft



Sannsynlighet for annet skade

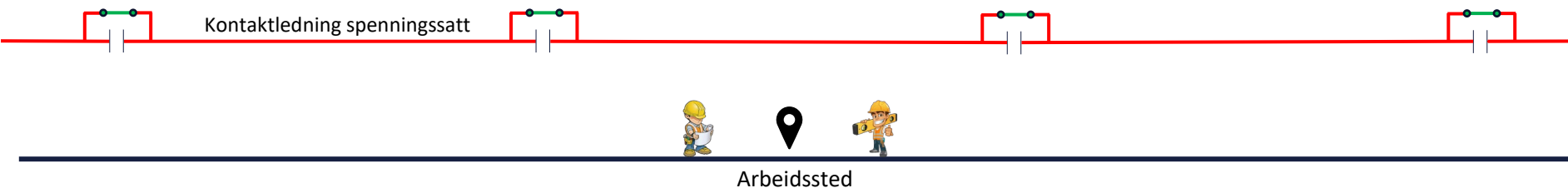
## FSE § 14

- Frakobling
- Sikring mot innkobling
- Spenningsprøving
- Jording av frakoblet ledning
- Årvåkenhet mot nærliggende spenning



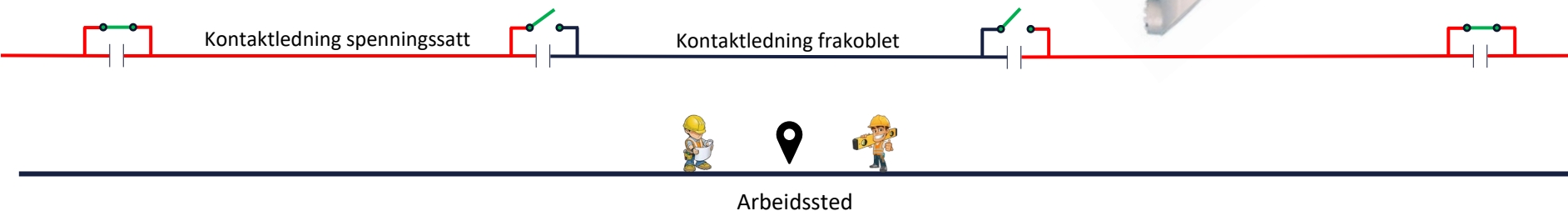
## Arbeid på frakoblet anlegg

- LFS ringer til LFK og ber om frakobling av ved å legg ut relevante brytere



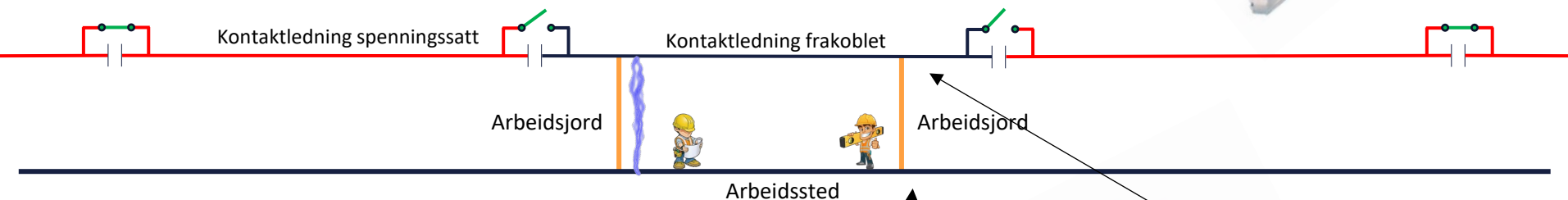
## Arbeid på frakoblet anlegg

- LFS ringer til LFK og ber om frakobling av ved å legge ut relevante brytere
- LFS og 2. person spenningstester KL



## Arbeid på frakoblet anlegg

- LFS ringer til LFK og ber om frakobling av ved å legg ut relevante brytere
- LFS og 2. person spenningstester KL
- LFS og 2. person henger opp jordingsapparater
  - Alltid feste på skinnefotklemme først, og deretter feste faseklemmen på KL



Fullt dimensjonert

Der hvor jobben foregår

Tåler maks kortslutningsstrøm

Synlig fra arbeidsted

LFS har ansvaret for etablering

Etableres mot alle steder hvorfra anlegg kan settes under spenning.



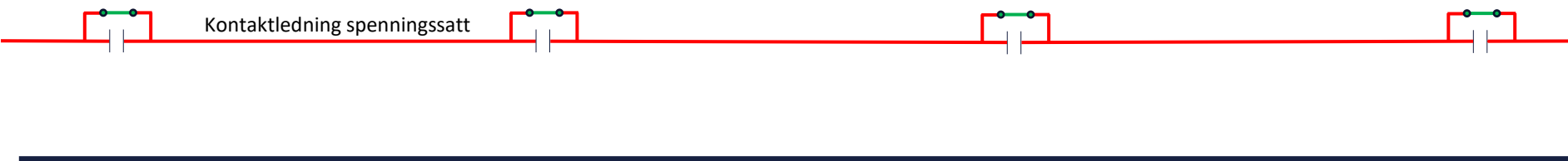
Under 2 kg. Myk slaghode

Endepunktsjord



Markeringsjord

- LFS ringer til LFK og ber om frakobling av ved å legg ut relevante brytere



Endepunktsjord



Markeringsjord

- LFS ringer til LFK og ber om frakobling av ved å legg ut relevante brytere
- LFS og 2. person spenningstester KL
- LFS og 2.person henger opp jordingsapparater



Endepunktsjord

Fullt dimensjonert

Ikke alltid synlig fra arbeidsted

LFK har ansvaret for etablering

Markeringsjord

Ikke fullt dimensjonert

Synlig fra arbeidsted

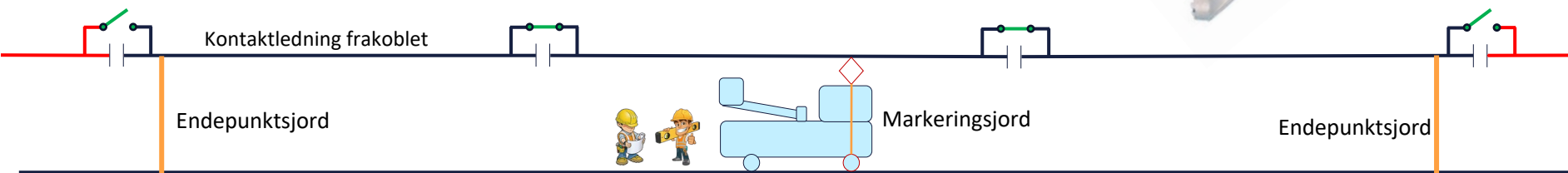
LFS har ansvaret for etablering

Endepunktsjord



Markeringsjord

- LFS ringer til LFK og ber om frakobling av ved å legg ut relevante brytere
- LFS og 2. person spenningstester KL
- LFS og 2.person henter opp jordingsapparater
- Strømvaktar på de fleste arbeidsvogner er godkjent som markeringsjord



Endepunktsjord

Fullt dimensjonert

Ikke alltid synlig fra arbeidsted

LFK har ansvaret for etablering

Markeringsjord

Ikke fullt dimensjonert

Synlig fra arbeidsted

LFS har ansvaret for etablering

## Arbeid på frakoblet anlegg (§§ 14 og 15)

- LFS ringer LFK og henviser til elsikkerhetsplan
- LFK foretar frakobling og utpeker LFS
- LFK sørger for sikring av brytere mot innkobling
- LFS og «2. person» spenningstester anlegget
- LFS og «2. person» etablerer sikkerhetstiltak
- Sikkerhetstiltak kan være enten arbeidsjord eller endepunktsjord + markeringsjord (FSE § 5)
- Alle får beskjed om nærmeste spenningsatte punkt
- Alle for beskjed at elsikkerhetstiltak er etablert og jobben kan starte
  
- Jobben utføres av arbeidslag
  
- Før avvikling av tiltak blir alle parter informert at jobben er avsluttet
- Sikkerhetstiltak avvikles
- LFS ringer LFK og melder seg ut.
- LFK legger inn brytere og anlegget spenningsettes

Etablering  
(§ 14)

Avvikling  
(§ 15)

## → Sikkerhetsutstyr

- Personell skal ha tilstrekkelig opplæring
- Arbeidet skal utføres etter anerkjente metoder/instruks
- Krav til 2 personer.



