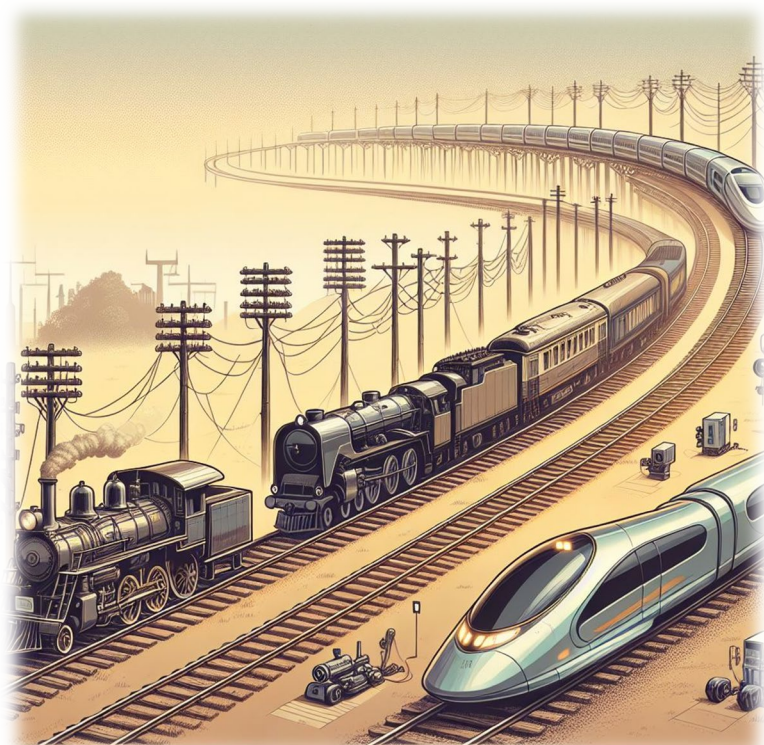
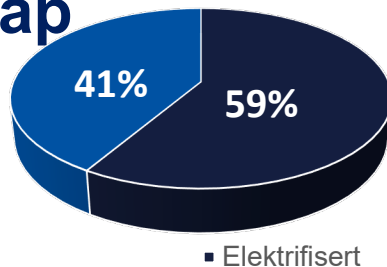


→ Leder for elsikkerhet

Leksjon 07: Returkrets og sugetrafo

→ Strekningskunnskap

- 4219 km jernbane i Norge
- 2470 km elektrifisert
- 80% av trafikken foregår med strøm
- Første offentlige elektrifiserte strekning er Oslo - Brakerøya 1922
- Bane NORs forbruk til infrastruktur i 2023: 133.8 gigawattimer (6690 husholdninger. Kostnad 210mill.kroner)



→ Strøm fra kraftverk til elektrisk trekkraftkjøretøy

Regionalnett 24-132 kV
3-faset 50 Hz



Kontaktledningsanlegg

15 kV (16 ²/₃ Hz)

Kraftstasjoner

24-132 kV (50 Hz)

$$\frac{12}{4} = 3 \rightarrow \frac{50}{3} = 16 \frac{2}{3}$$

Omformerstasjon

3-fase
Transformator
24-132kV / 6,3kV

Samleskinne for returstrøm

15kV
koblingsanlegg

1-fase transformator:
4-5,2kV / 16,5kV

BANE NOR
JERNBANESKOLEN

Kontaktledningsanlegg

Returledere

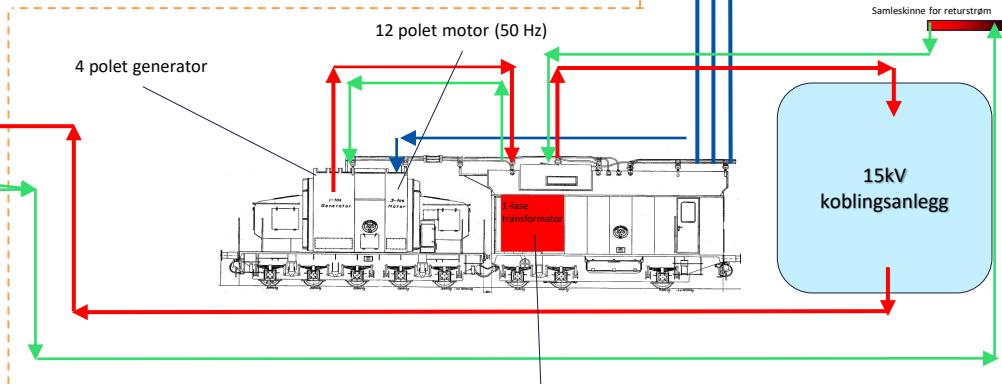
Kontaktledningsbryter

4 polet generator

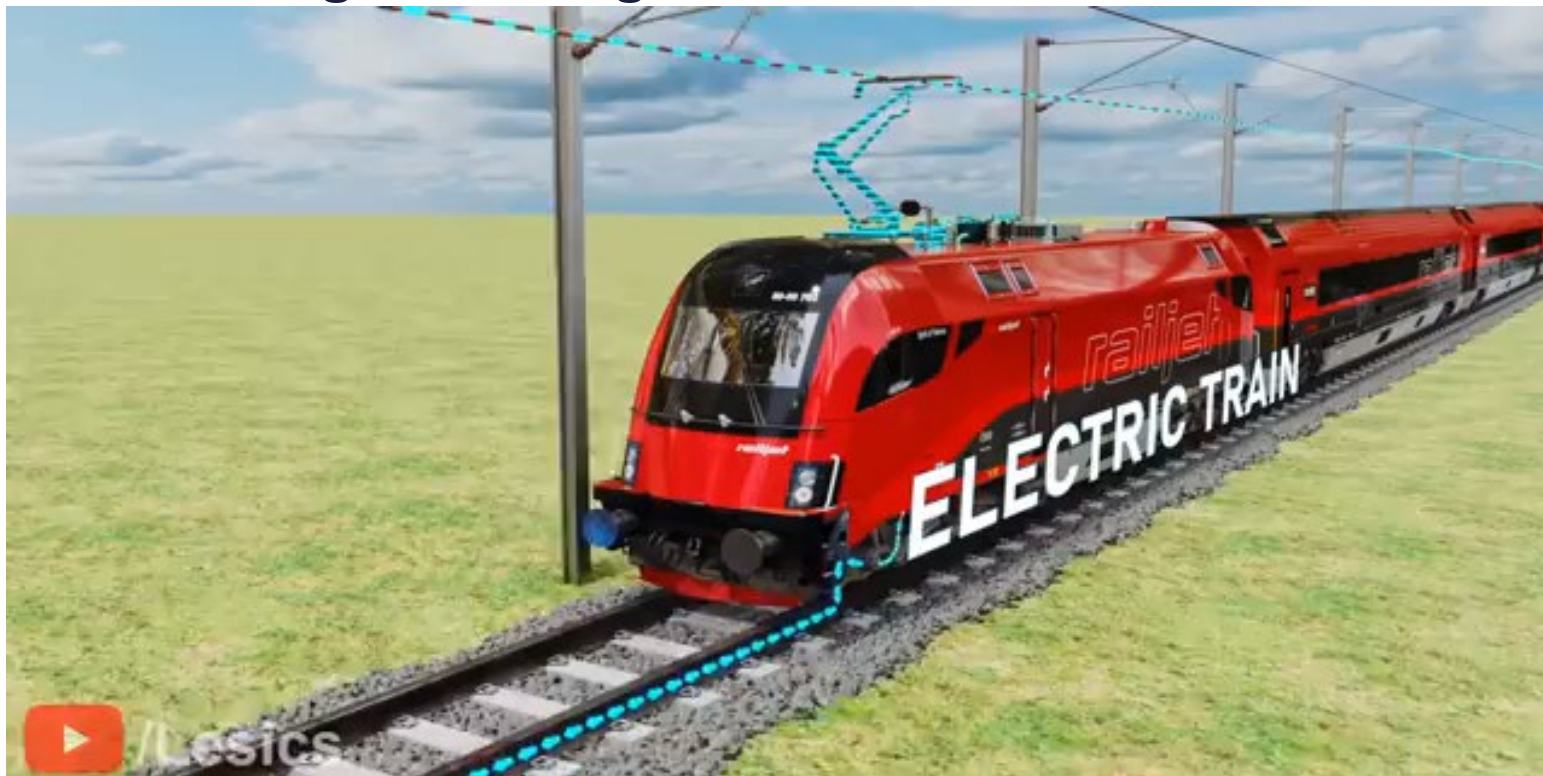
12 polet motor (50 Hz)

3-fase
transformator

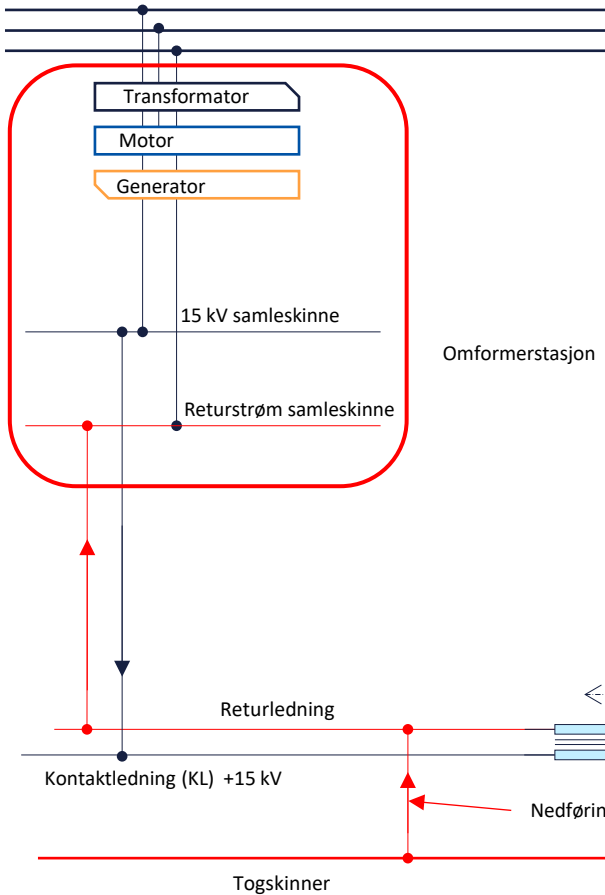
Kjøreskinne er sammenkoblet med returledere via «nedføringer»



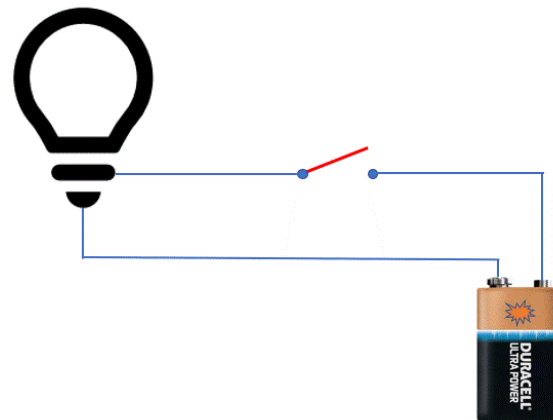
→ Elektrisk togfremføring



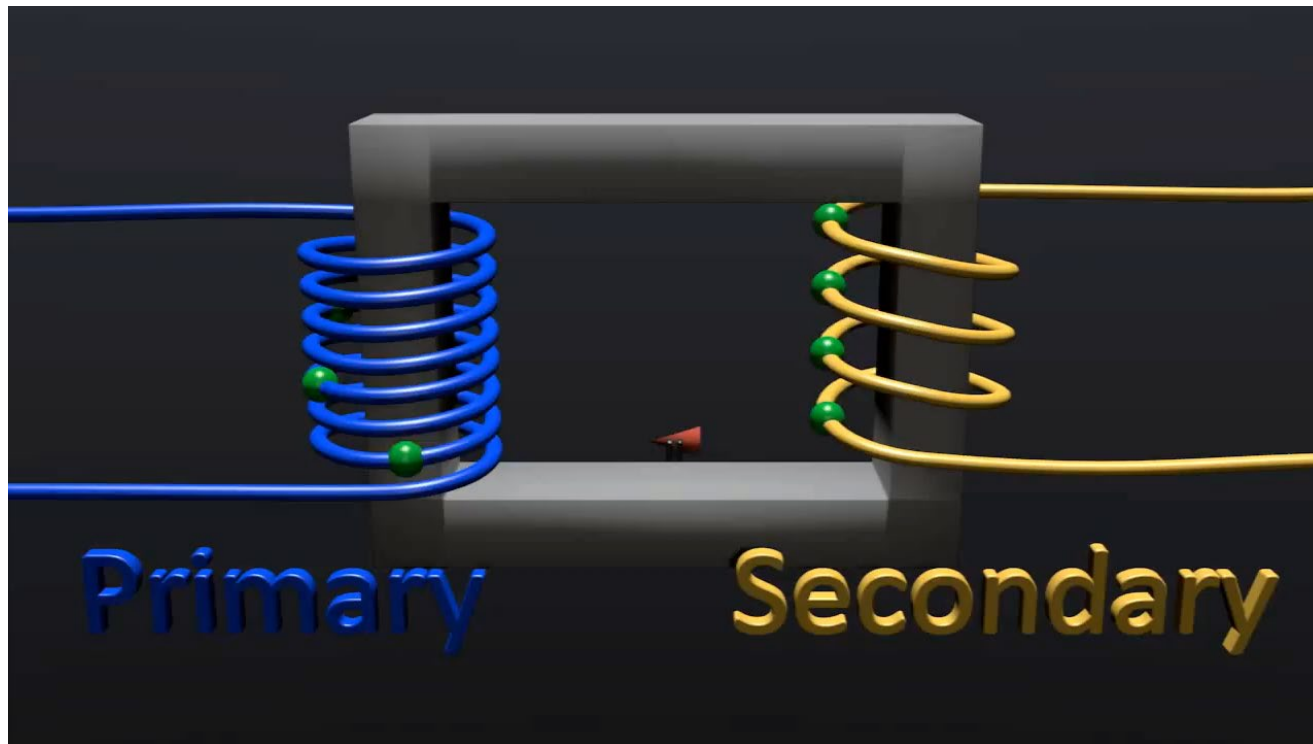
Regionalnett



→ Lukket strømkrets

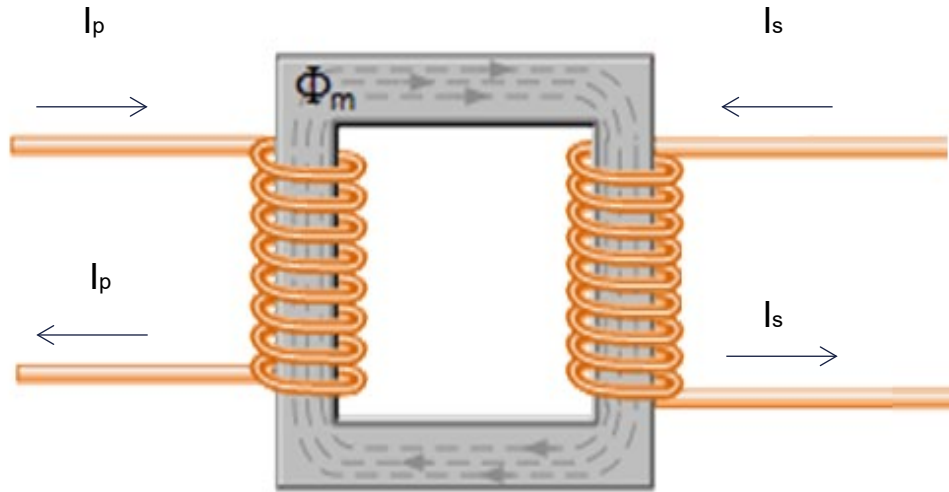


→ Spenningstransformator

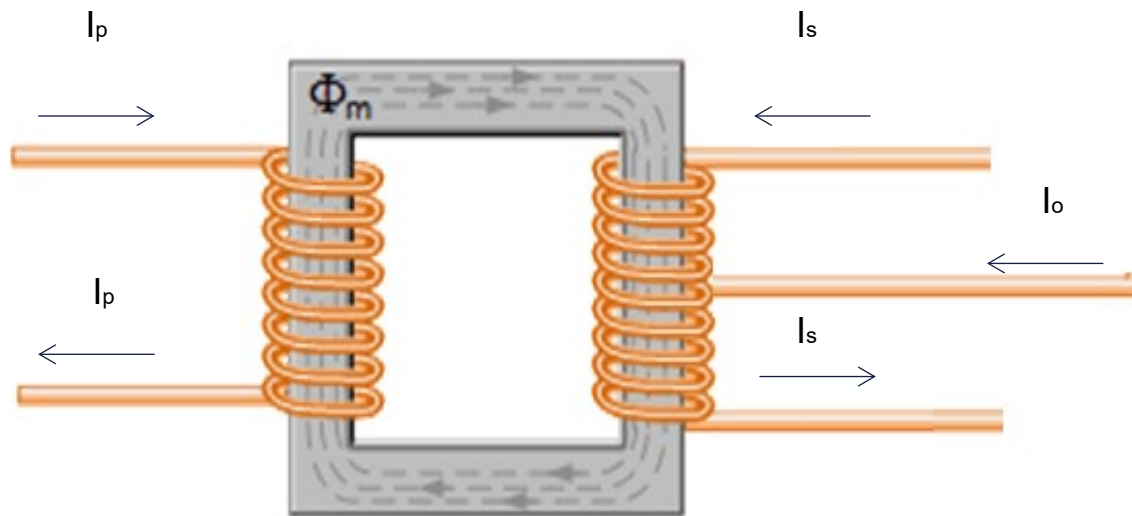


U_1		N_1
-----	=	-----
U_2		N_2
N_1	=	1000
N_2	=	100
U_1	=	240 V
U_2	=	24 V

→ Strømtransformator



→ Strømtransformator

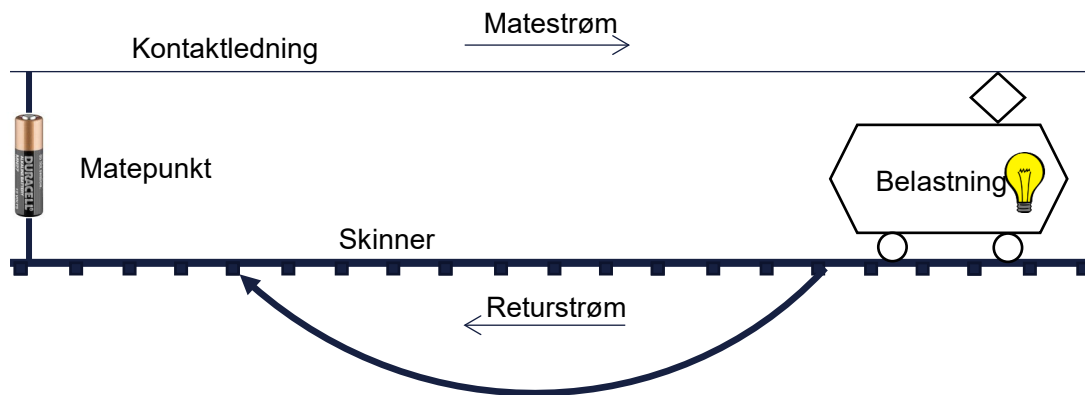


→ Returkrets

- Returkretsen skal utgjøre en veldefinert sammenhengende strømvei fra belastning til matepunkt for å:
 - ivareta berøringssikkerhet
 - oppnå sikker utkobling ved feil i kontaktledningen
 - minimalisere forstyrrelser på øvrig elektroanlegg.
- Returkretsen skal ha (minst) samme strømføringssevne som fremleder og tåle de belastningsstrømmer og kortslutningsstrømmer som kan opptre.
- Returledning skal bestå av to ledninger som hver for seg skal tåle anleggets totale returstrøm