## → Spenningsindikator

### MAXETA – Spenningsprøver



KP-test 5HL er en utførelse spesielt utviklet for bruk på kontaktledning med spenning 15kV, frekvens 16 2/3 Hz.

### Melbye – Fameca TAG 200



- 50 Hz 6 – 66 kV
- 16 2/3 Hz - 16 kV

### Melbye – MTAG Railway



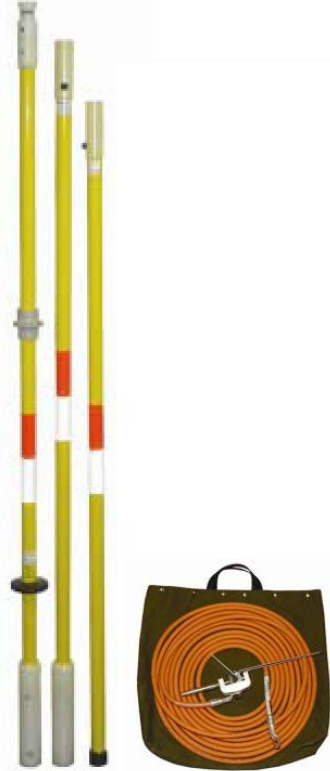
- 16 2/3 Hz – 16 kV
- 16 2/3 Hz – 55-66 kV

## → Funksjonstest av spenningsindikator



- Sjekk alltid at det er riktig merking på indikatoren med hensyn til merkespenning og årlig kontrollmerke.
- Kontroller at indikatoren virker ved å trykke inn testknappen, som sitter mellom to lamper/lysdioder. Da du trykker inn knappen høres et akustisk lydsignal og den røde pæra begynner å blinke.
- Når du slipper knappen slutter lydsignalet og lysdioden skifter fra rødt til fast grønt lys i ca 1 minutt. Du har nå foretatt en funksjonskontroll på indikatoren.
- HUSK! Funksjonskontroll av spenningsindikatoren før og etter spenningstesting av kl-anlegget.

## → MAXETA – bærbart jordingsapparat



- Et komplett jordingsapparat består av:
  - Faseklemme
  - Faselisse
  - Skinnefotklemme
- Ved bestilling av jordingsapparat, husk at både faseklemme og skinnefotklemme må tåle samme kortslutningsytelse som fasefissa

## → MELBYE - bærbart jordingsapparat



- **Betjeningsstenger 36kV**
  - BR stang er for utebruk
  - BI stang er for innebruk
- **Faseklemme JK 37**
- **Jord/ kortslutningslisse, tverrsnitt 50-95 mm<sup>2</sup>**
- **Skinnefotklemme Kago CGI 12**

Passer til skinnetype:

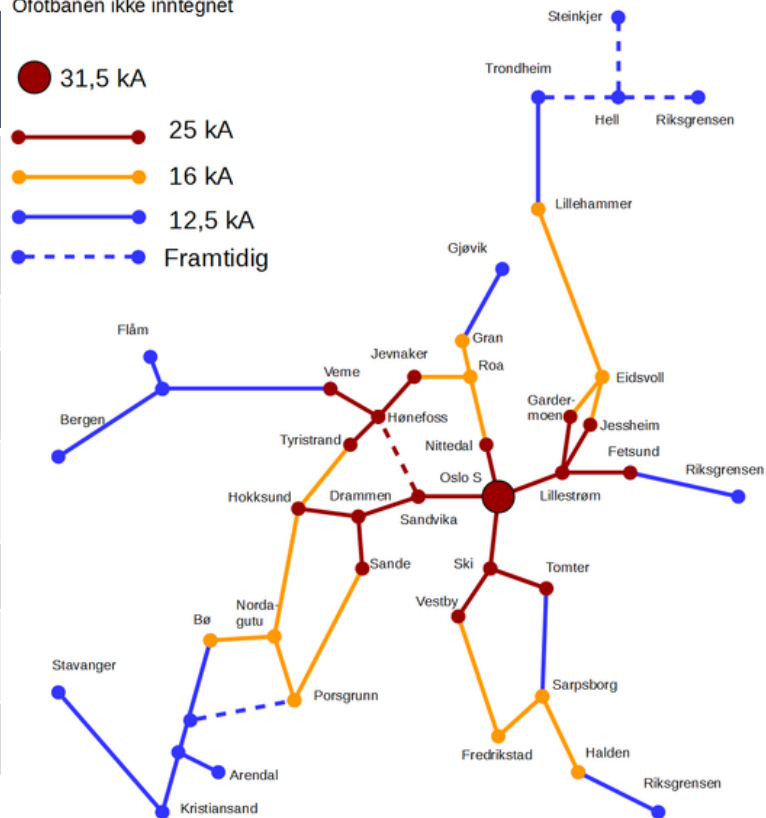
- S49
- S54,
- UIC60



## → Dimensjonering av kortslutningsstrøm

Område	Se krav a) - ( $I_k$ )		Se krav c) - ( $I_p$ )		Se krav d) - ( $I_{th}$ ) (for beregning av temperaturstigning)		Se krav e) - ( $I_{rms}$ ) (for beregning av berøringspenning)	
	Dimensjonert $I_k$	Støt I $I_p$	Termisk kortslutning I $t_k=0,1\text{ s}$ , $I_{th0,1}$	Termisk kortslutning I $t_k=0,3\text{ s}$ , $I_{th0,3}$	Veksel I effektivverdi $t_k=0,1\text{ s}$ , $I_{rms0,1}$	Veksel I effektivverdi $t_k=0,3\text{ s}$ , $I_{rms0,3}$		
	[kA]	[kA]	[kA]	[kA]	[kA]	[kA]		
Koblingsh usOslo S	31,5	69,0	37,8	23,4	31,5	20,2		
Innenfor Oslo-området	25,0	54,8	30,0	18,6	25,0	16,0		
Ofofbanen	20,0	43,8	24,0	14,9	20,0	12,8		
Ytre Oslo-område	16,0	35,0	19,2	11,9	16,0	10,3		
Resten av landet	12,5	27,4	15,0	9,3	12,5	8,0		

Ofofbanen ikke inntegnet



## → Valg av tverrsnitt på jordingsapparater

Dimensjonerende kortslutningsstrøm	Minimum tverrsnitt Cu-leder	Kommentar/ merknad
31,5 kA	95 mm <sup>2</sup>	Gjelder kun Oslo koblingshus
25 kA	50 mm <sup>2</sup>	
16 kA	50 mm <sup>2</sup>	
12,5 kA	50 mm <sup>2</sup>	

- Den 08.10.24 ble «Felles elektro» i teknisk regelverk oppdatert med tabellen over.
- 50mm<sup>2</sup> CU er da ansett som tilstrekkelig tverrsnitt for jordingsapparat for enhver banestrekning



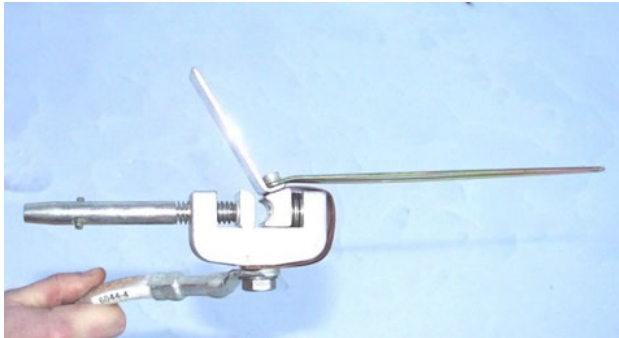
## → Montering av skinnefotklemme

- Klemmen har stor fjærkraft når den er montert.  
Dette gjør at klemma bryter gjennom lag av skitt og rust
- Ikke benytte hammer/slager tyngre enn 2. kg ved montering.  
Med kobberhode eller gummibelagt for å unngå metallsplinter i øyene.