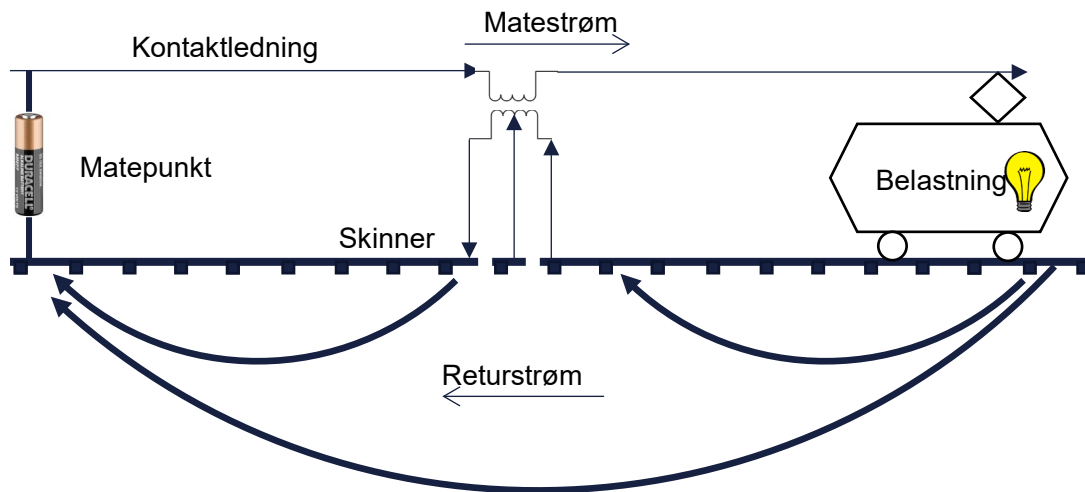
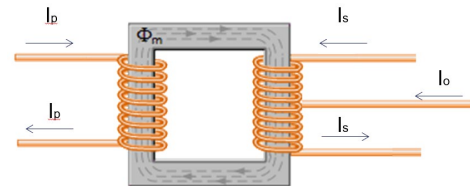
→ System A

Skinner + Jord

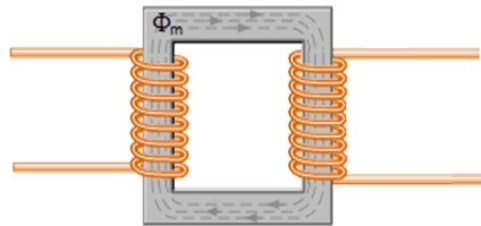


→ System B

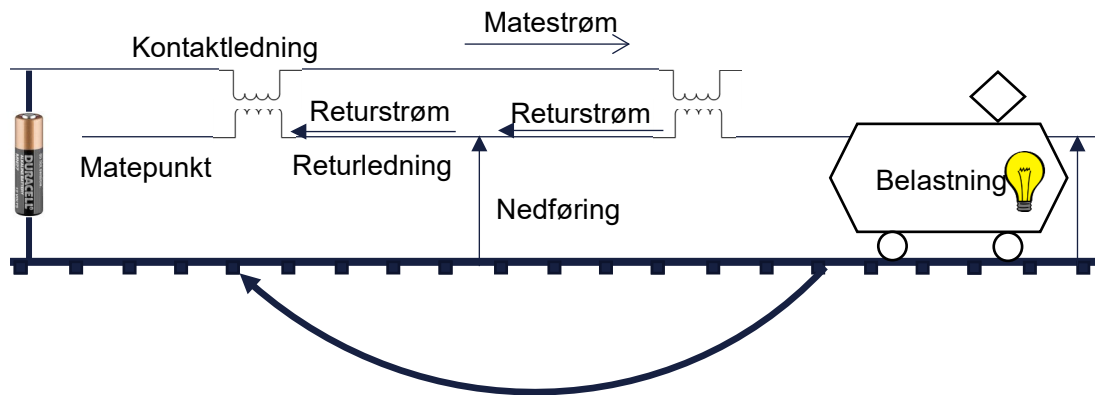
Skinner + Jord + Sugetransformator



→ System C

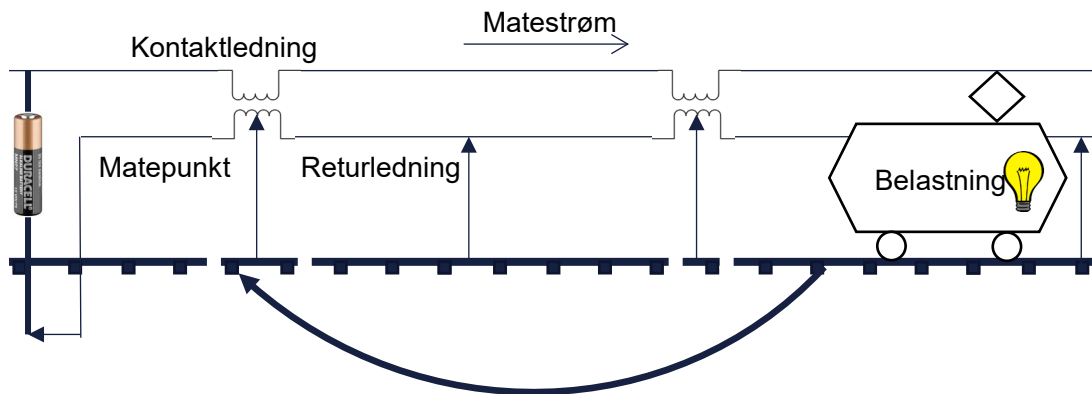
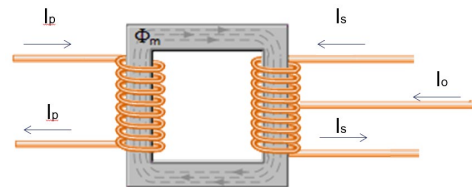


Skinner + Jord + Sugetransformator + Returledning

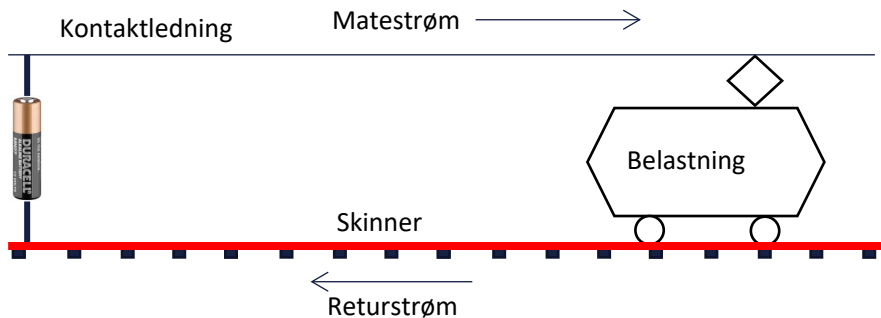


→ System D

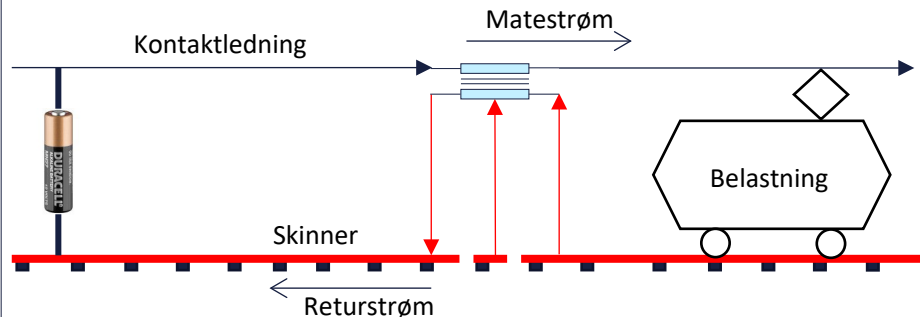
Skinner + Jord + Sugetransformator + Returledning



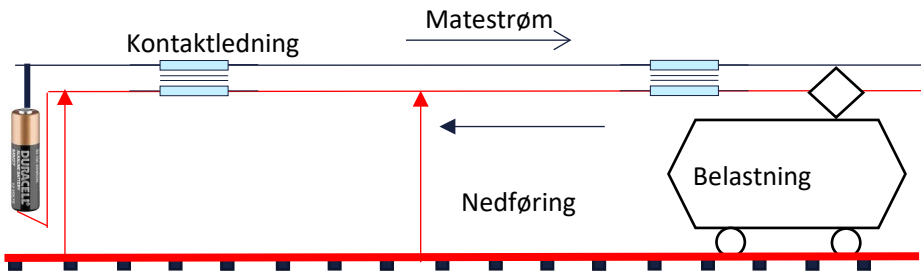
A= Skinner + Jord



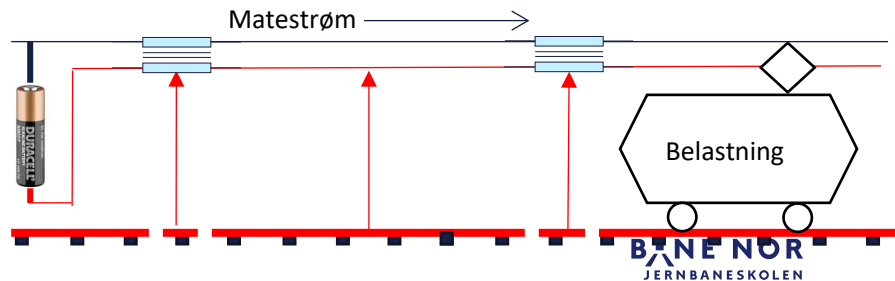
B= Skinner + Jord + Sugetransformator



C= Skinner + Jord + Suger + Returledning



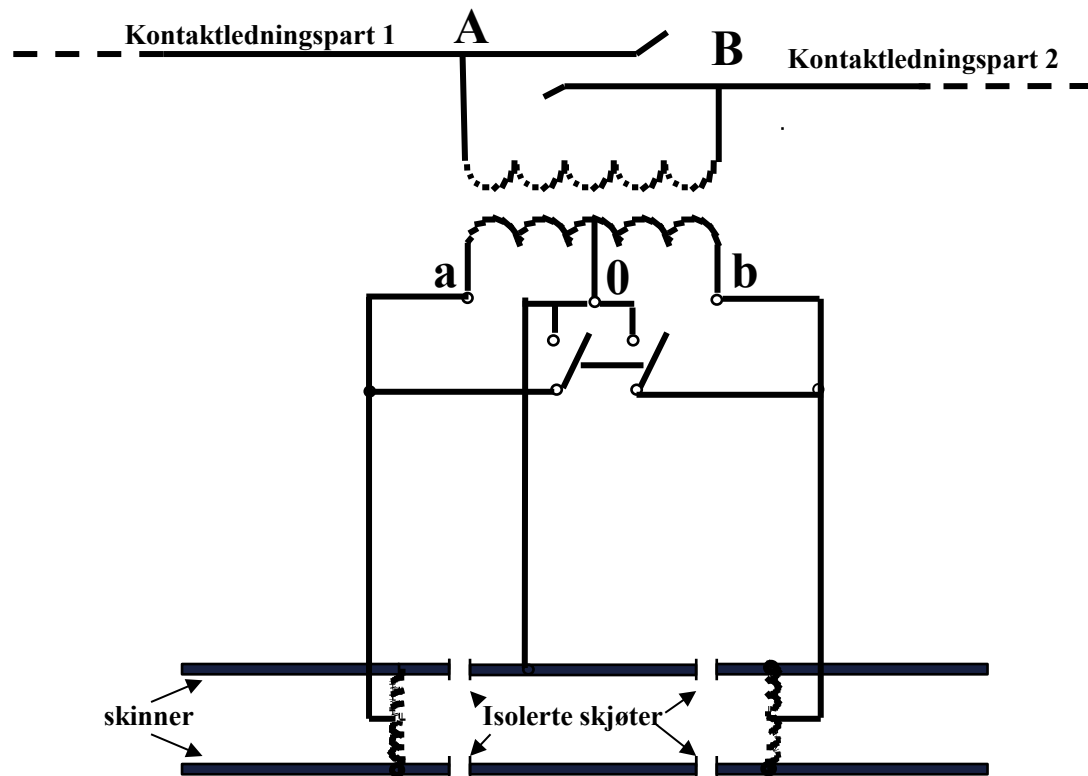
D=Skinner + Jord + Suger + Returledning



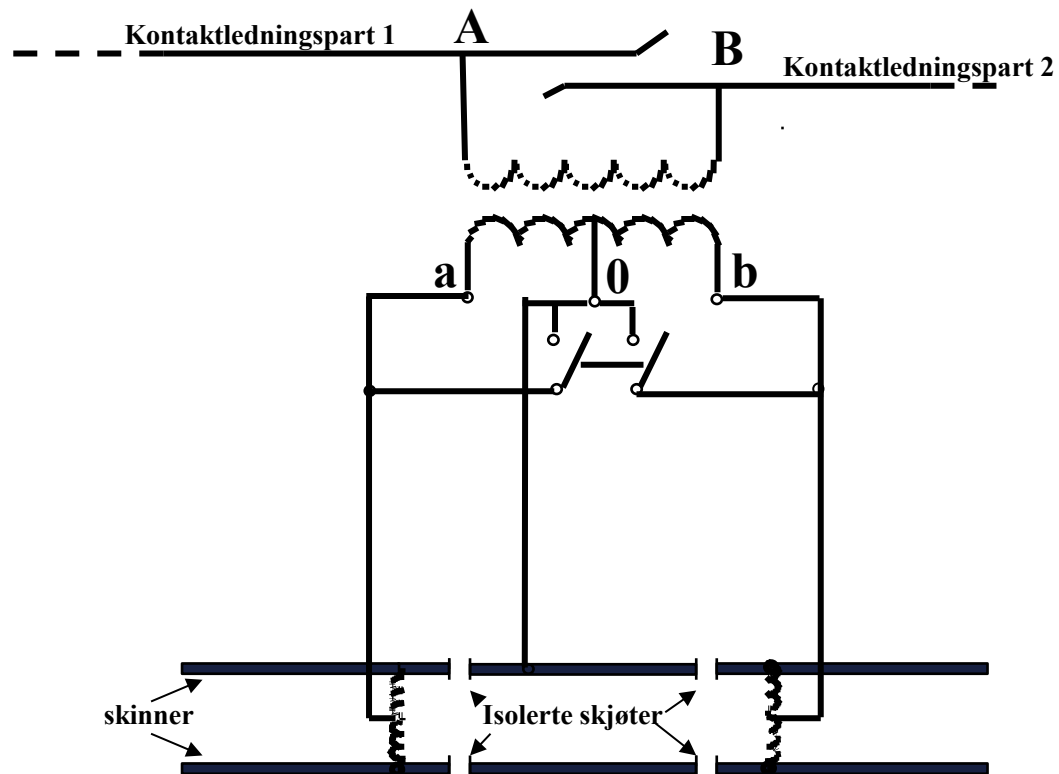
→ Returkrets

- Returstrømmen fra lokomotivet til omformerstasjonen vil dels flyte i skinnene og dels i jord.
- Der vi har returledning vil en vesentlig andel flyte i denne.
- For å sikre at strømmene i jord ikke blir for store eller kommer på avveie, benyttes sugetransformatorer.