## → Kontroll av jordingsapparat

Kontroller at alle komponenter på jordingsapparatet er forskriftsmessig merket og at jordingslissen er hel og alle tilkoblinger er skrudd til

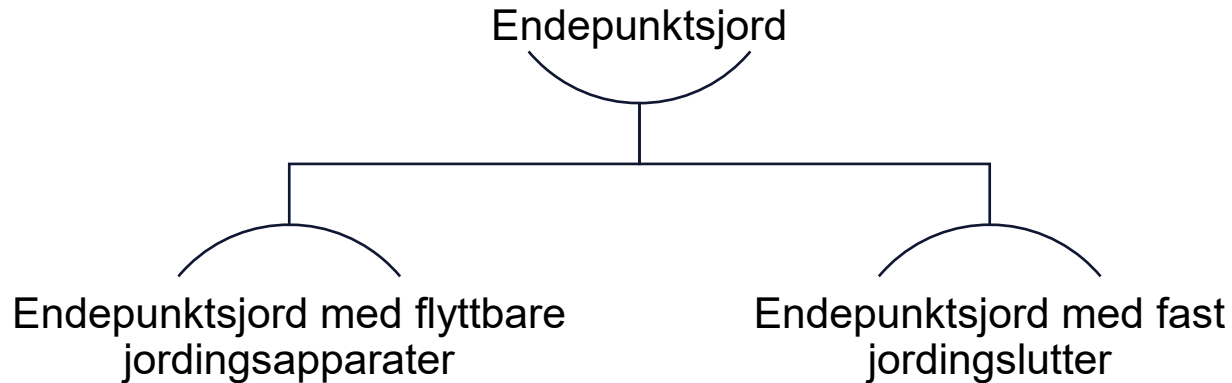


## → Etablering av jordingsapparat

1. Monter skinnefotklemmen på skinnestrengen som er jord/returstrømskinne.
2. Fest faseklemmen til kontakttråden med betjeningsstangen. Unngå å være i berøring med jordingslissen ved påsetting av faseklemmen.
3. Fjerning av jordingsapparat skjer ved å løsne faseklemmen først.



## → Bruk av endepunktsjord



Med jordslutter forstås et mekanisk koblingsapparat som er beregnet for jordning av anleggsdeler og som er i stand til i en nærmere spesifisert tid å føre strømmer under unormale forhold som f.eks. kortslutning, men som ikke er beregnet for å føre strømmer under normale forhold. (FEF § **20905**)

## → Bruk av endepunktsjord

Endepunktsjord med flyttbare jordingsapparater

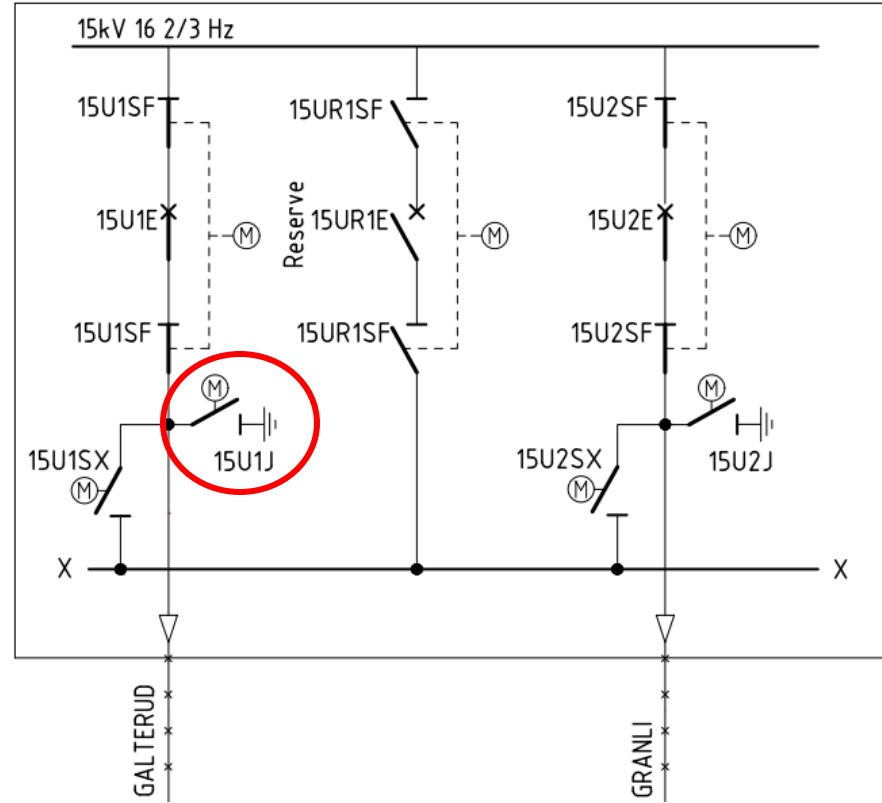


Endepunktsjord med fast jordingslutter



## → Bruk av endepunktsjord

Endepunktsjord med fast jordingslutter

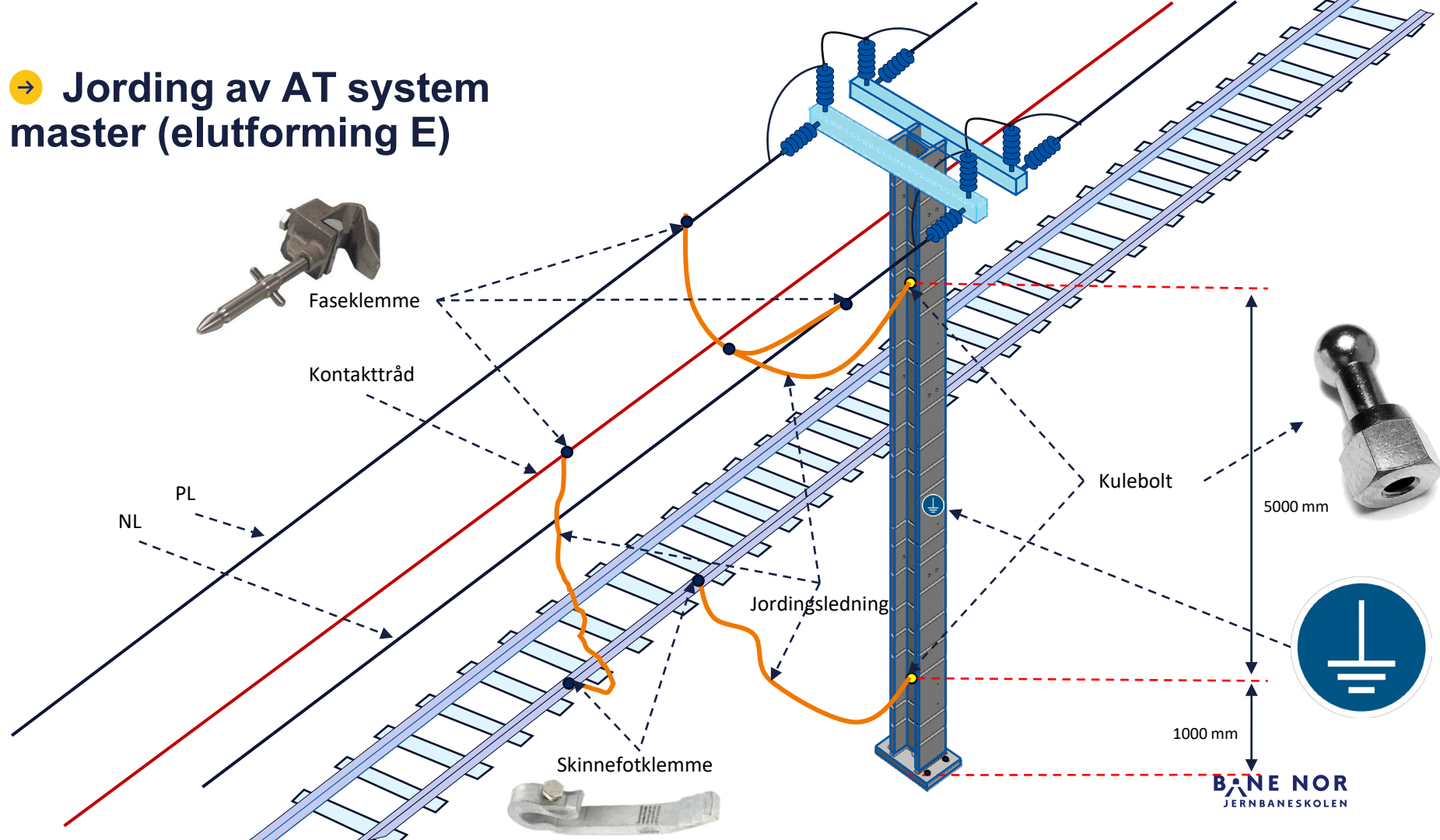


## → Profilfri jording

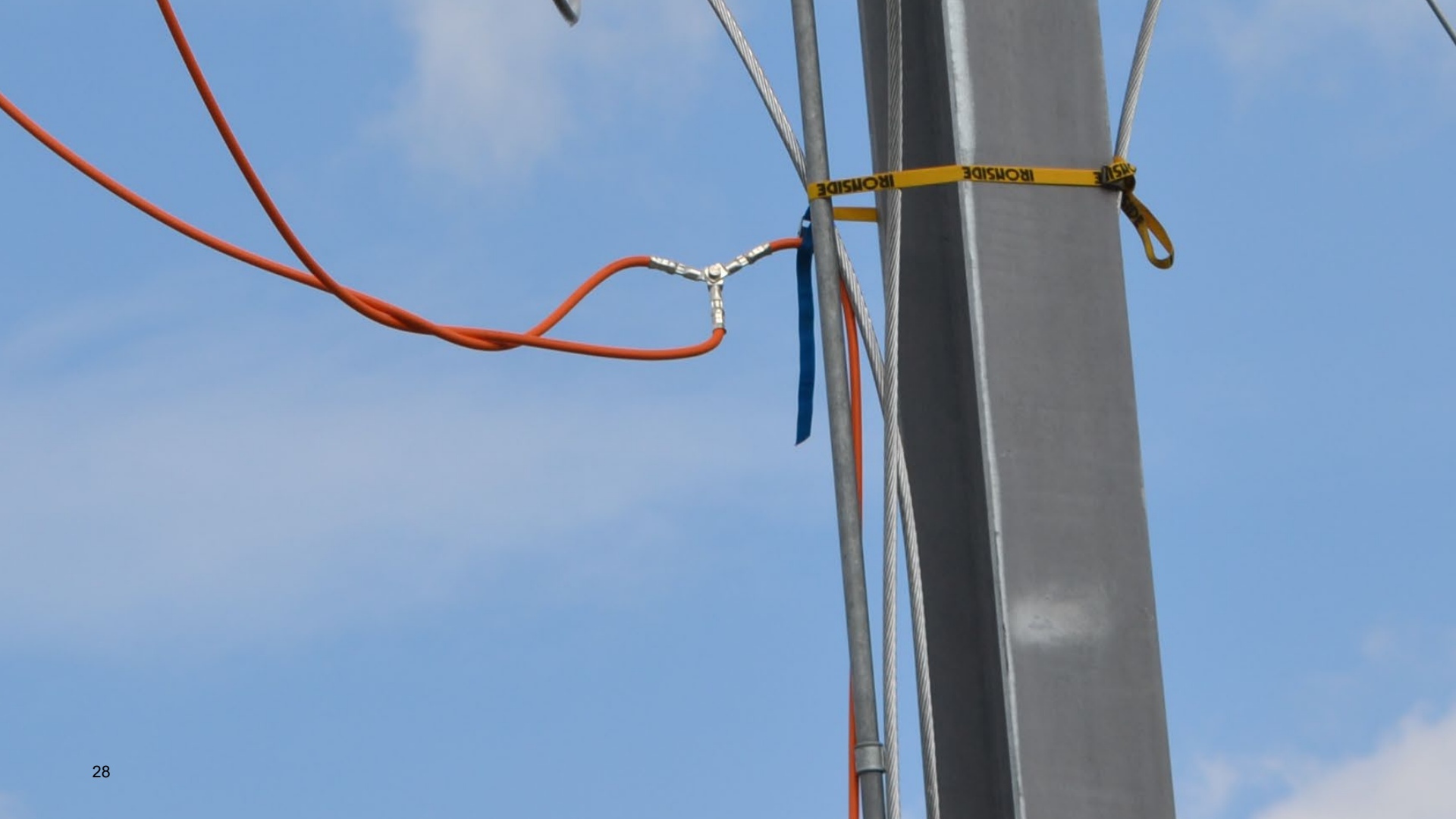


Husk lang lisse →

## → Jording av AT system master (elutforming E)

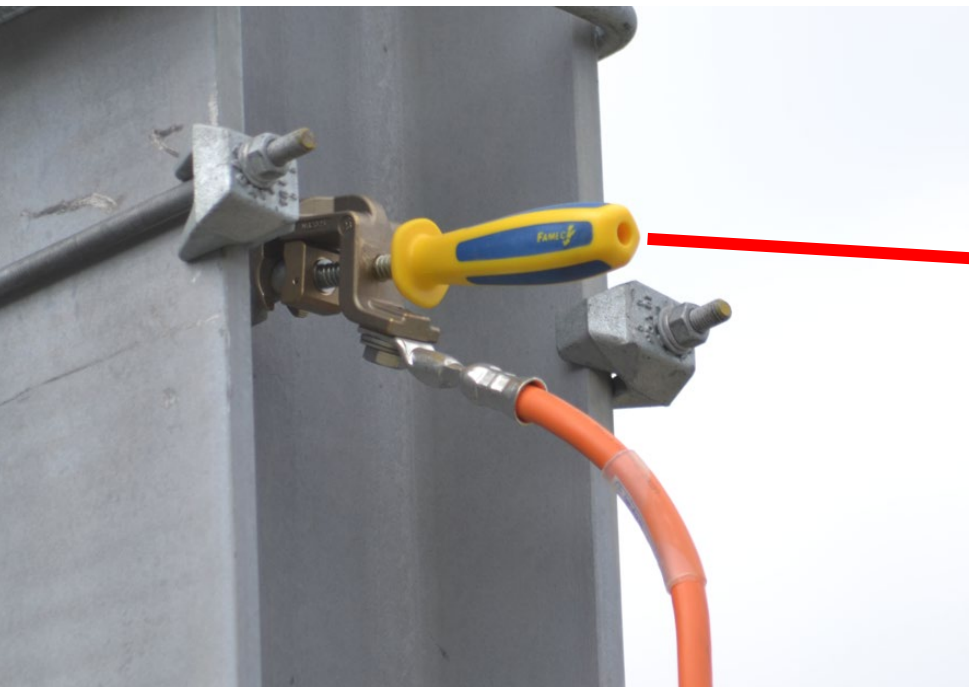






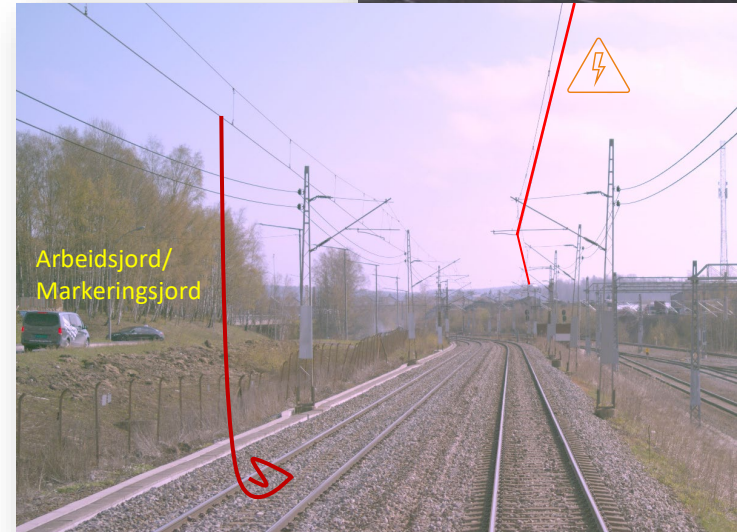


## → Jording av PN og PL

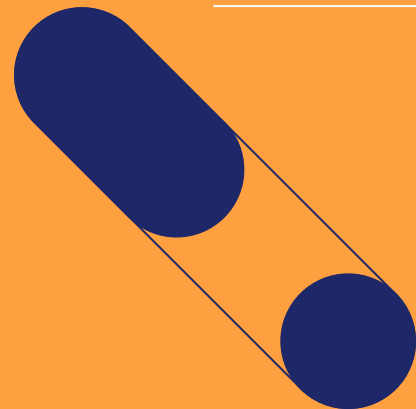
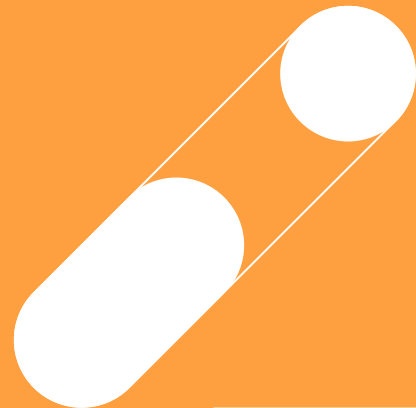


## Arbeid på frakoblet anlegg

- Når vi jobber på anlegg som er frakoblet spenning, så kan vi fremdeles bli utsatt for elektriske ulykker, om anlegget ikke er jordet
- **LFS 2429** og **2. person** sørger for at anlegget er frakoblet, spenningsprøvd og jordet til kjøreskinne, slik at det er trygt for dem og andre å jobbe der
- Om du ikke ser synlig jord på et anlegg fra ditt arbeidssted, må du alltid betrakte anlegget som spenningsatt. Det kan være arbeidsjord eller markeringsjord
- Selv på frakoblede anlegg skal kun en med KL-kompetanse jobbe med KL-komponenter
- Pass på at andre ledninger eller komponenter i nærheten av et frakoblet anlegg kan fremdeles være spenningsatte og dermed farlige å komme borti