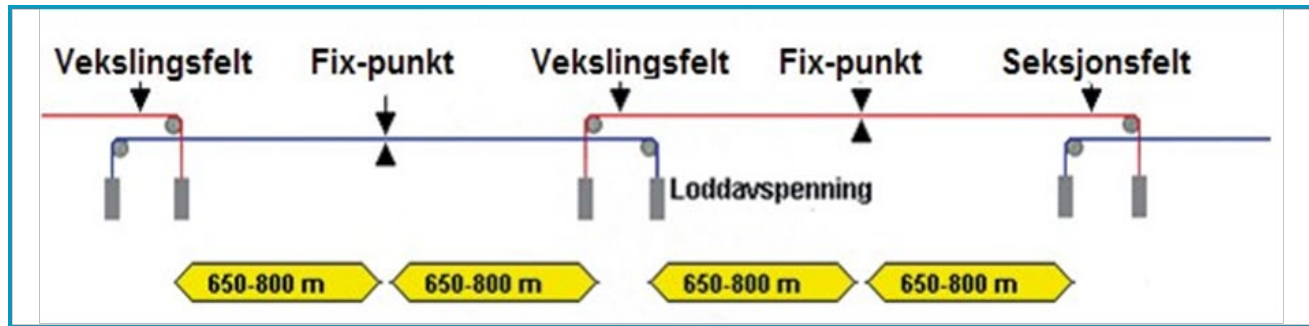
→ SUGETRANSFORMATOR



→ SUGETRANSFORMATOR



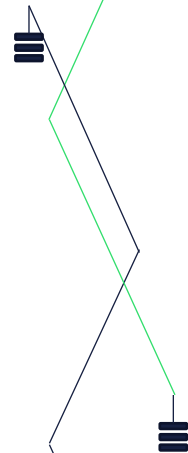
→ KL – bundet sammen



→ Kontakttrådens sikk-sakk i forhold til spormidtdt



→ Kontakttrådens sikk-sakk i forhold til spormidtdt



→ TOGPASSERING AV SUGETRANSFORMATOR

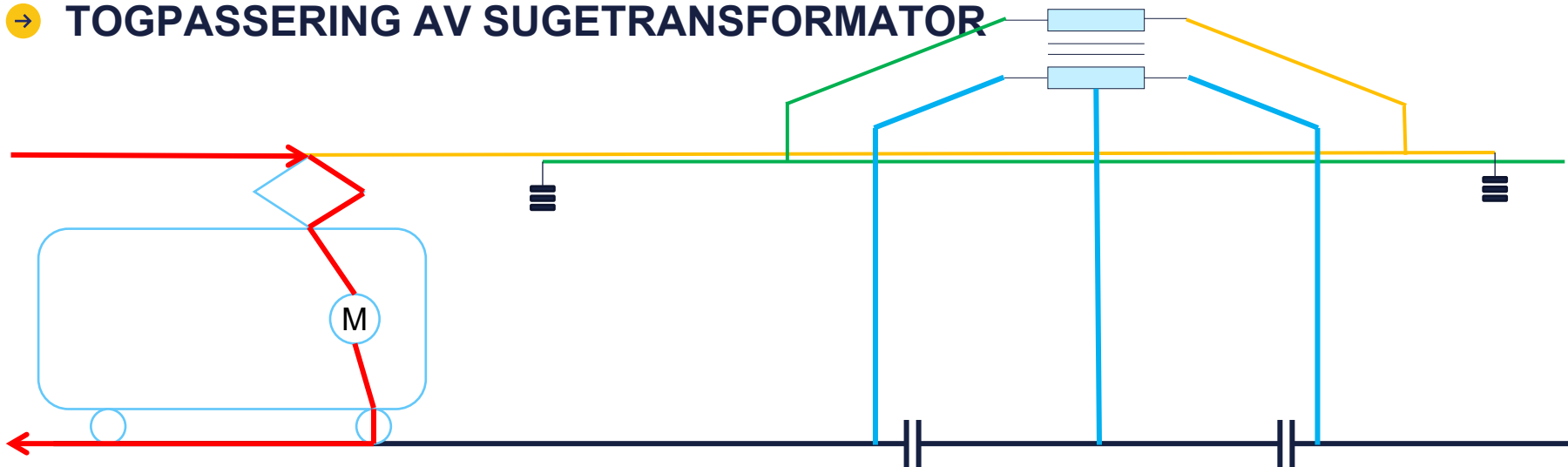


- Sugetransformatoren kobles til kontaktledningsanlegget ved et seksjonsfelt
- Den må plasseres i [seksjonsfelt](#) da isolasjonsavstanden mellom kontaktledningspartene ikke er stor nok i et vekslingsfelt
- Når et tog passerer en sugetransformator vil strømavtakeren kortslutte primærviklingen, og togakslingene kortslutte sekundærviklingen
- På grunn av togets lengde varer den sekundære kortslutningen lenger enn den primære
- For å begrense varigheten må sugetransformatorer ikke plasseres på steder der en kan forvente at toget stopper

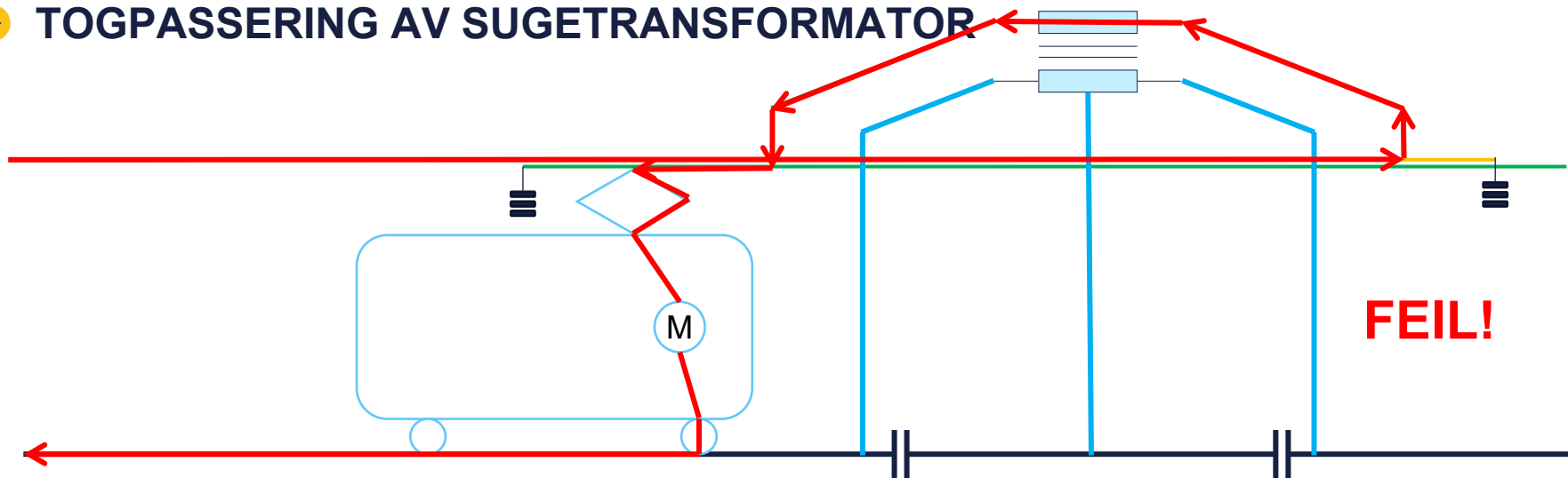
→ TOGPASSERING AV SUGETRANSFORMATOR



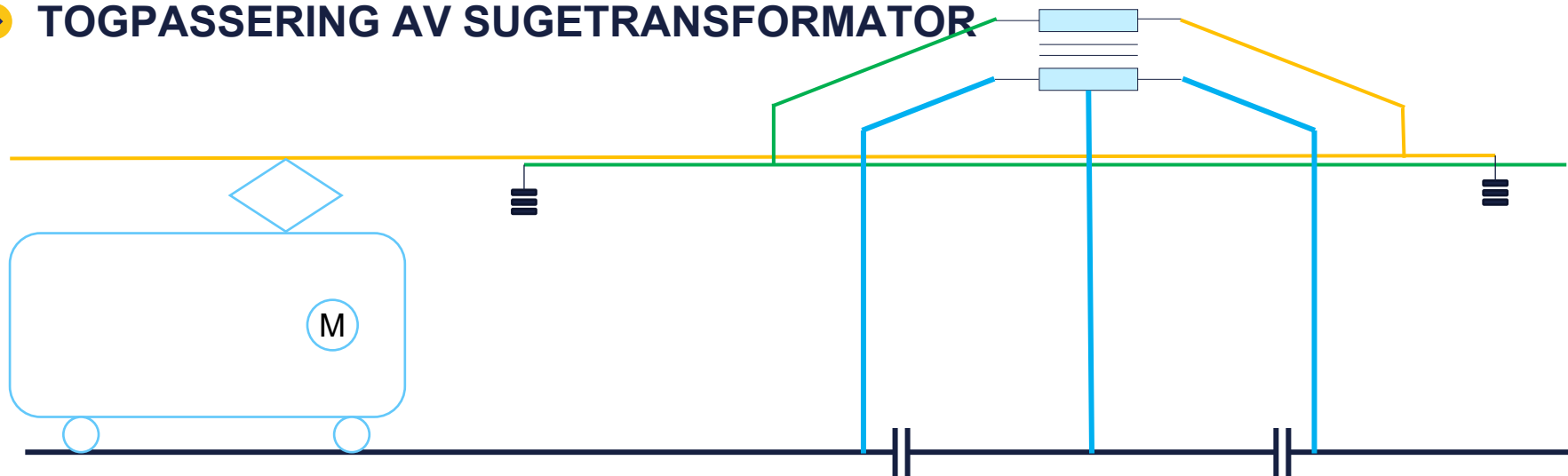
→ TOGPASSERING AV SUGETRANSFORMATOR



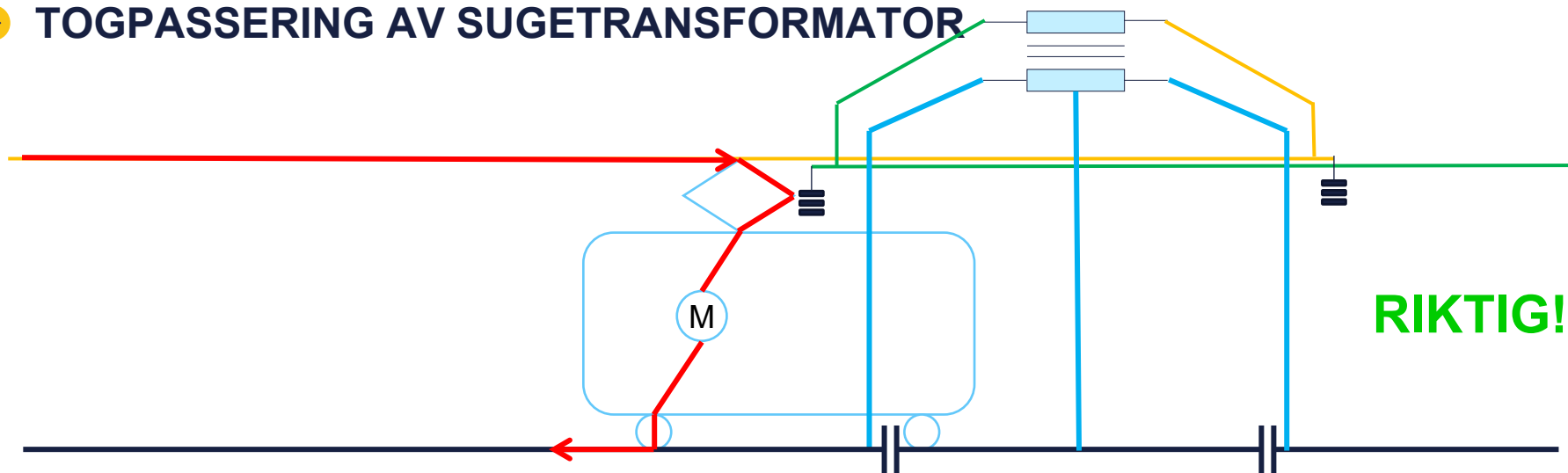
→ TOGPASSERING AV SUGETRANSFORMATOR



- Det er **viktig** at **strømvtageren** ikke **kortslutter primærsiden på transformatoren** før toget kommer inn på **nullskinnen**.
- Om det skulle skje vil **kjørestømmen** gå gjennom **primærviklingen** mens hele **sekundærviklingen** er åpen, og **returstrømmen** mangler.
- **Sekundærviklingen** vil generere en **fluks** for å kompensere for den manglende **returstrømmen**
- **Sekundærspenningen** blir så høy at **lysbuer** slår over de **isolerte skjøtene** i **nullfeltet**.
- Dette vil si at hele **primærstrømmen** går med til **magnetisering**, og **kjernen** går i **metning**.

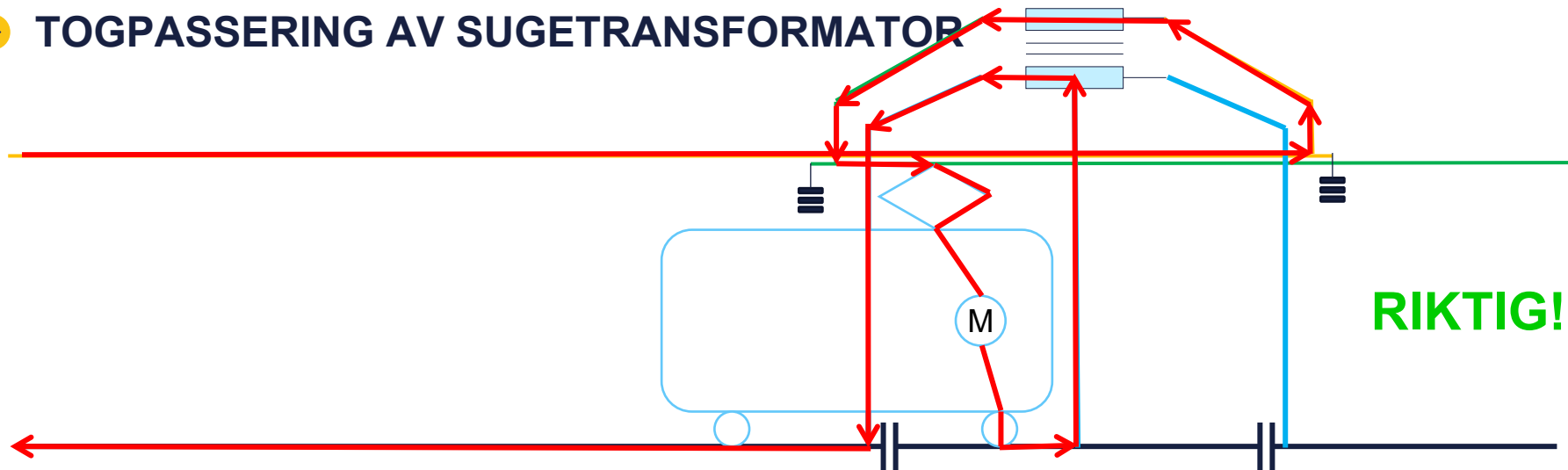


→ TOGPASSERING AV SUGETRANSFORMATOR



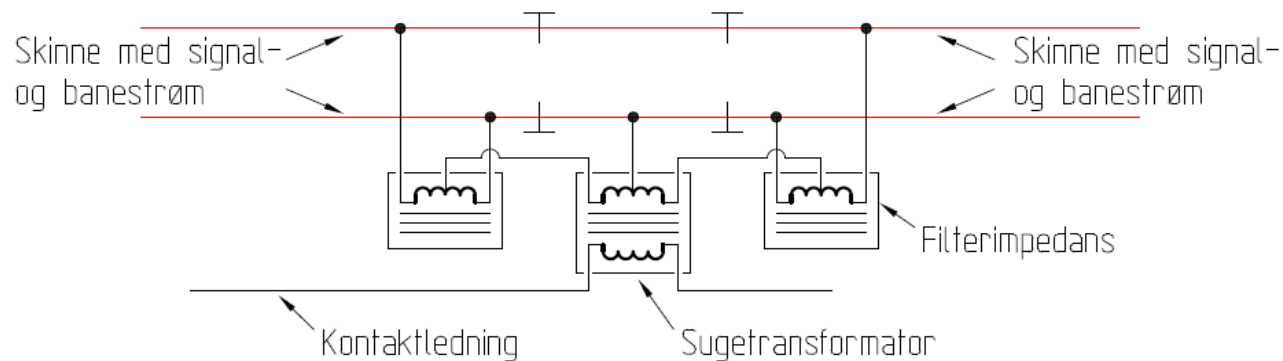
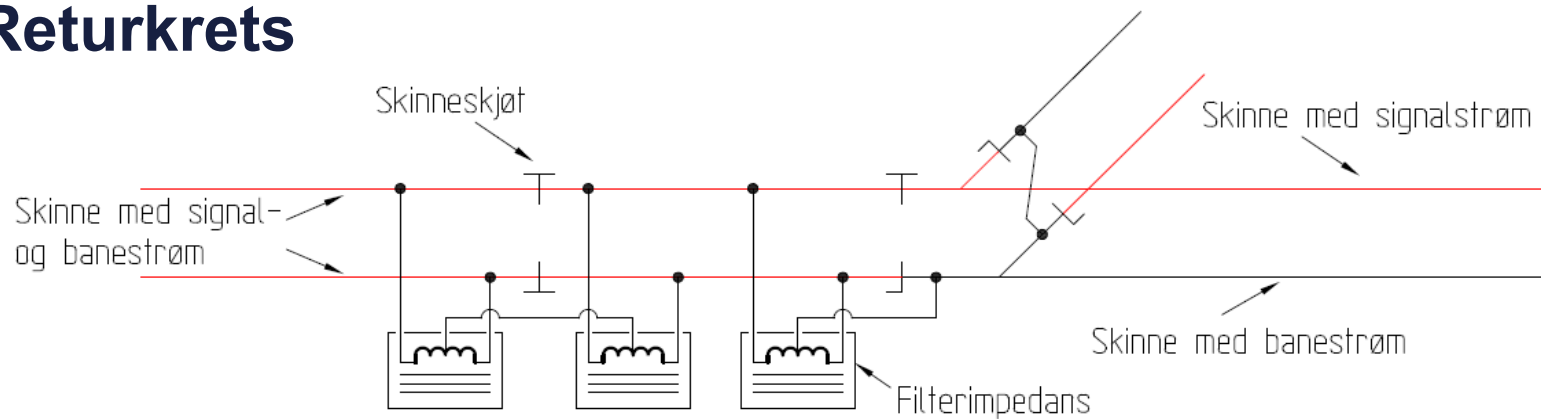
- De to kontaktledningene må være justert slik at strømvtagerens overgang fra den ene til den andre skjer etter at toget har kommet inn på nullskinnen.

→ TOGPASSERING AV SUGETRANSFORMATOR



- De to kontaktledningene må være justert slik at strømvtagerens overgang fra den ene til den andre skjer etter at toget har kommet inn på nullskinnen.

→ Returrets



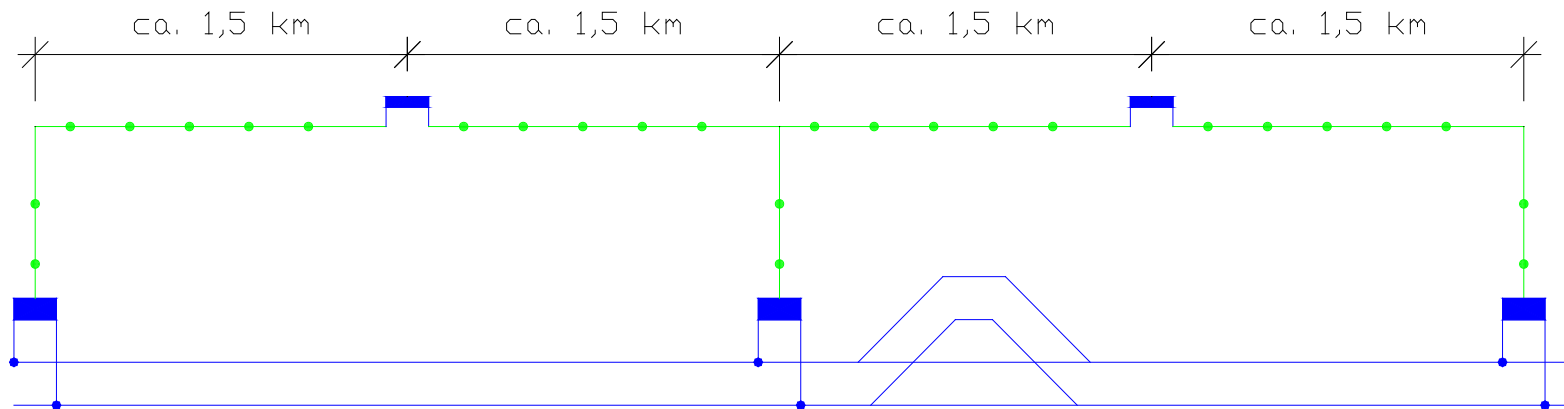
→ RETURLEDNING PÅ FRI LINJE

Nedføring midt mellom sugetransformatorene

- Ikke nødvendigvis på stasjonene!

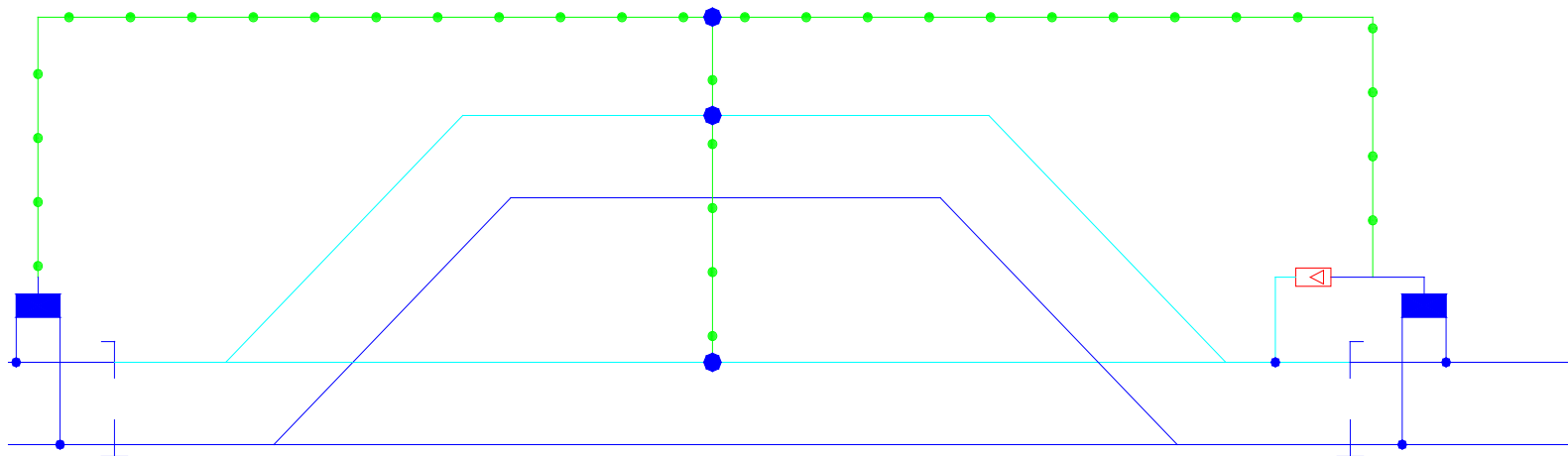
Nedføringene koblet til skinne via filter-impedans

- Obs unntak for visse skjøteløse sporfelter



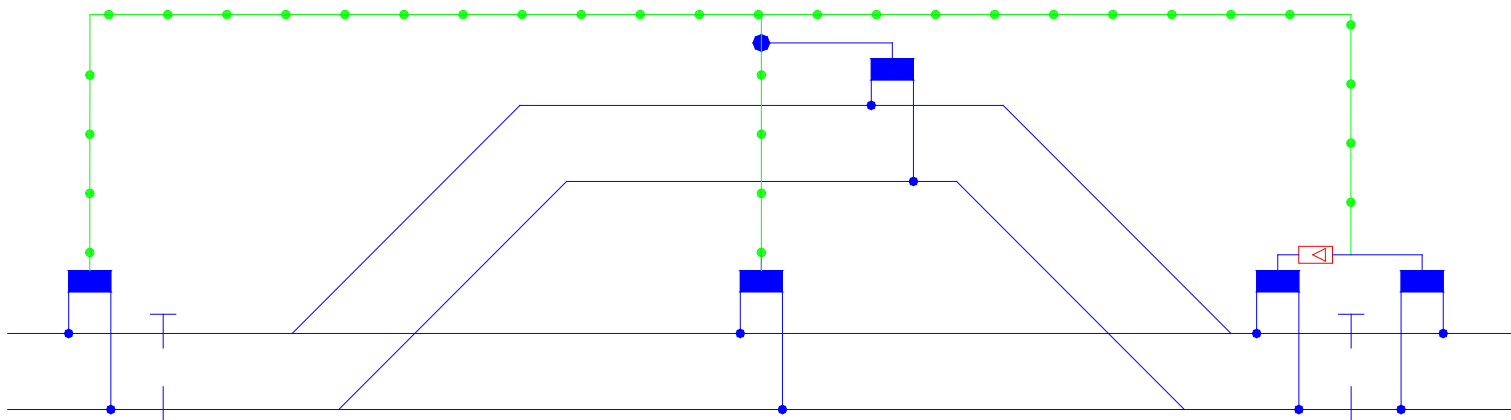
→ RETURLEDNNG PÅ STASJON MED ENKELTISOLERTE SPORFELTER

- Kun den ene skinnestrengen fører returstrøm: **Legg merke til skjøtene!**
- Filterimpedans brukes i overgangen mellom enkeltisolerte og dobbeltisolerte sporfelter
- Gjennomslagssikring brukes for å sikre returvei hvis det skjer brudd i returledningen.

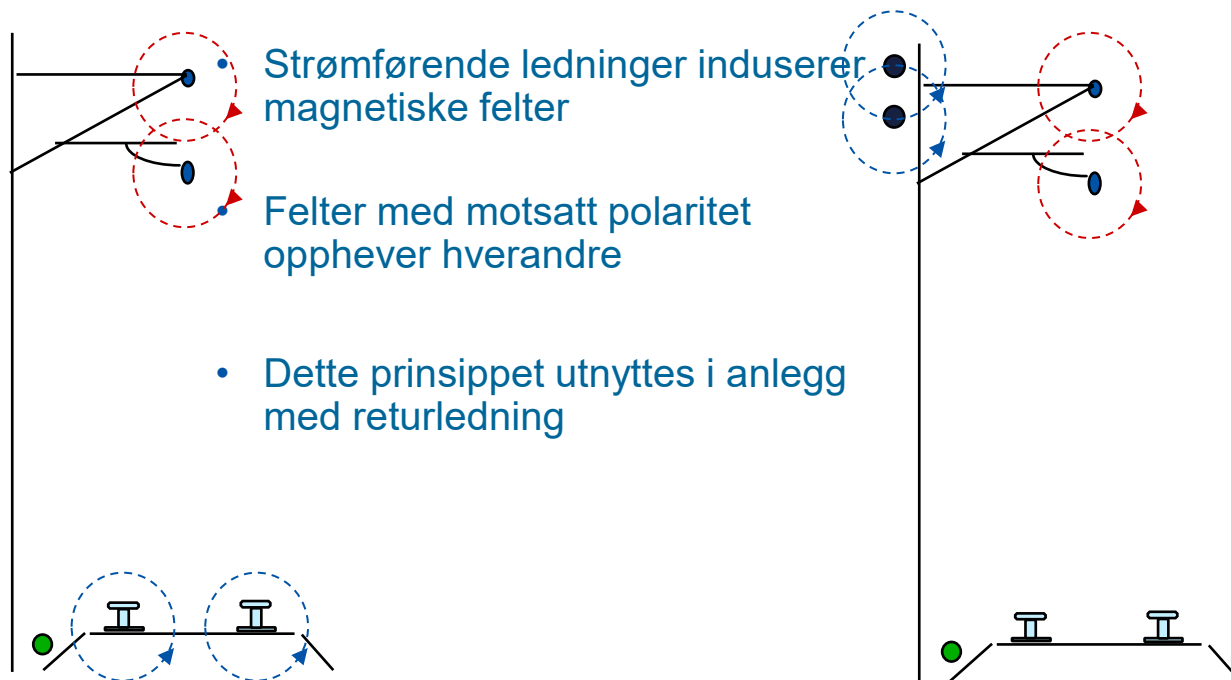


→ RETURLEDNING PÅ STASJON MED DOBBELTISOLERTE SPORFELTER

- Begge skinnestrengene fører returstrøm
- Returledningen er koblet til skinnene via filterimpedanser



→ ELEKTROMAGNETISKE FORSTYRRELSER



→ RETURFORBINDELSER I SKINNEGANGEN

- Skal tåle strømmer som de maksimalt kan utsettes for! [TRV kap12: Krav til skinneforbinere mv](#)

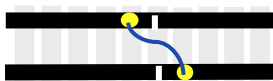
- Skinneforbinder:



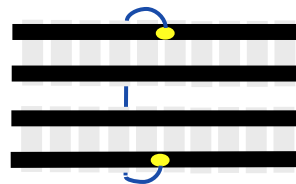
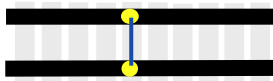
- Skinneforbindelser:



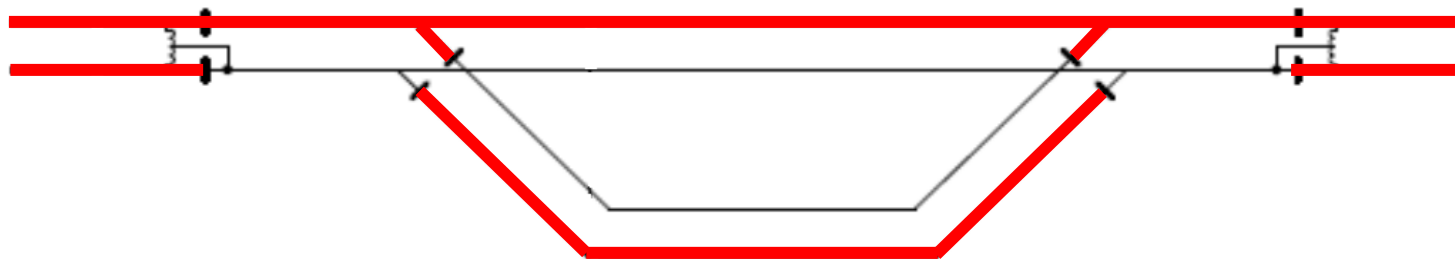
- Overkast:



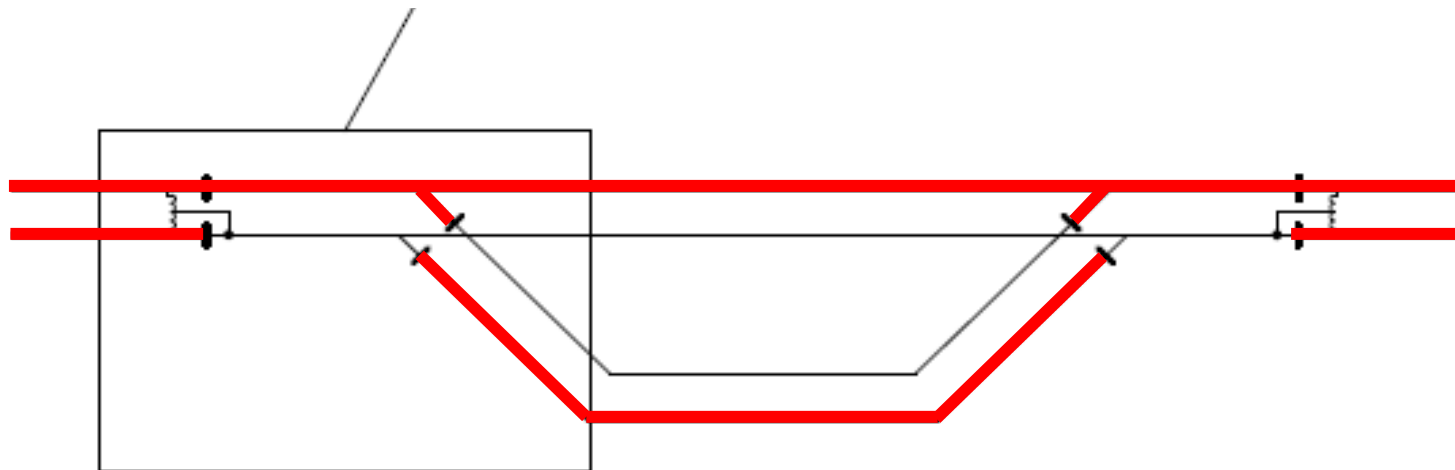
- Tverrforbindelse:



→ RETURKRETS OVER VEKSLER

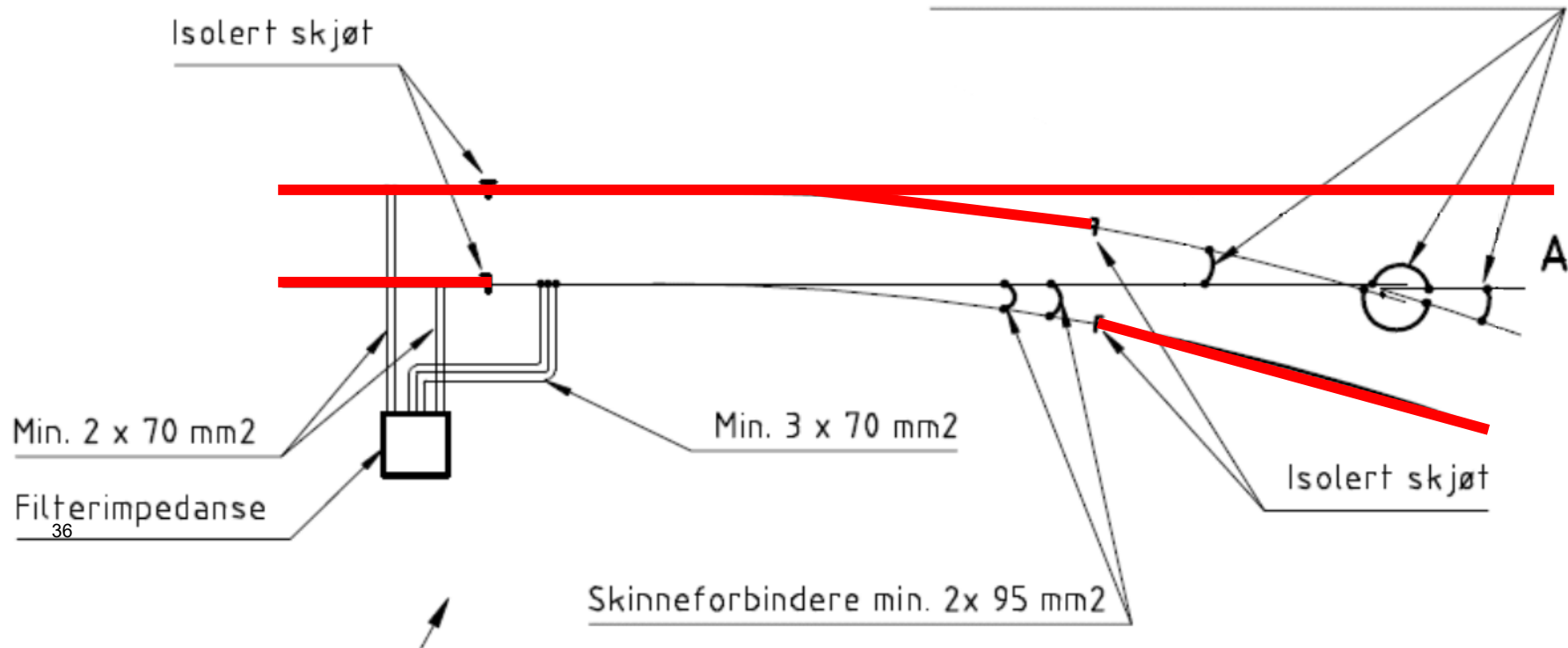


→ RETURKRETS OVER VEKSLER



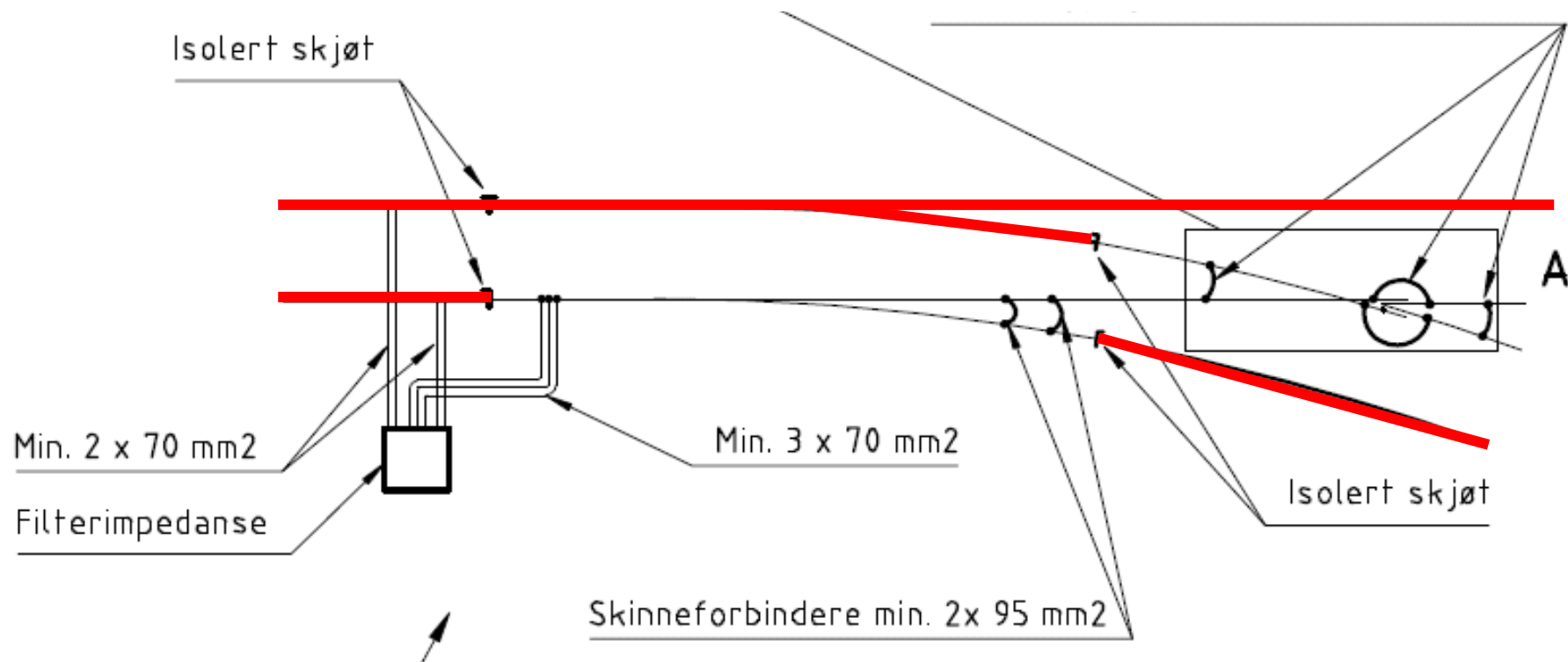
→ RETURKRETS OVER VEKSLER

4 stk skinneforbindere min. 1x95 mm².
Ved helstøpte mangankryss er det ikke
behov for disse

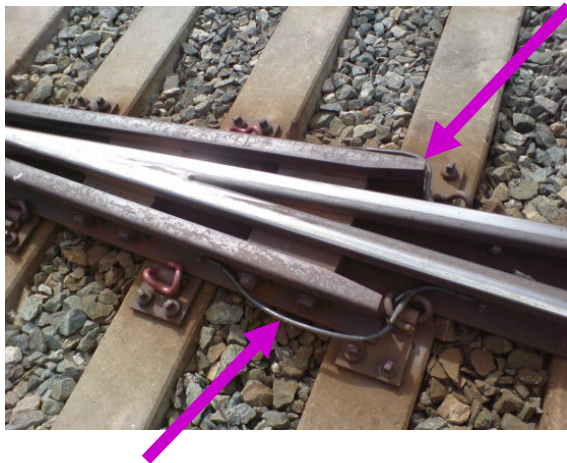


→ RETURKRETS OVER VEKSLER

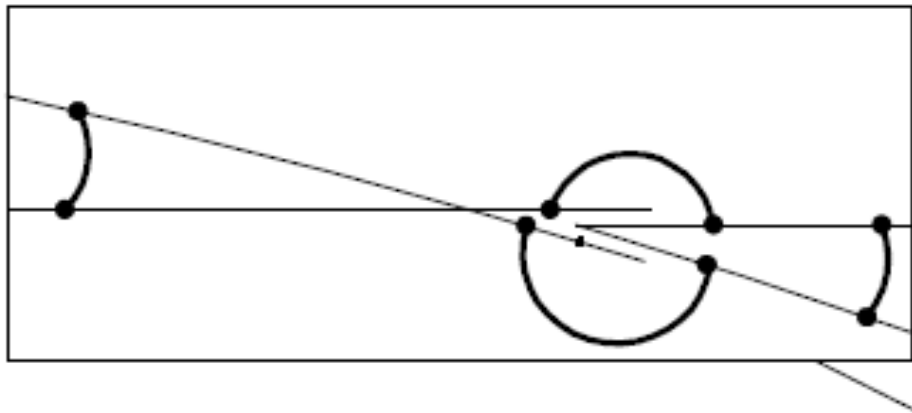
4 stk skinneforbindere min. 1x95 mm².
Ved helstøpte mangankryss er det ikke
behov for disse



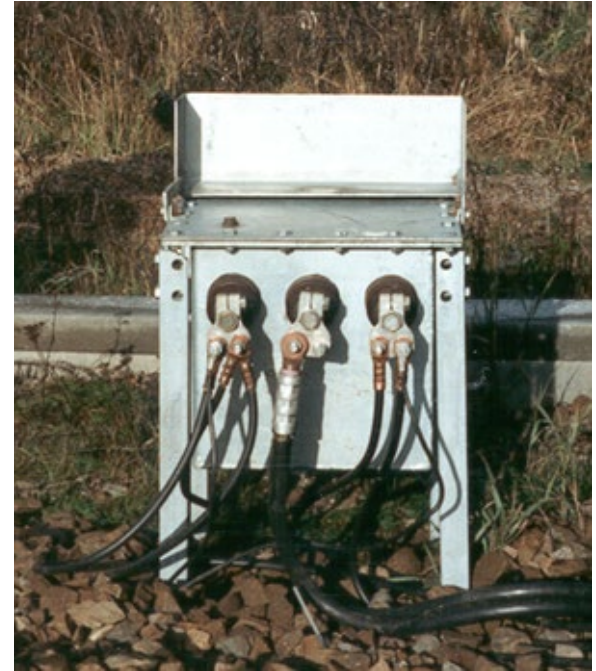
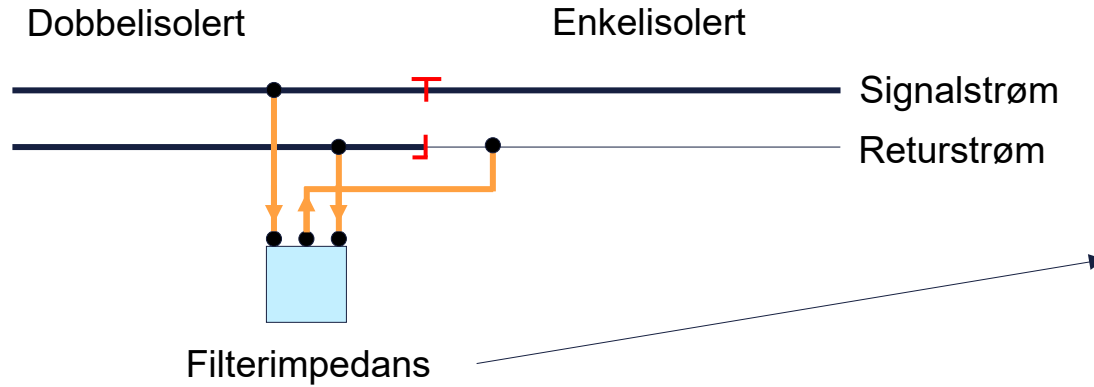
→ RETURKRETS OVER VEKSLER



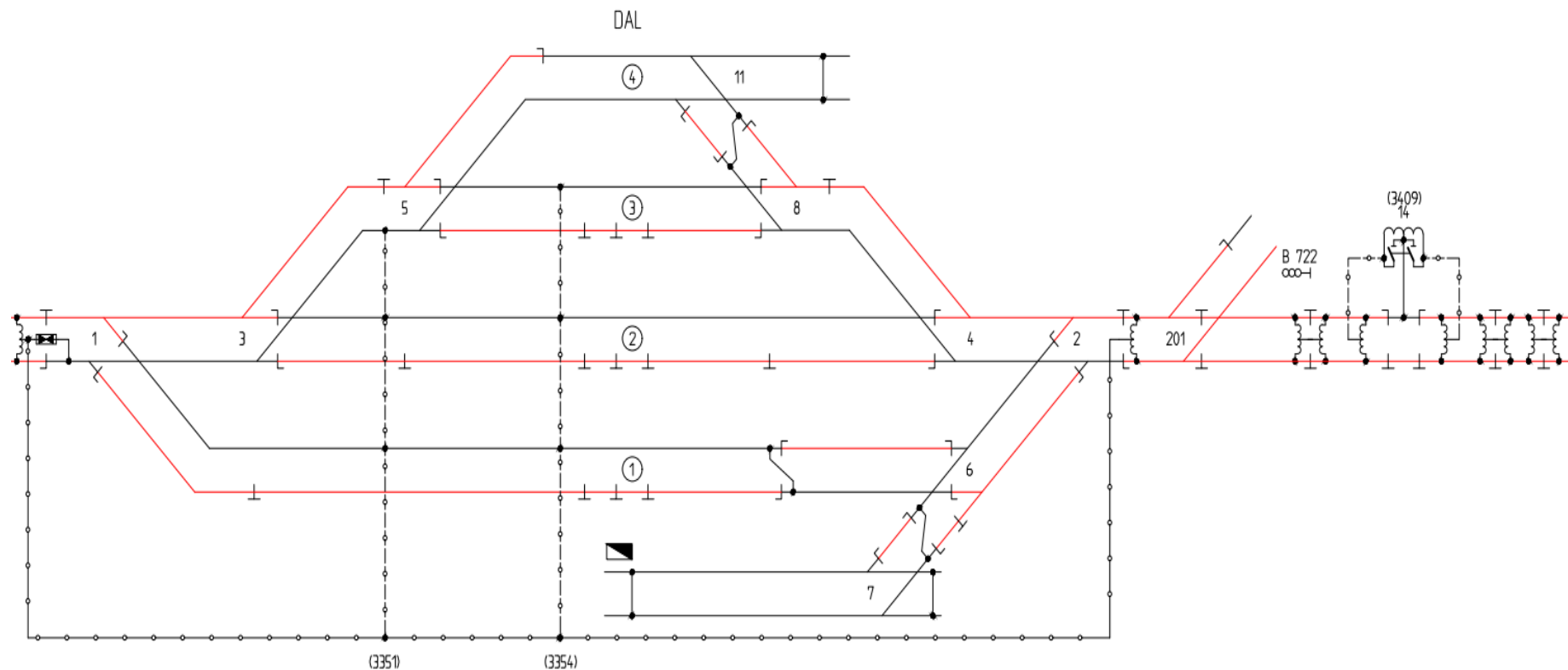
A (1:25)