## → Hændelser og læring

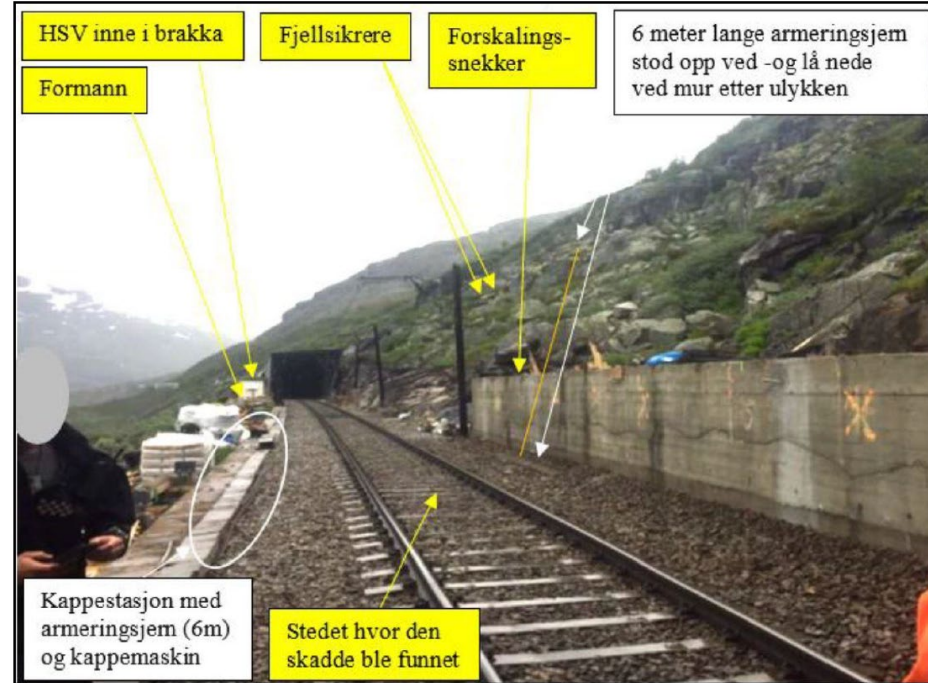


## → Hendelse 1

- Under forskallingsarbeid kan armeringsjern vippe opp over skulderen til den som bærer den.

Læring:

- Det skal ikke brukes lange gjenstander.
- Alltid utøve stor forsiktighet.
- Lytt til instruksene og ha god kommunikasjon med HSV / LSV
- HSV/LFS skal være til stedet



## → Hendelse 2

- En person kom i berøring med en spenningsatt del av kontaktledningsanlegget, og fikk strømgjennomgang da det oppstod lysbue og overslag.
- Operatør av skinne-/veimaskin kjørte fra spenningsløs til spenningsatt seksjon A med pantografen oppe.
- 2. person ved frakobling ved punkt B forsøkte å ta ned jordingsapparat samtidig som seksjonen ble spenningsatt av skinne-/veimaskin

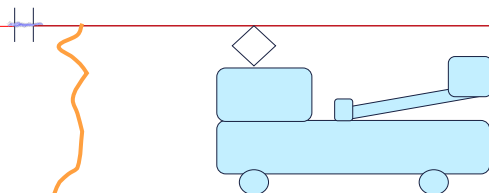


## → Hendelse 2

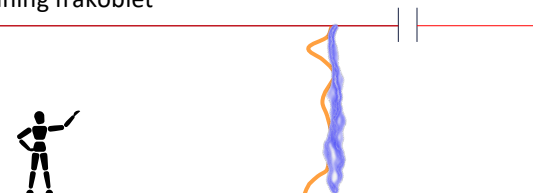
- En person kom i berøring med en spenningsatt del av kontaktledningsanlegget, og fikk strømgjennomgang da det oppstod lysbue og overslag.
- Operatør av skinne-/veimaskin kjørte fra spenningsløs til spenningsatt seksjon A med pantografen oppe.
- 2. person ved frakobling ved punkt B forsøkte å ta ned jordingsapparat samtidig som seksjonen ble spenningsatt av skinne-/veimaskin
- Hvor var LFS, og hvorfor var 2. person der alene?