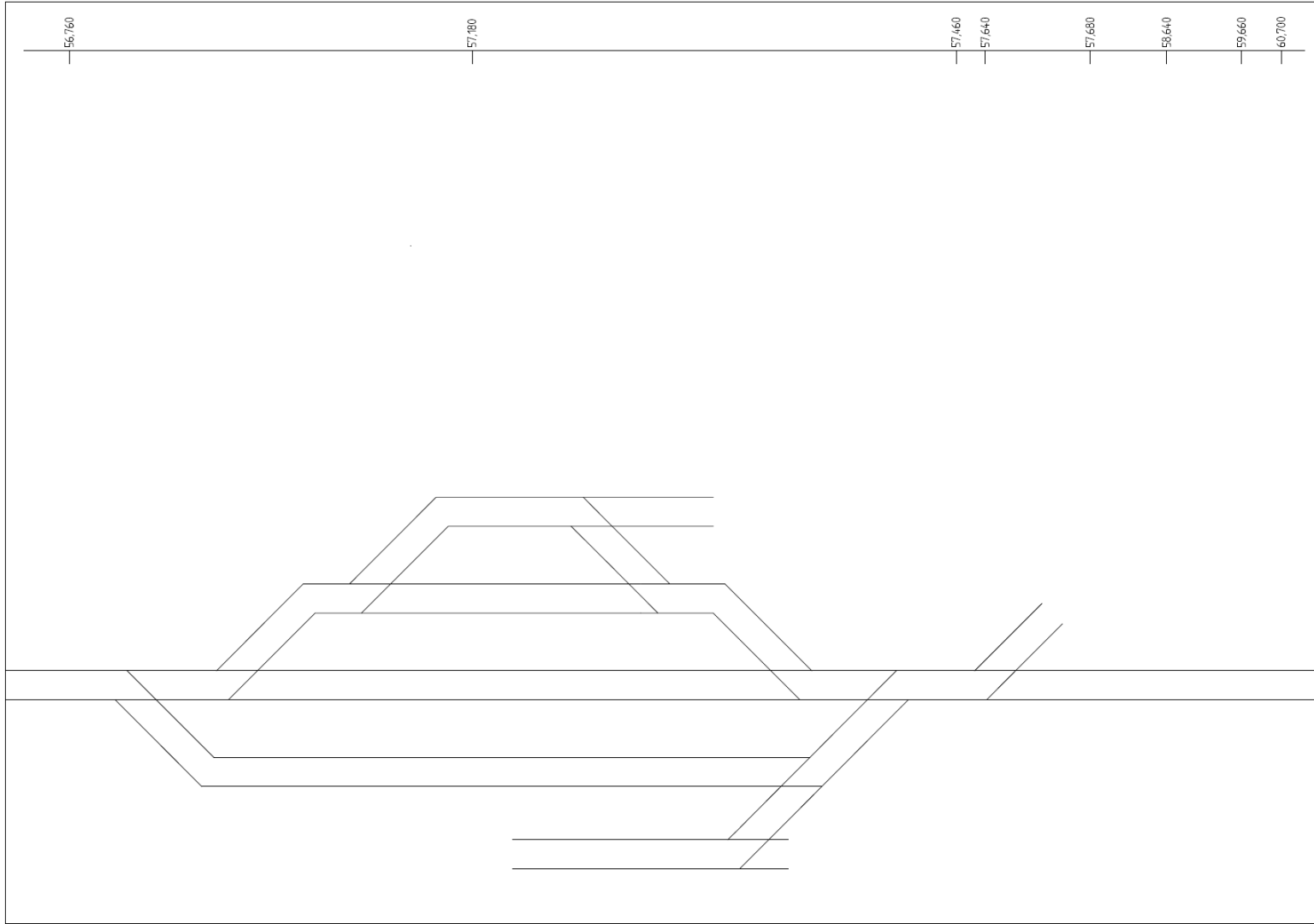


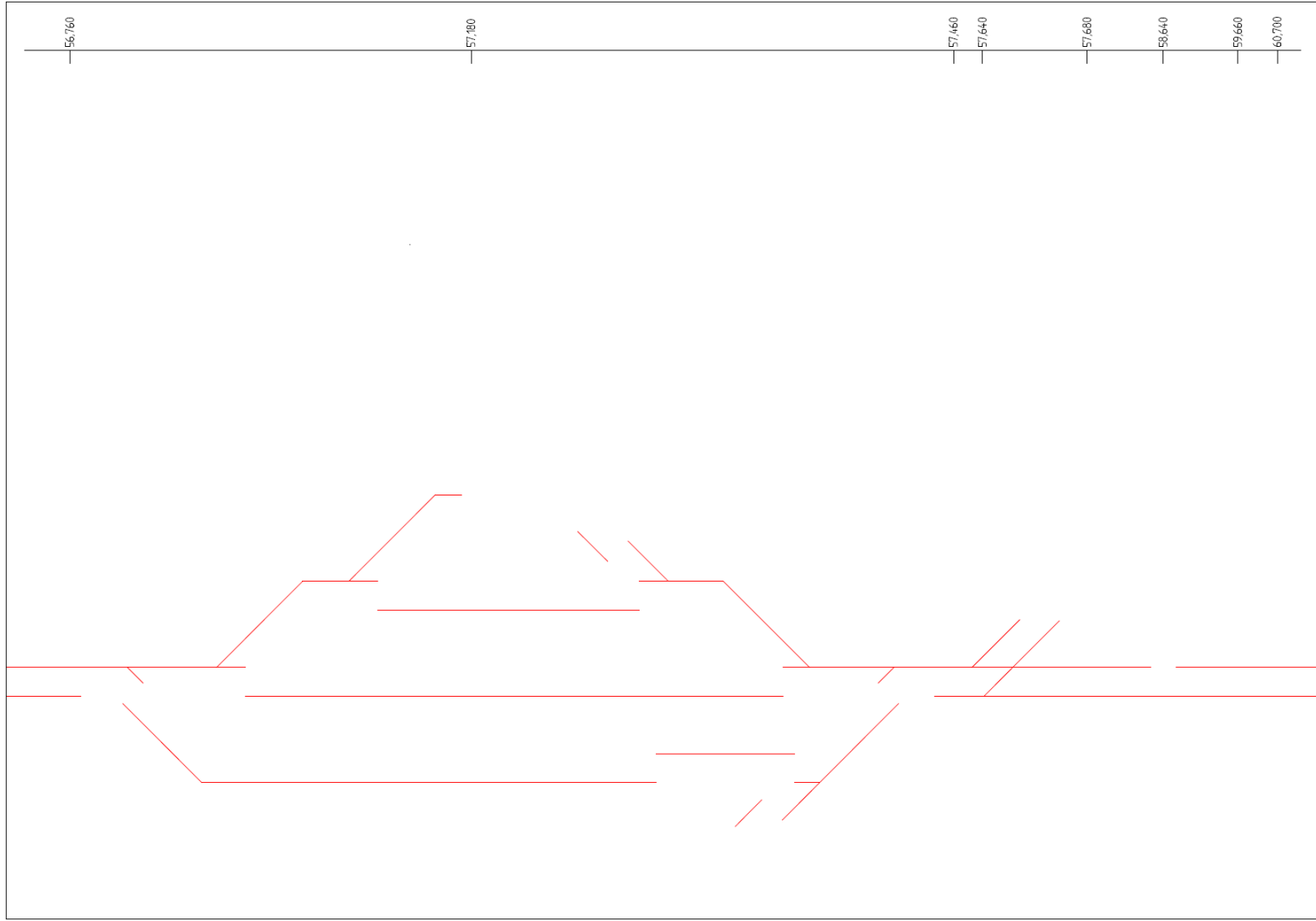
→ Filter-impedans

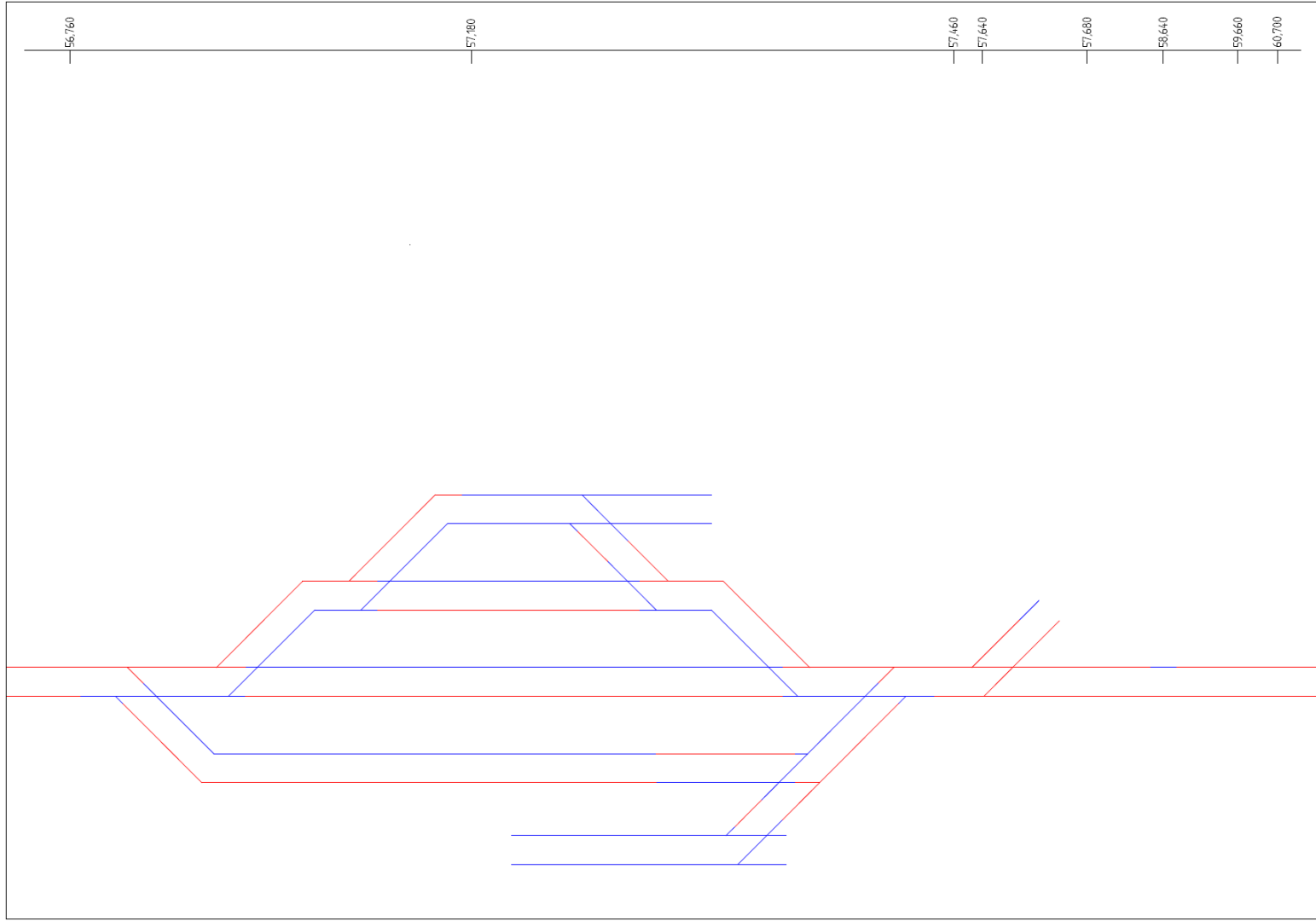


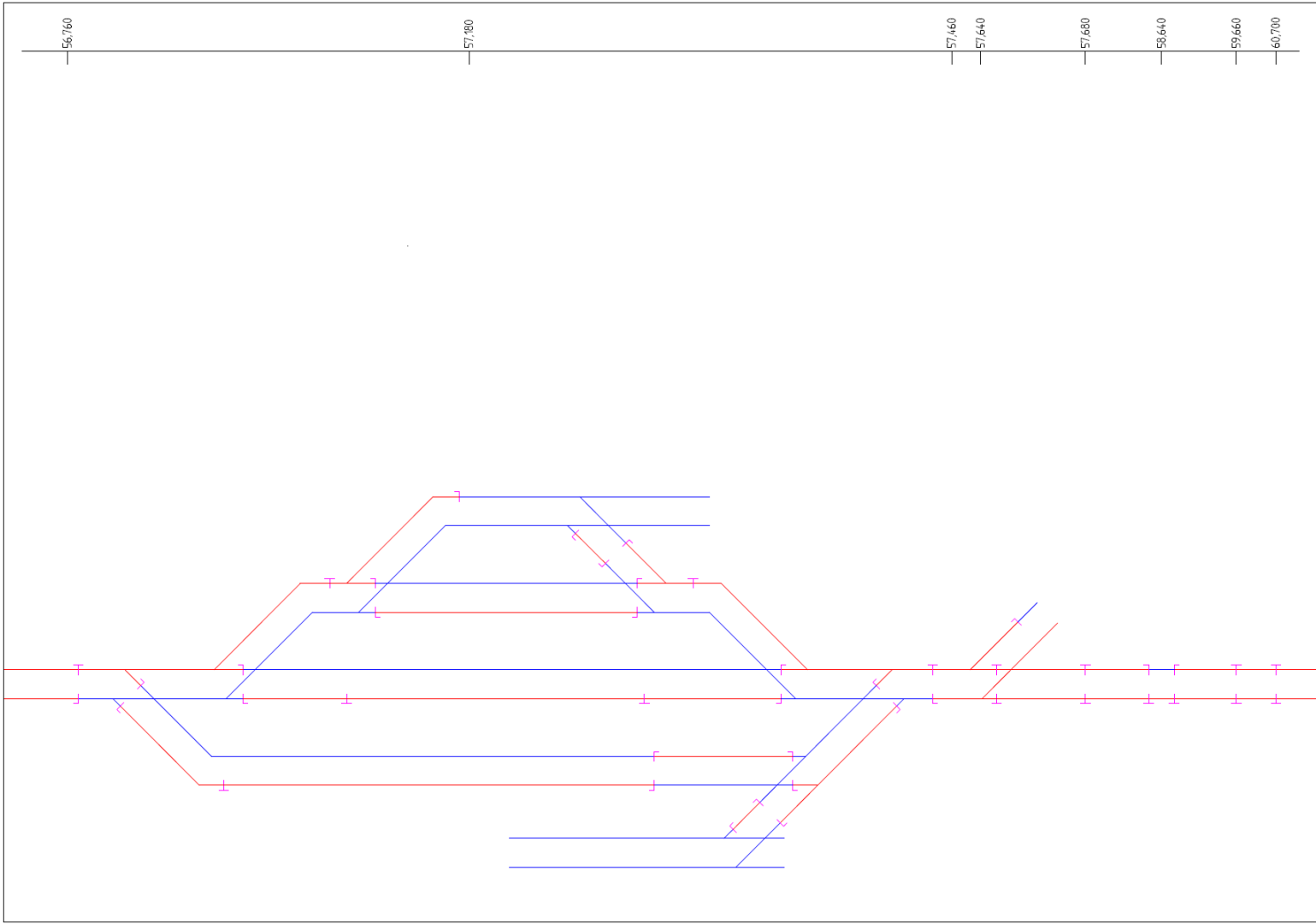
→ Returkrets skjema

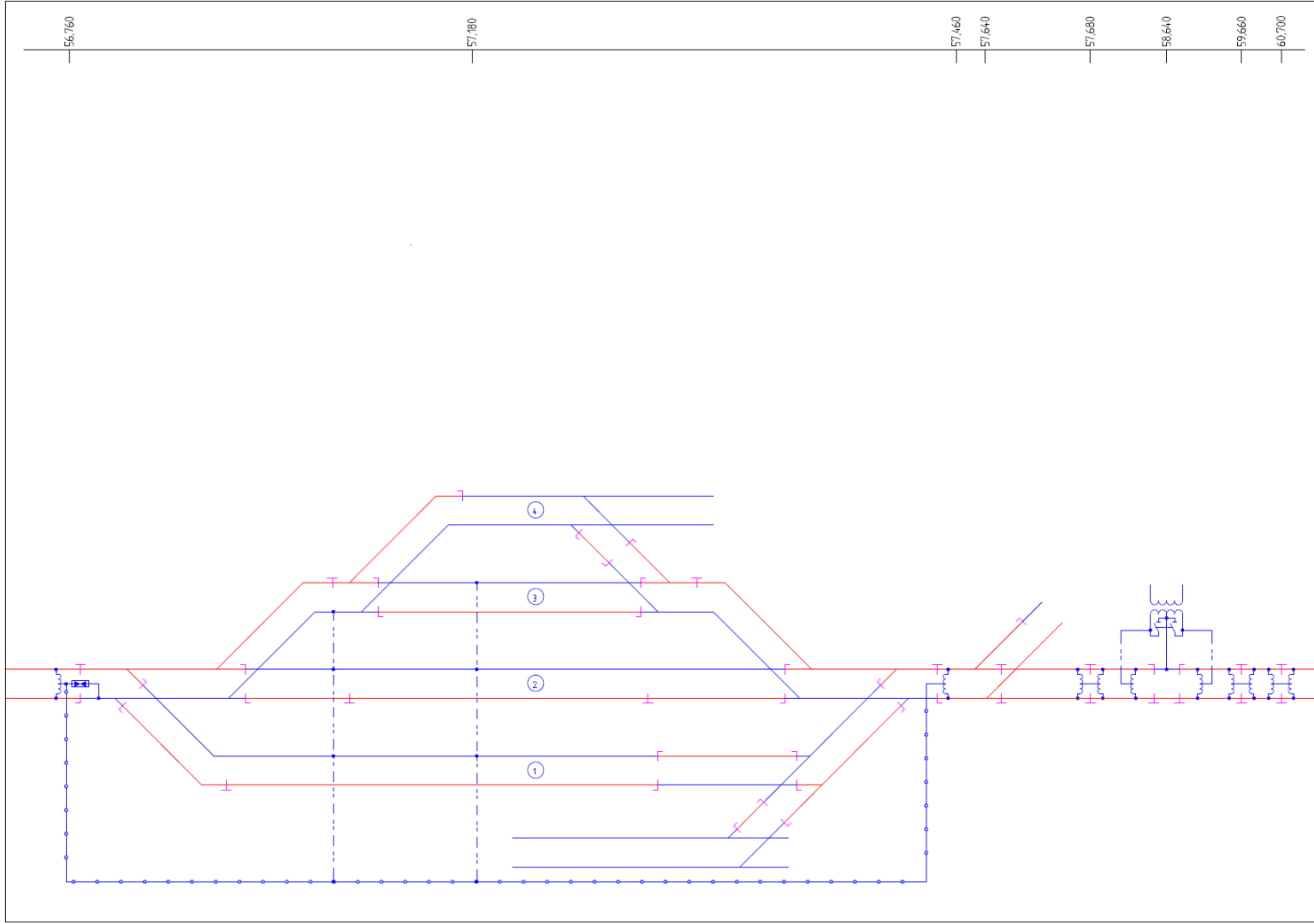


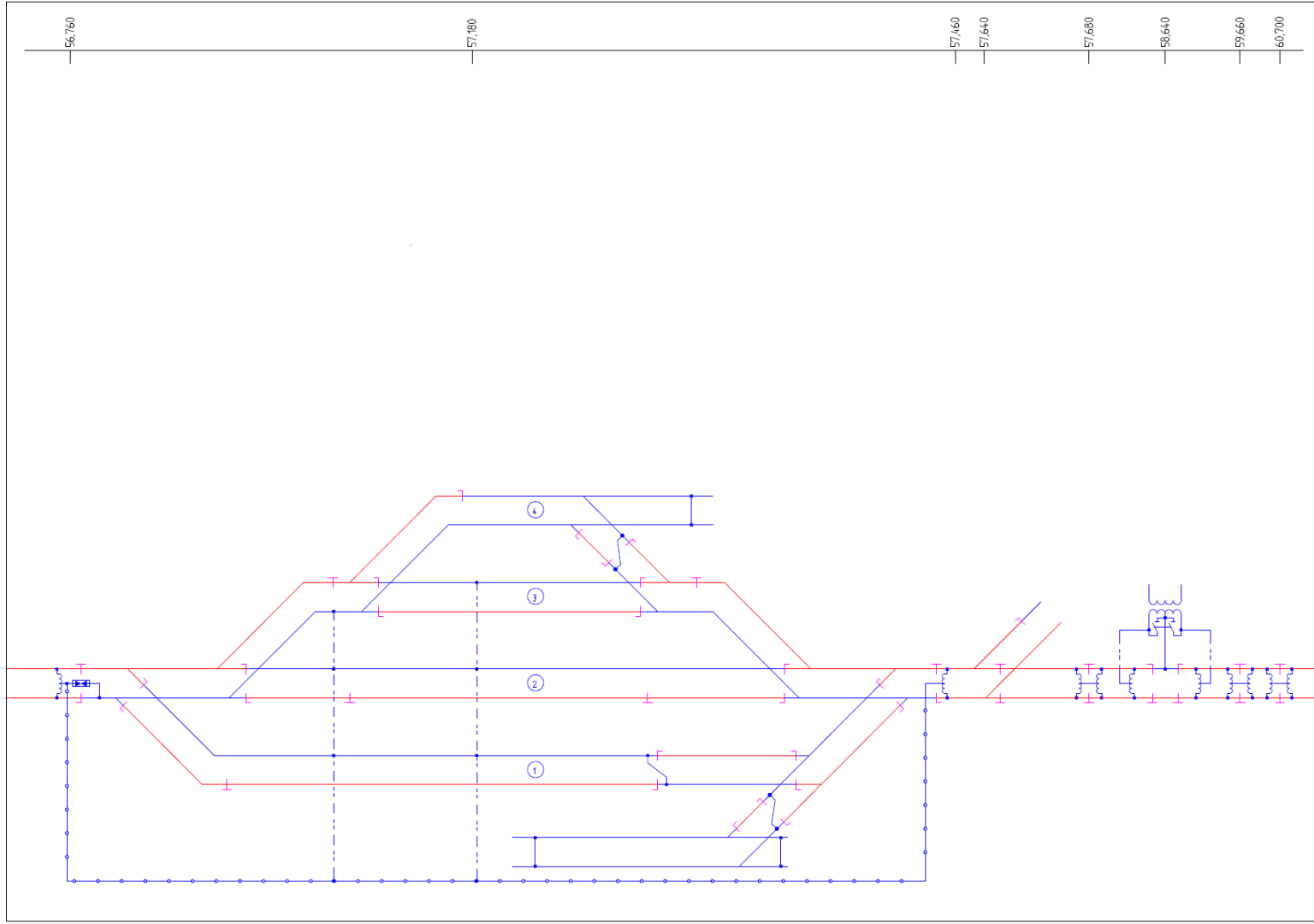


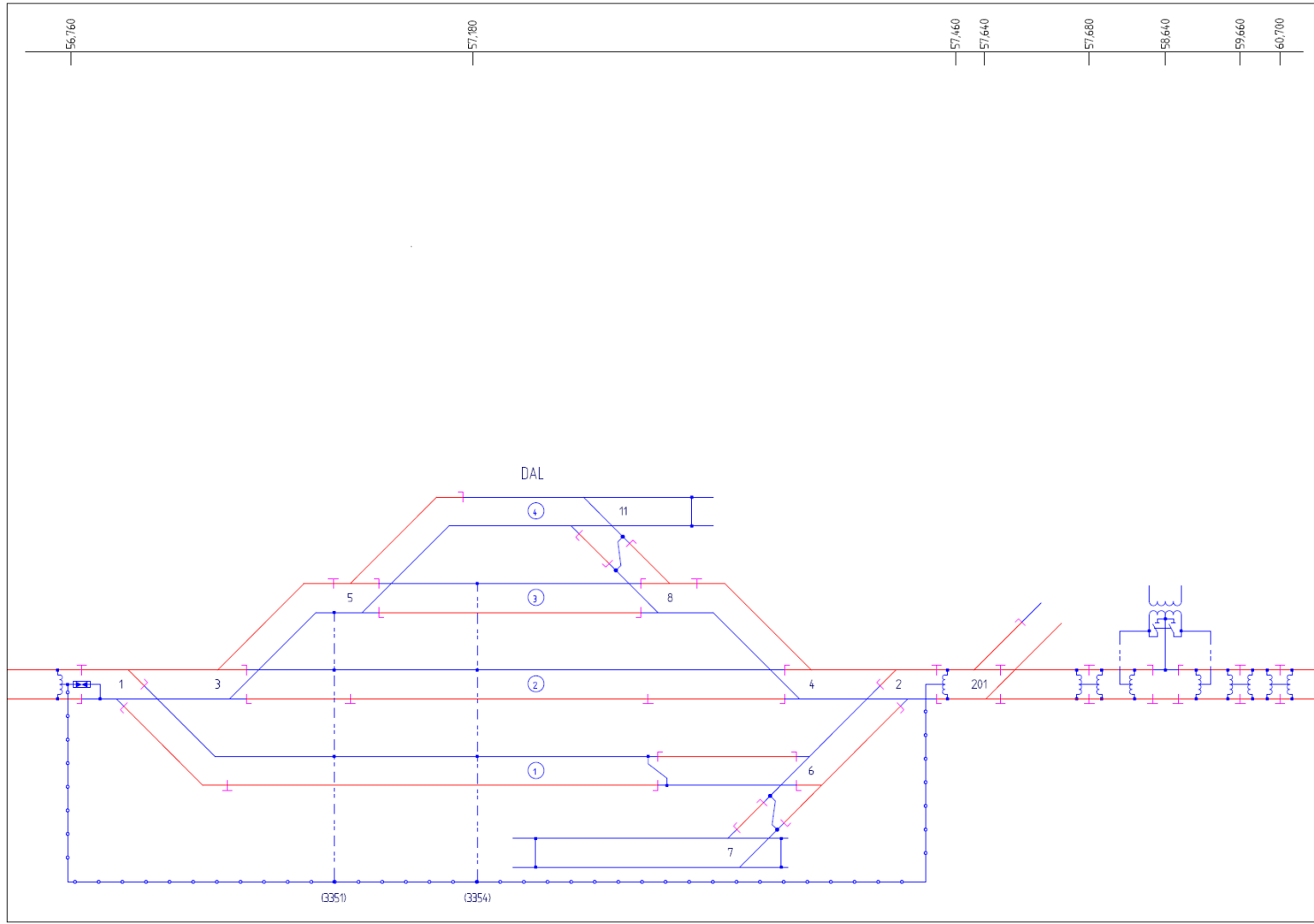