Kontaktledning (KL) +15 kV



Kontaktledning frakoblet



## → Hendelse 3

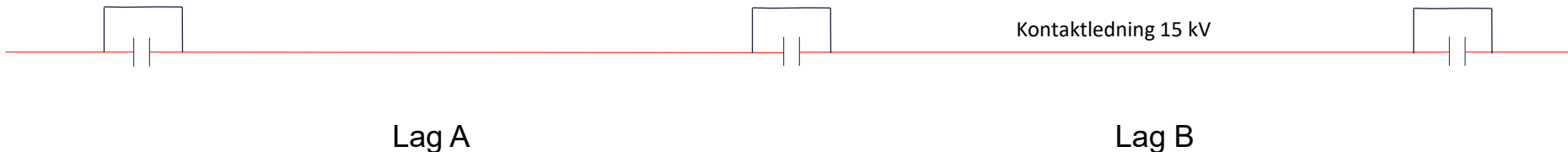
To forskjellig arbeider pågikk inntil hverandre.

Lag A med spordisponering og frakobling i ett område. Lag B med anleggsområde.

Lag A disponeringsområde var overlappende med B anleggsområde. (Grensene var to forskjellige signaler plassert på hver sin side av kl-bryter.)

- Elkraftsentral fikk ikke koblet på spenning for lag A, da lag B hadde jordet ledningen på feil side.
- Jordingsapparatet sperret for innkobling.

Lag B ønsket å begynne boring nærmere grensen for disponeringsområdet enn det som var planlagt. LFS lag B overså at området for frakobling ikke var identisk med området for disponering.



## → Hendelse 3

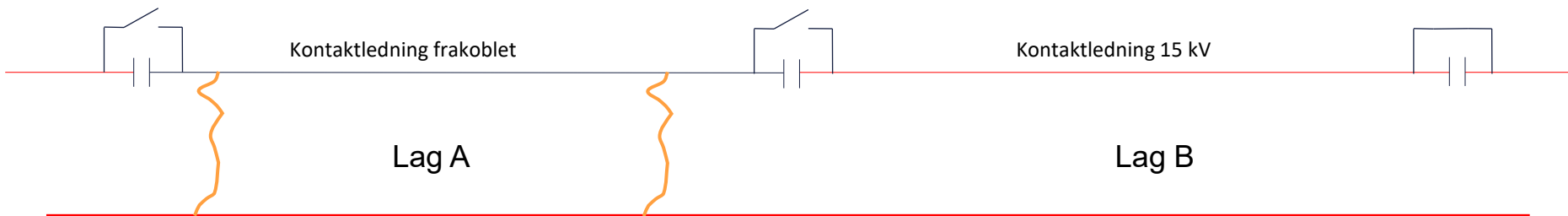
To forskjellige arbeider pågikk inntil hverandre.

Lag A med spordisponering og frakobling i ett område. Lag B med anleggsområde.

Lag A disponeringsområde var overlappende med B anleggsområde. (Grensene var to forskjellige signaler plassert på hver sin side av kl-bryter.)

- Elkraftsentral fikk ikke koblet på spenning for lag A, da lag B hadde jordet ledningen på feil side.
- Jordingsapparatet sperret for innkobling.

Lag B ønsket å begynne boring nærmere grensen for disponeringsområdet enn det som var planlagt. LFS lag B overså at området for frakobling ikke var identisk med området for disponering.



## → Hendelse 3

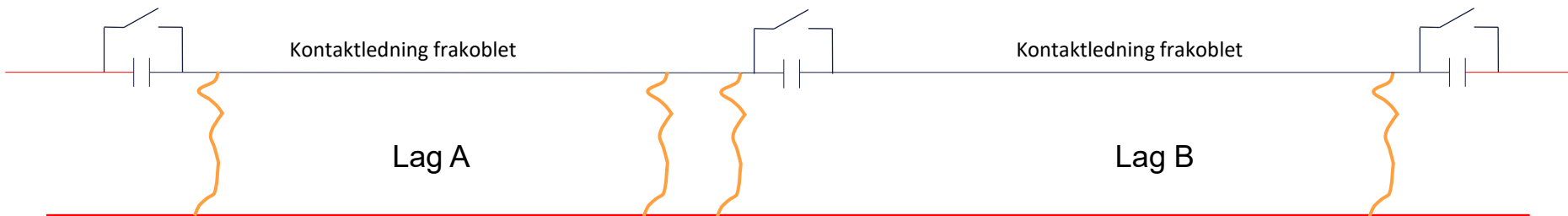
To forskjellige arbeider pågikk inntil hverandre.

Lag A med spordisponering og frakobling i ett område. Lag B med anleggsområde.

Lag A disponeringsområde var overlappende med B anleggsområde. (Grensene var to forskjellige signaler plassert på hver sin side av kl-bryter.)

- Elkraftsentral fikk ikke koblet på spenning for lag A, da lag B hadde jordet ledningen på feil side.
- Jordingsapparatet sperret for innkobling.

Lag B ønsket å begynne boring nærmere grensen for disponeringsområdet enn det som var planlagt. LFS lag B overså at området for frakobling ikke var identisk med området for disponering.



## → Hendelse 3

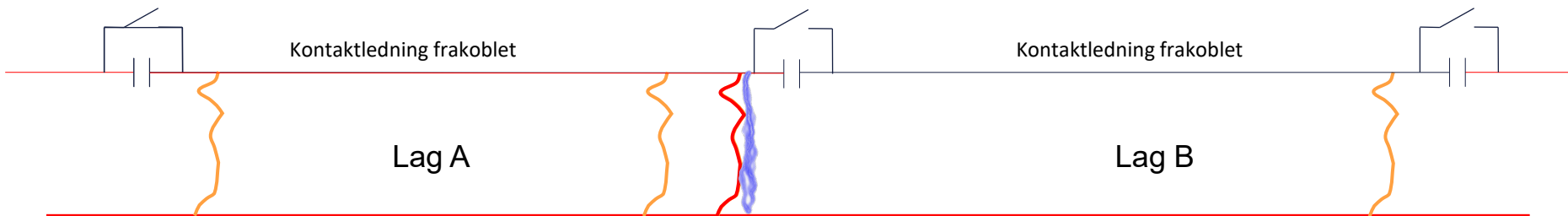
To forskjellige arbeider pågikk inntil hverandre.

Lag A med spordisponering og frakobling i ett område. Lag B med anleggsområde.