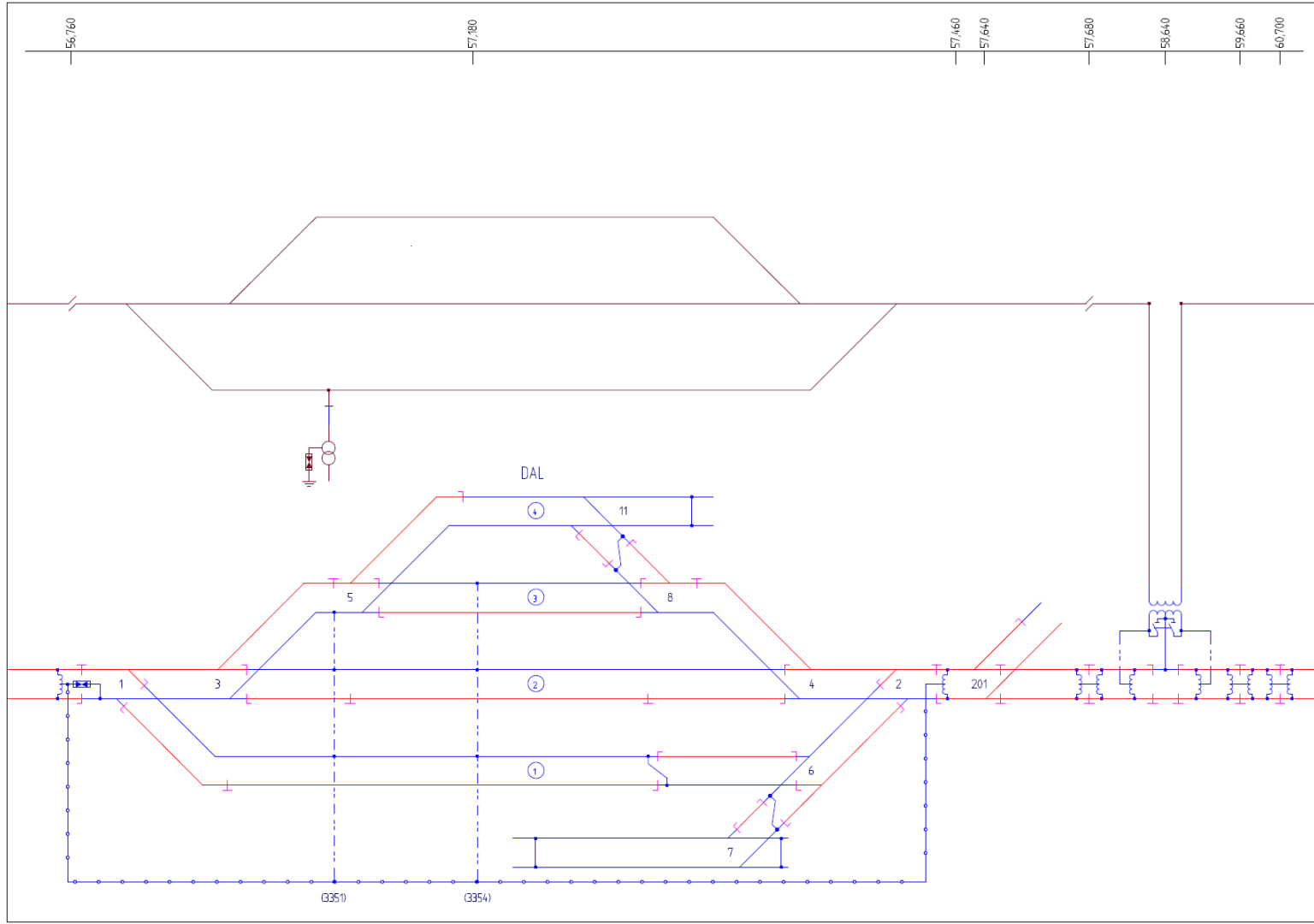


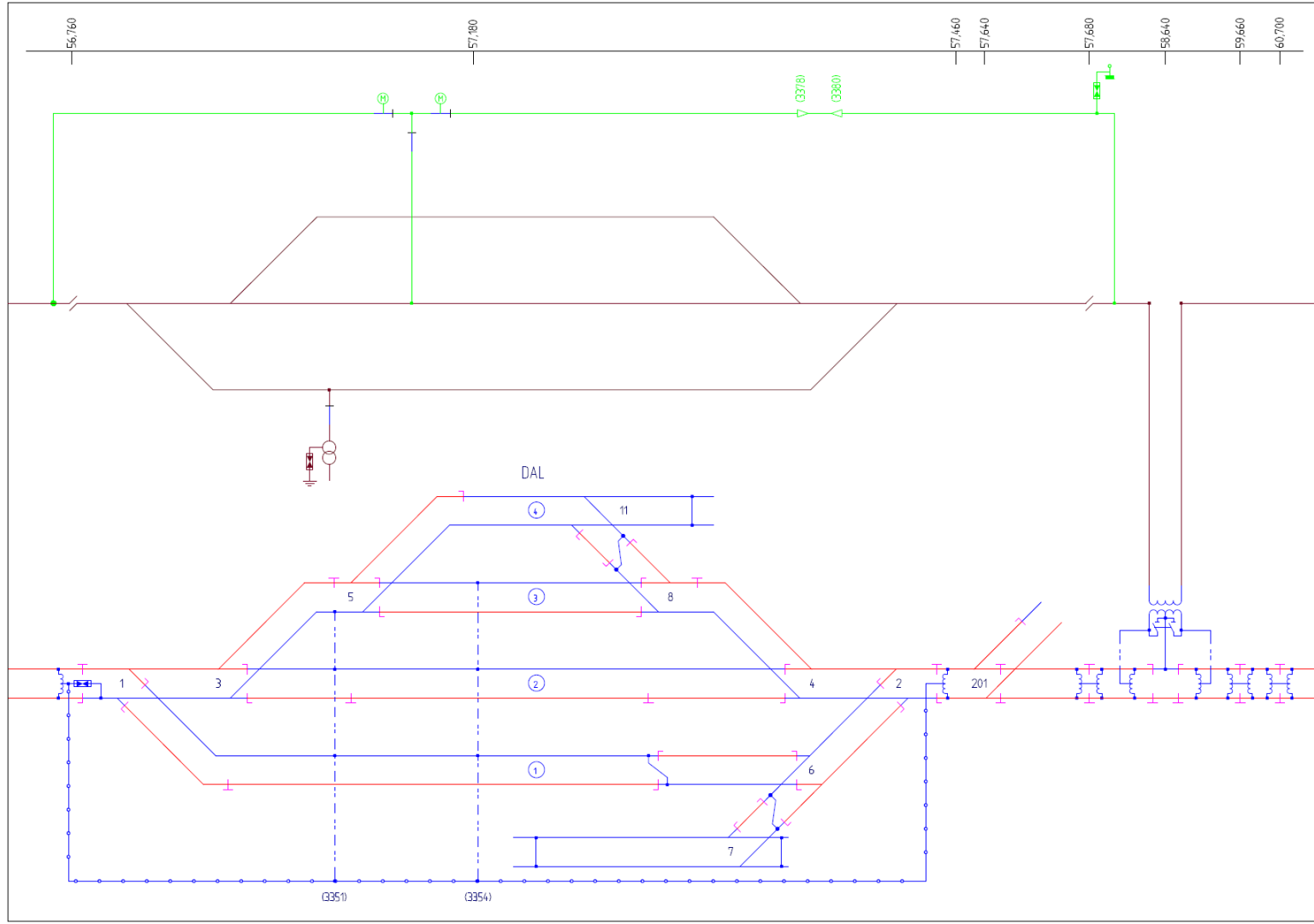


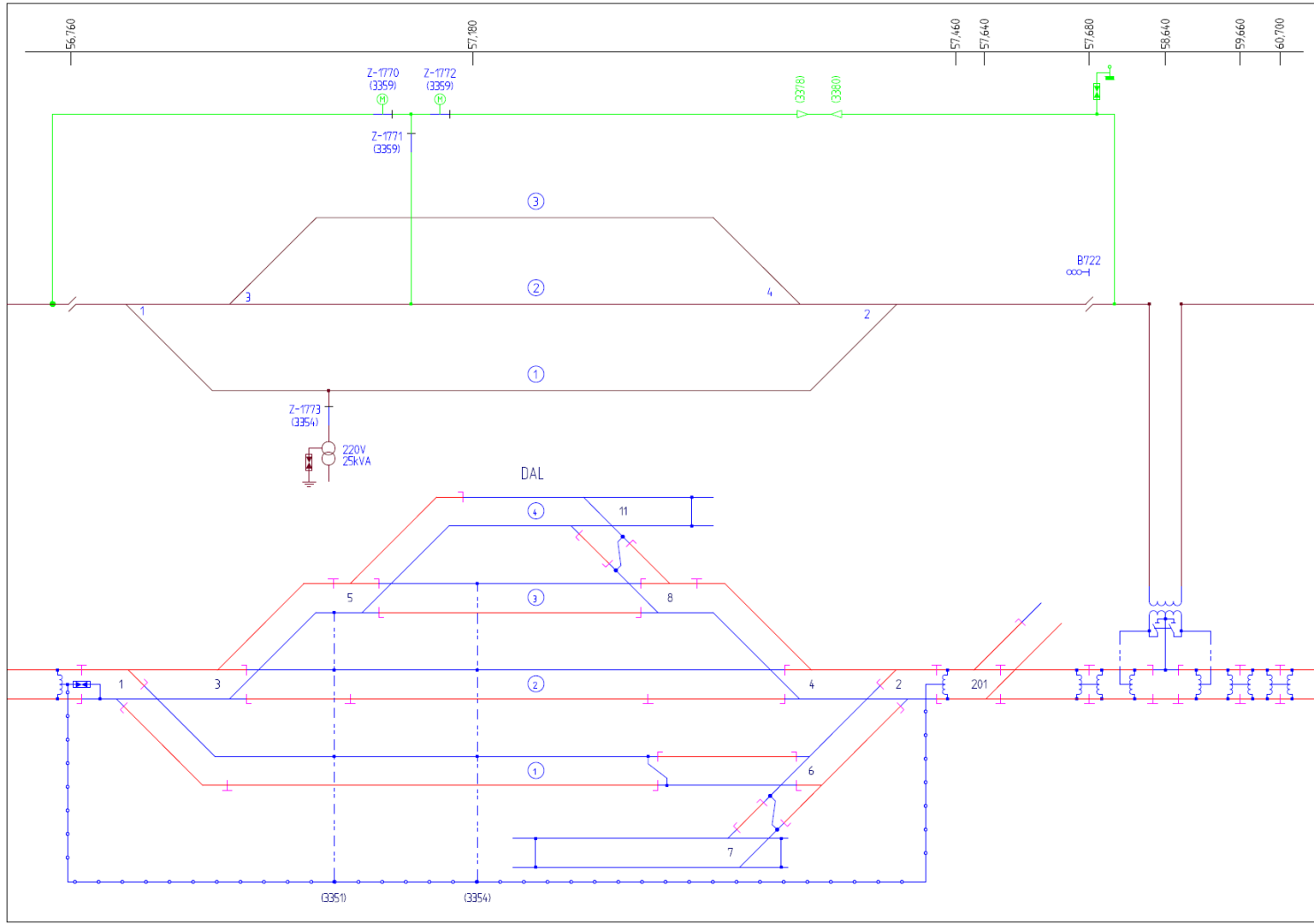












→ Returkretsskjemaer

Kontaktledningsanlegg	
KL Koblingsskjema	KL Sicat Candrop
KL Returkretsskjema	KL Kontroll (Int.)
KL GMB-Som bygget	KL Symboler
KL Systemdokumenter	Feil på tegning?
KL Tabeller	