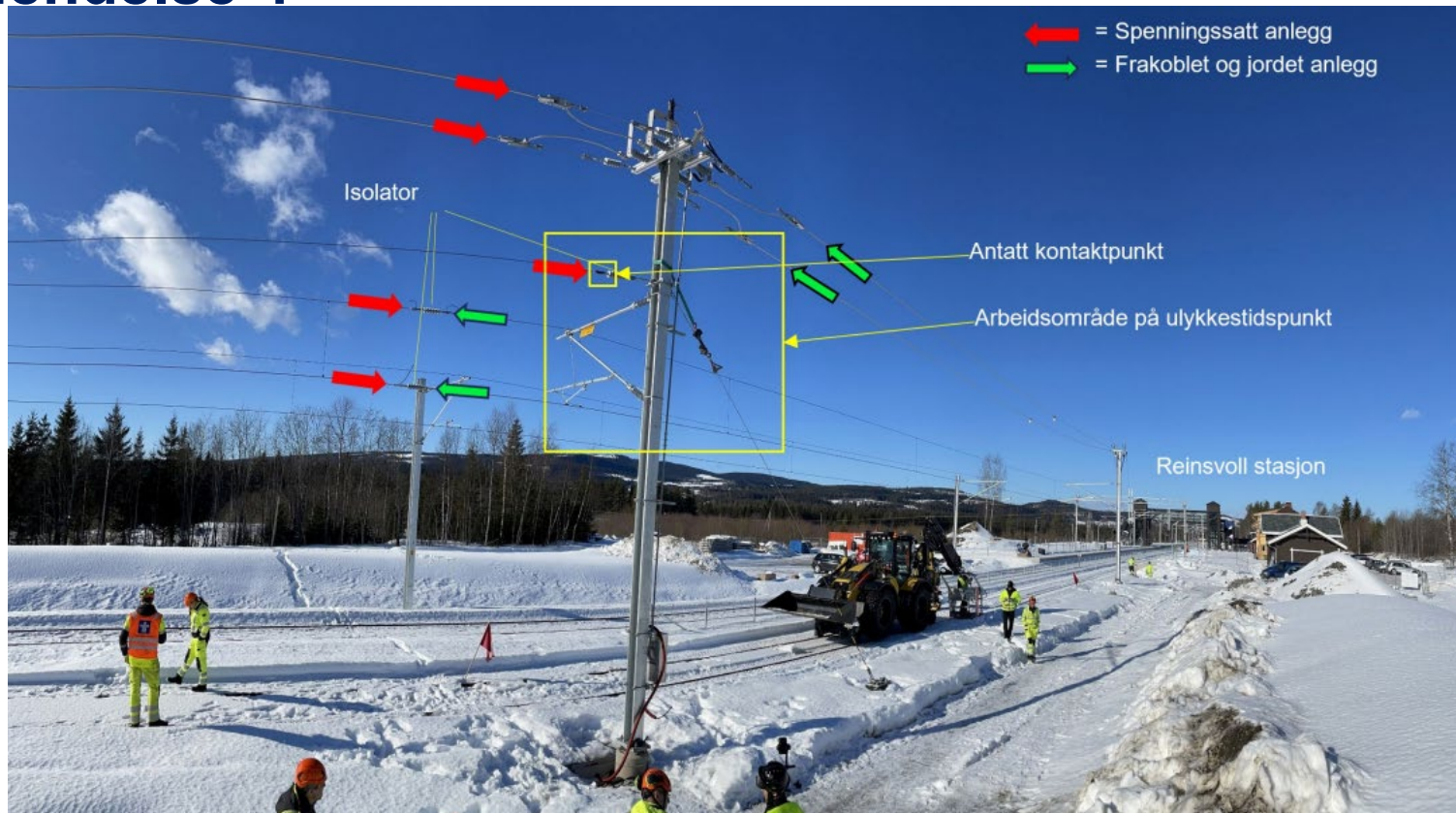
Lag A disponeringsområde var overlappende med B anleggsområde. (Grensene var to forskjellige signaler plassert på hver sin side av kl-bryter.)

- Elkraftsentral fikk ikke koblet på spenning for lag A, da lag B hadde jordet ledningen på feil side.
- Jordingsapparatet sperret for innkobling.

Lag B ønsket å begynne boring nærmere grensen for disponeringsområdet enn det som var planlagt. LFS lag B overså at området for frakobling ikke var identisk med området for disponering.

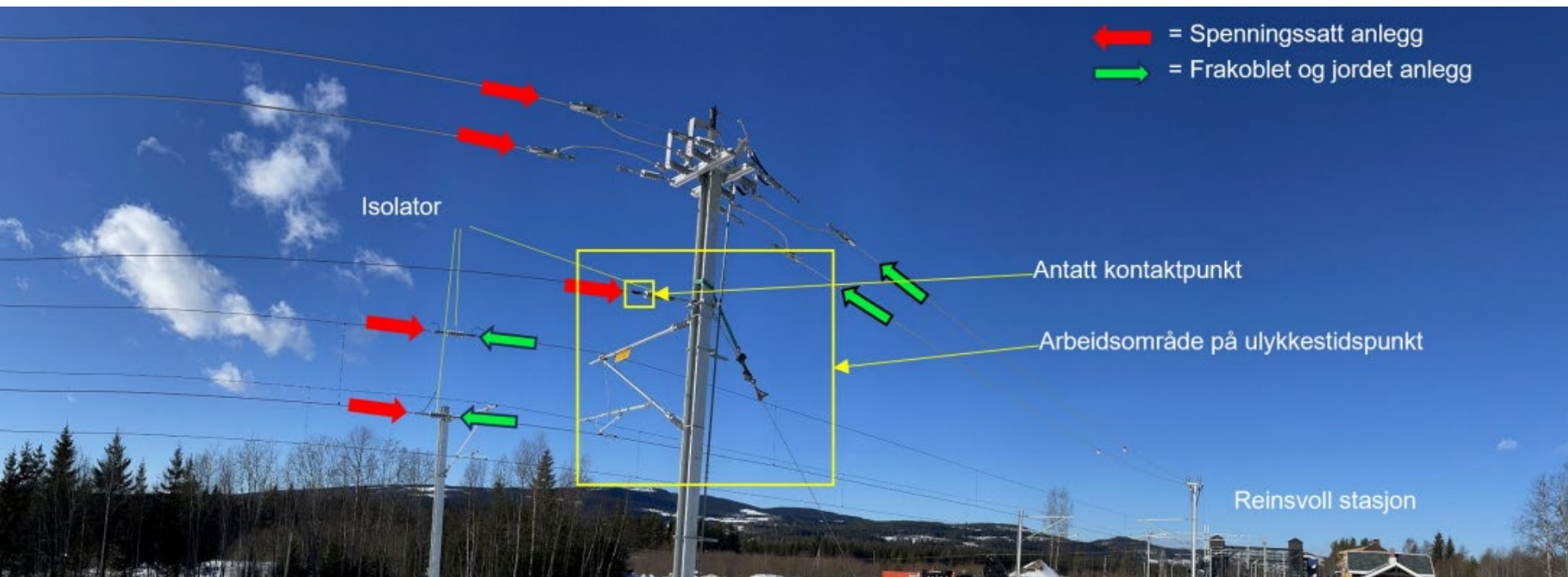


## → Hendelse 4



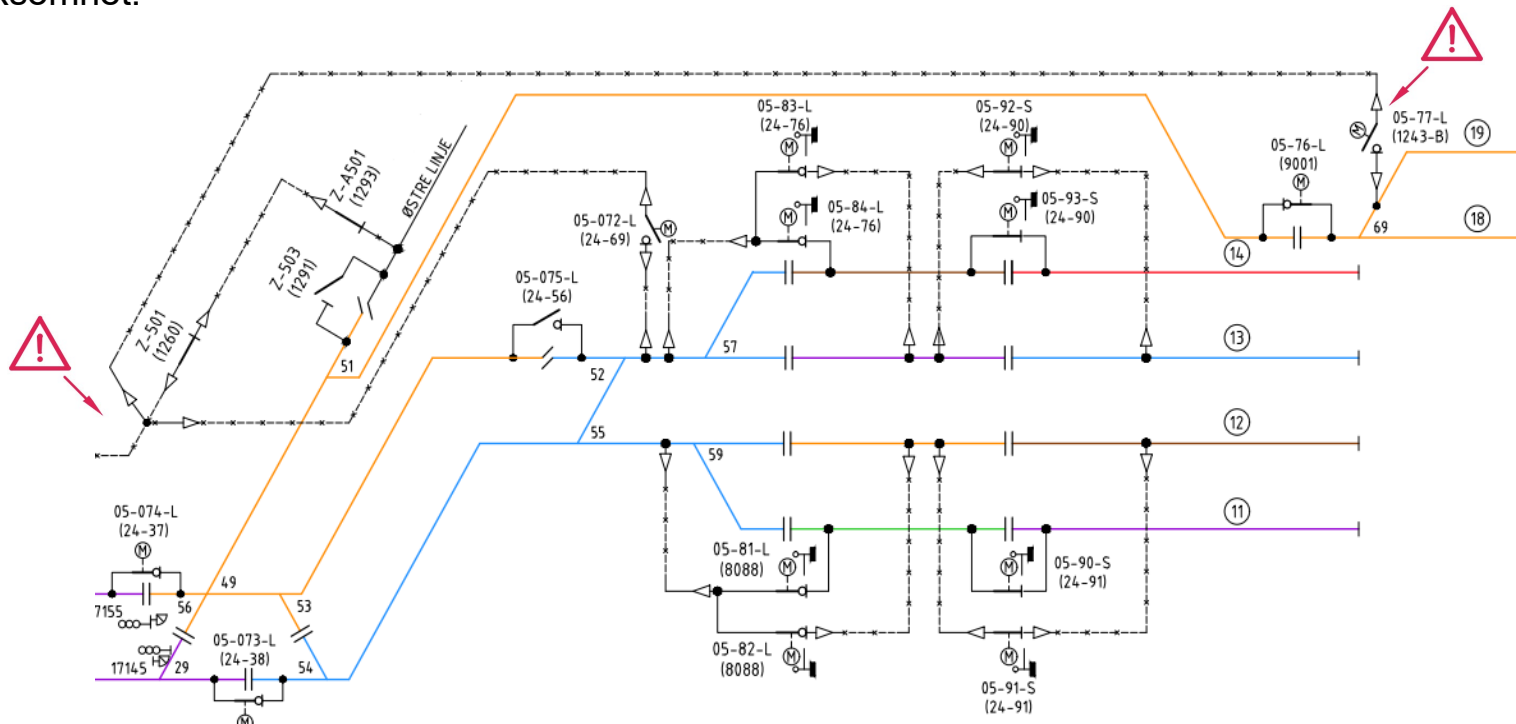
## → Hendelse 4

- Sikker-jobb-analyse (SJA) omfattet ikke tilleggsarbeidet.
- Det ble ikke etablert sikkerhetsbarrierer i forkant av arbeidet nær spenningsatte deler (Brudd på FSE, jfr. §10, 12 og 17)
- Endringer av planlagte arbeidsoperasjoner tett inntil oppstart ble ikke risikovurdert



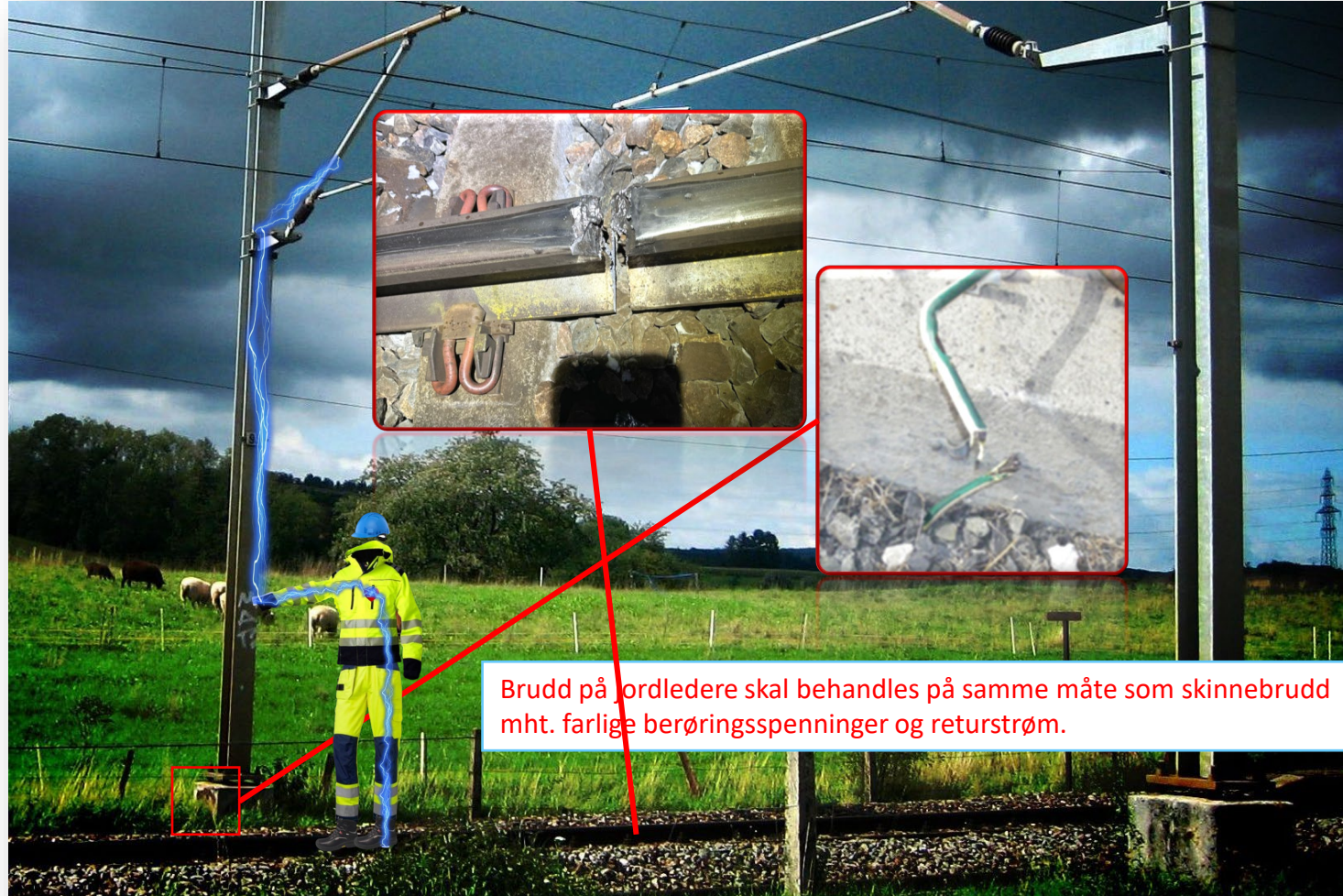
## → Hendelse 5

En ugunstig bryterplassering kan skape et «urent grensesnitt». Se for eksempel på bryter 05-77-L. I slike tilfeller er kabelen spenningsatt selv når denne bryteren er åpen. Slike anlegg krever spesiell oppmerksomhet.





Utjevningsforbindelser fører krepstrømmer tilbake til returstrømkretsen



Brudd på jordledere skal behandles på samme måte som skinnebrudd mht. farlige berøringsspenninger og returstrøm.

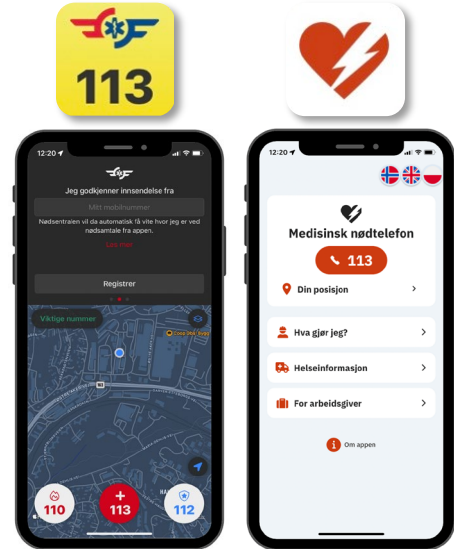
# Varsling av uhell-ulykke-brann-sabotasje

- Alle som arbeider i Bane NORs elektriske anlegg er ansvarlig for å melde fra om nesten hendelser og hendelser som medfører personskader som føle av arbeid i elektriske anlegg
- Skade-ulykke-brann på menneske, miljø og materiell skal meldes til:

Nødanrop:	110, 112, 113
Togleder:	Togradio: 1200
Togekspeditør:	Togradio: 1800
Elkraftsentral:	Togradio: 1400

- Hvis redningsetatene er varslet, så skal dette meddeles togleder/togekspeditør

Anbefalte hjelpemidler



Elkraft Oslo  
+47 879 00 449

Elkraft Bergen  
+47 879 00 479

Elkraft Drammen  
+47 879 00 459

Elkraft Nord  
+47 879 00 405

**BANE NOR**  
JERNBANESKOLEN