→ Feil i returanlegget kan resultere i ødelagt isolert skinneskjøt

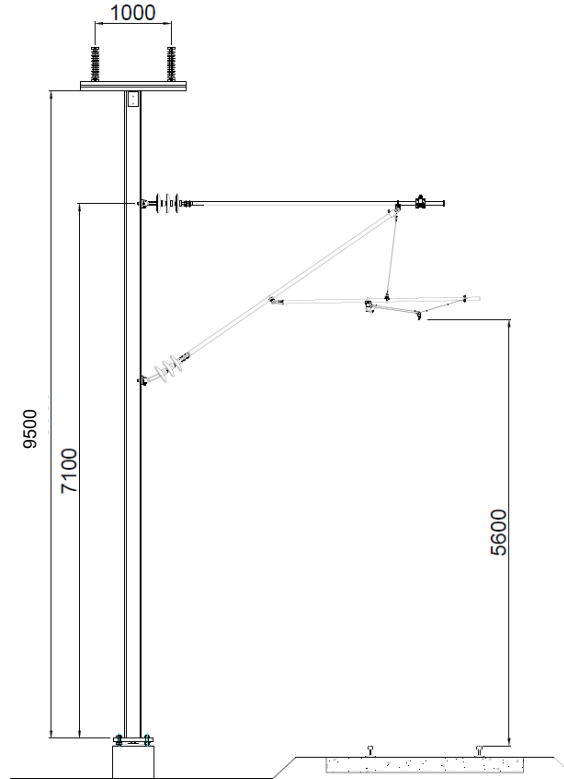


→ **AT-SYSTEM**

→ Innhold i presentasjonen

- Kort om AT-systemet
 - Komponenter/ virkemåte
 - Fordeler/ ulemper

→ Master og kl-anlegg

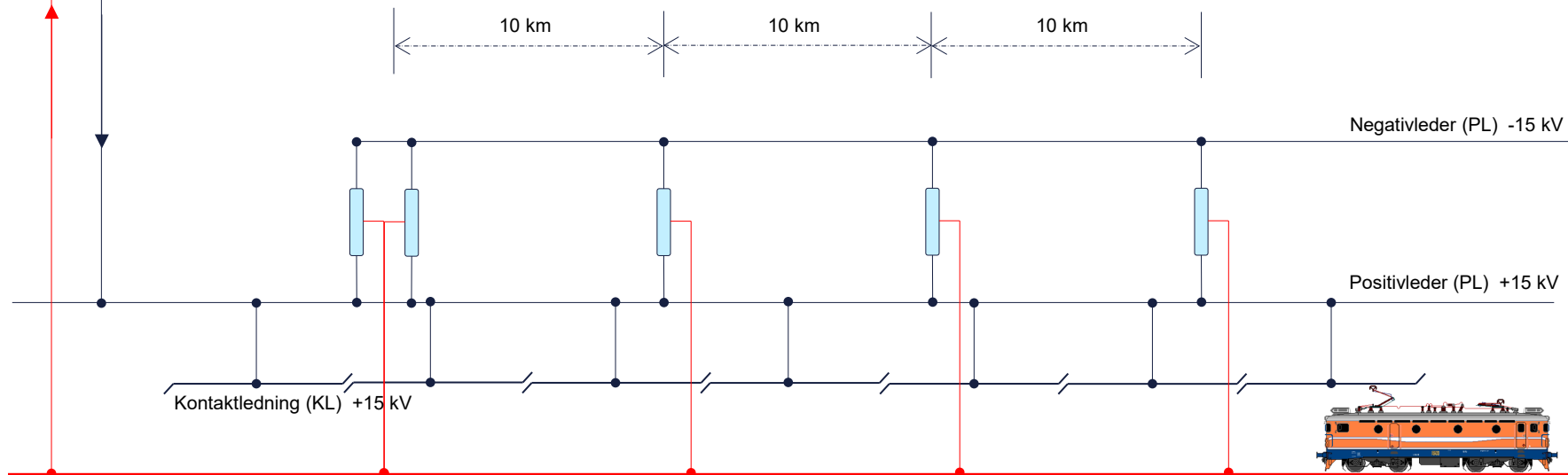


- Selve AT-systemet er NL og PL på toppen av mastene. Kl-anlegget kan være av hvilken type som helst.
- Med 9,5 m høye master kan NL og PL ha spenning, mens KL kan være utkoblet for flere typer arbeid.

→ Prinsippet med AT system

Spenningsnivået er 30 kV mellom PL og NL, +/- 15 kV

Systemet må ha autotransformatorer for at prinsippet skal fungere



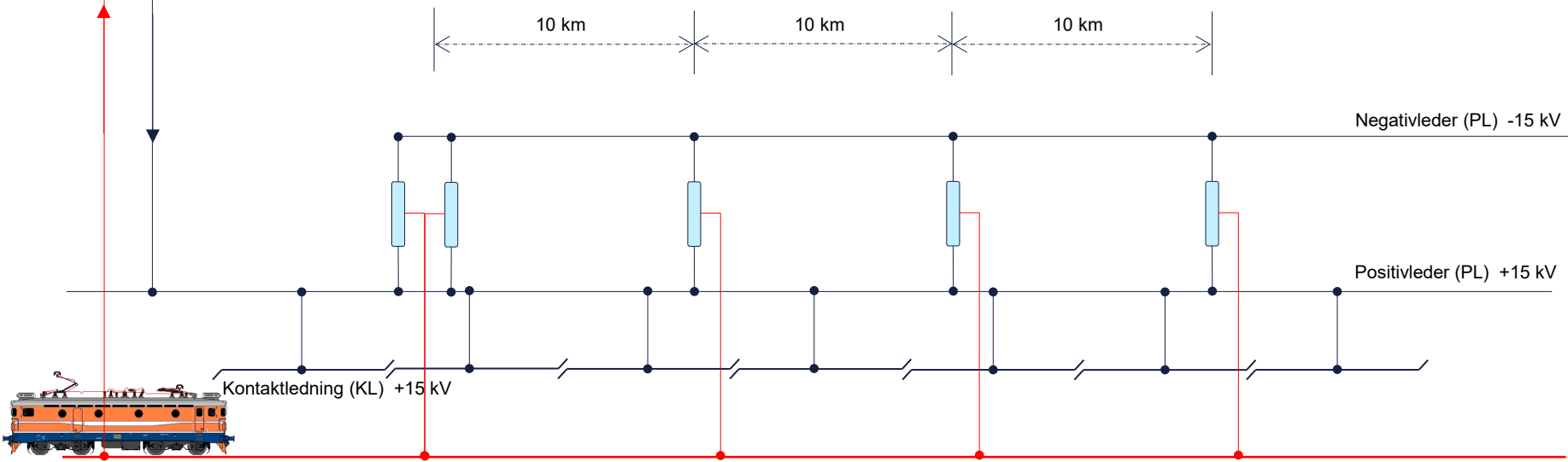
15 kV samleskinne

Returstrøm samleskinne

→ Prinsippet med AT system

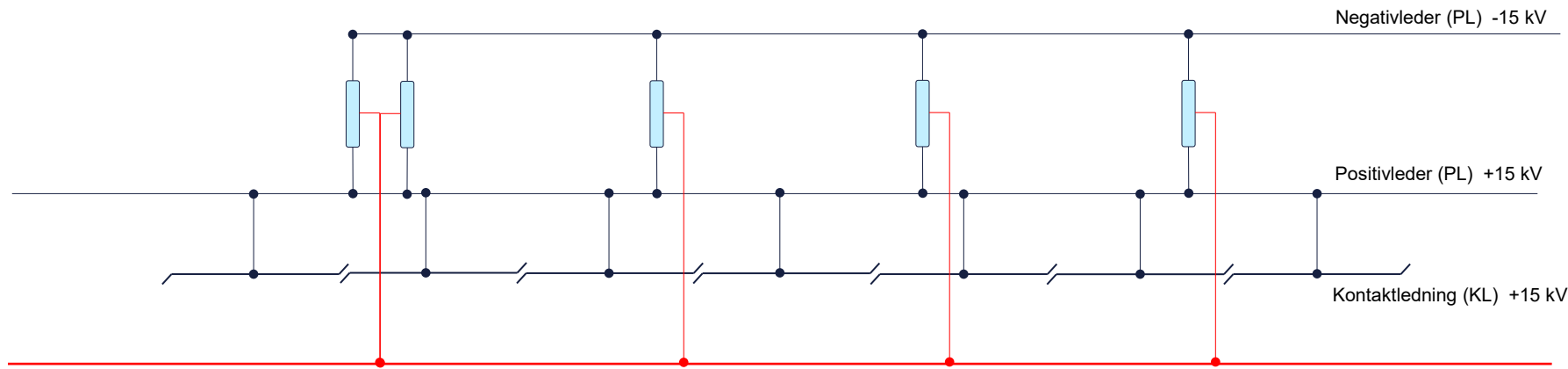
Spenningsnivået er 30 kV mellom PL og NL, +/- 15 kV

Systemet må ha autotransformatorer for at prinsippet skal fungere



→ AT-system med seksjonert kontaktledning

- Ved å seksjonere opp KL mellom hver AT kan ingen strøm gå i KL uten at det er et tog der.
- Dermed vil strømmen få en symmetrisk tur- og returledning i negativ og positivleder.
- Da vil heller ingen strøm gå i sporet!



→ Karakteristika for kontaktledningsanlegget for AT-system

- Det er 1 m mellom NL og PL.
- NL og PL med diameter på 381 mm² AL.
- For selve KL-anlegget står en fritt til å velge system.
- Det skal være omtrent 10 km mellom hver autotransformator og disse skal fortrinnsvis plasseres på stasjonene.
- 120 km mellom hver omformerstasjon.
- Midt på matestrekingen skal det være en automatisk seksjoneringsstasjon
- Konseptet er også tiltenkt for høyfartsbane.

→ Autotransformator i kiosk

- Ytelse 5 MVA.
- Kiosk av stålplater ca 3 x 3,2 m
- Oljeoppsamling i fundament.
- Plassering ca hver 10 km i utkanten av stasjonsområder.
- Enkelt arrangement uten vern eller effektbrytere. Utkobling i tilfelle feil og kortslutning skjer med effektbrytere og distansevern i omformerstasjonene.
- Berøringsikre tilkoblinger mellom høyspentkabler og terminaler.
- Lufttett utførelse av autotransformatoren
- Enkelt tilsyn og minimalt vedlikehold.



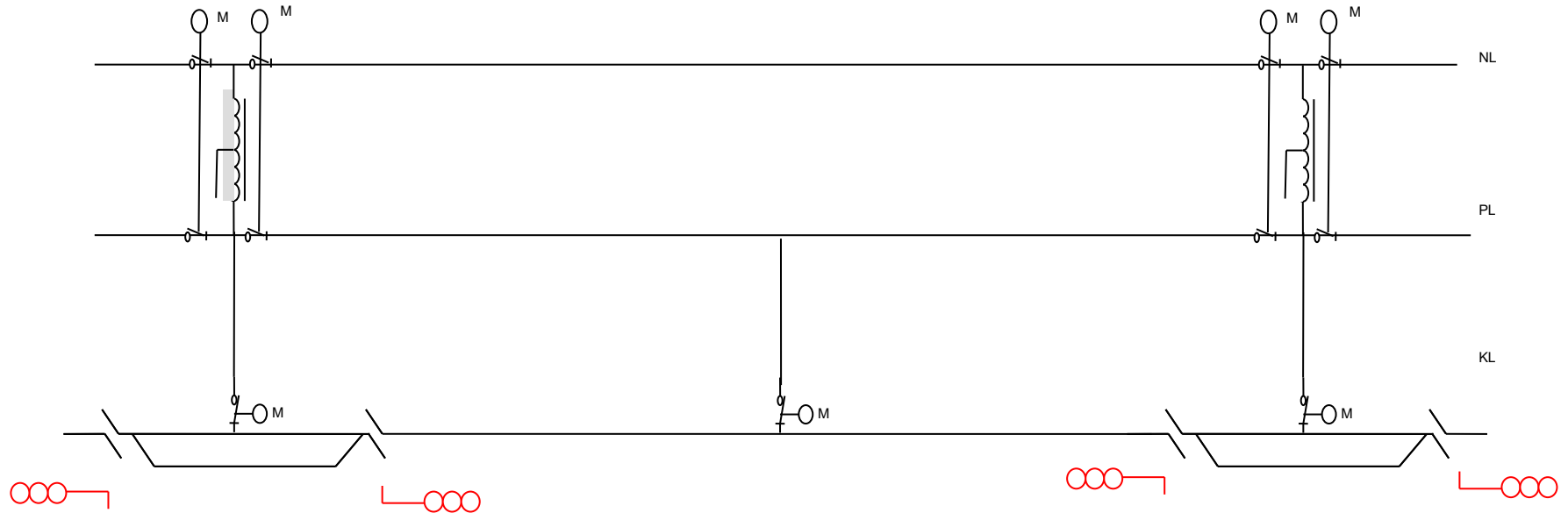
→ Montering av autotransformator i Sverige



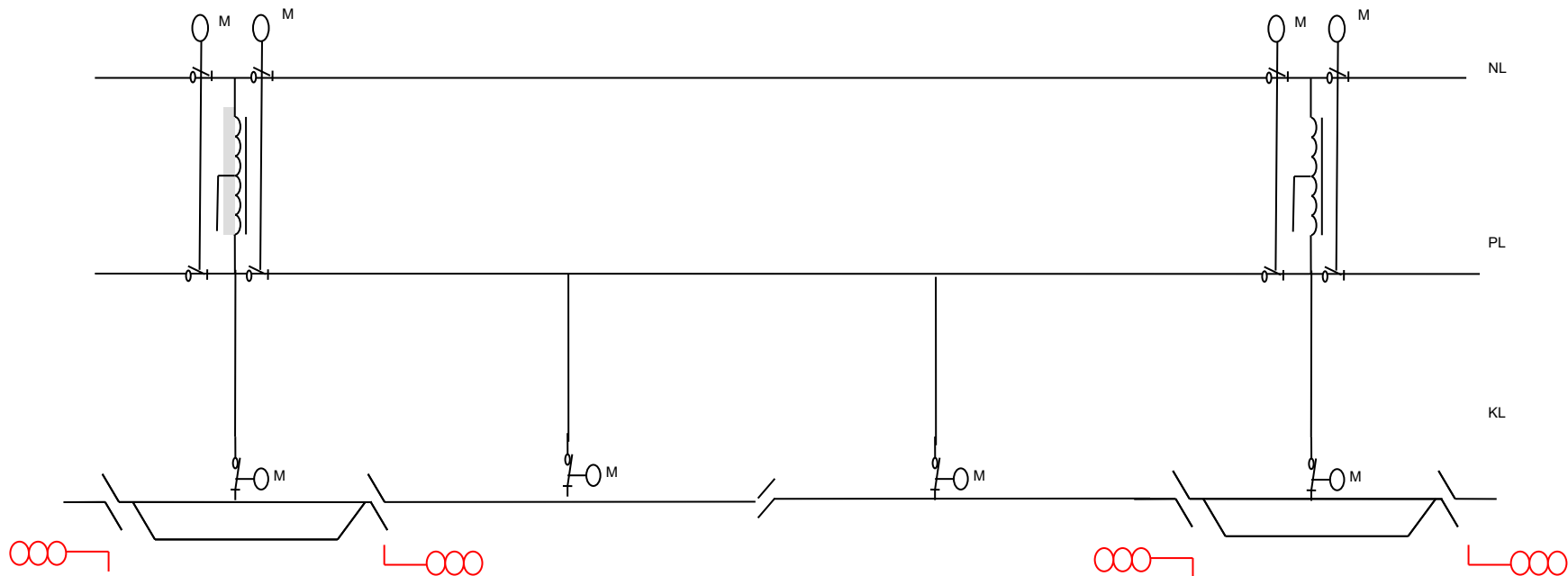
→ Seksjonering av NL, PL og KL

- Dagens seksjonering av KL-nett er normalt slik:
 - Seksjonering ved hver stasjon (omlag hver 10. km) på fjernstrekninger.
 - Seksjonering som deler nettet ved innkjør A og innkjør B på hver stasjon (fjernstyrte brytere).
 - Forbigangsledning over stasjoner med egen bryter som mater ned til KL på stasjonen (ofte håndbetjent bryter).
- NL og PL seksjoneres ved hver transformator, eller oftere om nødvendig. I praksis ved hver stasjon.
 - 2-polet lastskillebrytere – fjernstyrt
 - 2-polet manuell skillebryter ved kabelavgreining ned til transformator. KL seksjoneres som i dag ved innkjør til stasjoner.
- KL mates fra PL midt på KL-seksjonen maksimalt 6 km, evt. i enden ved seksjoner inntil 3 km. (T-mating)

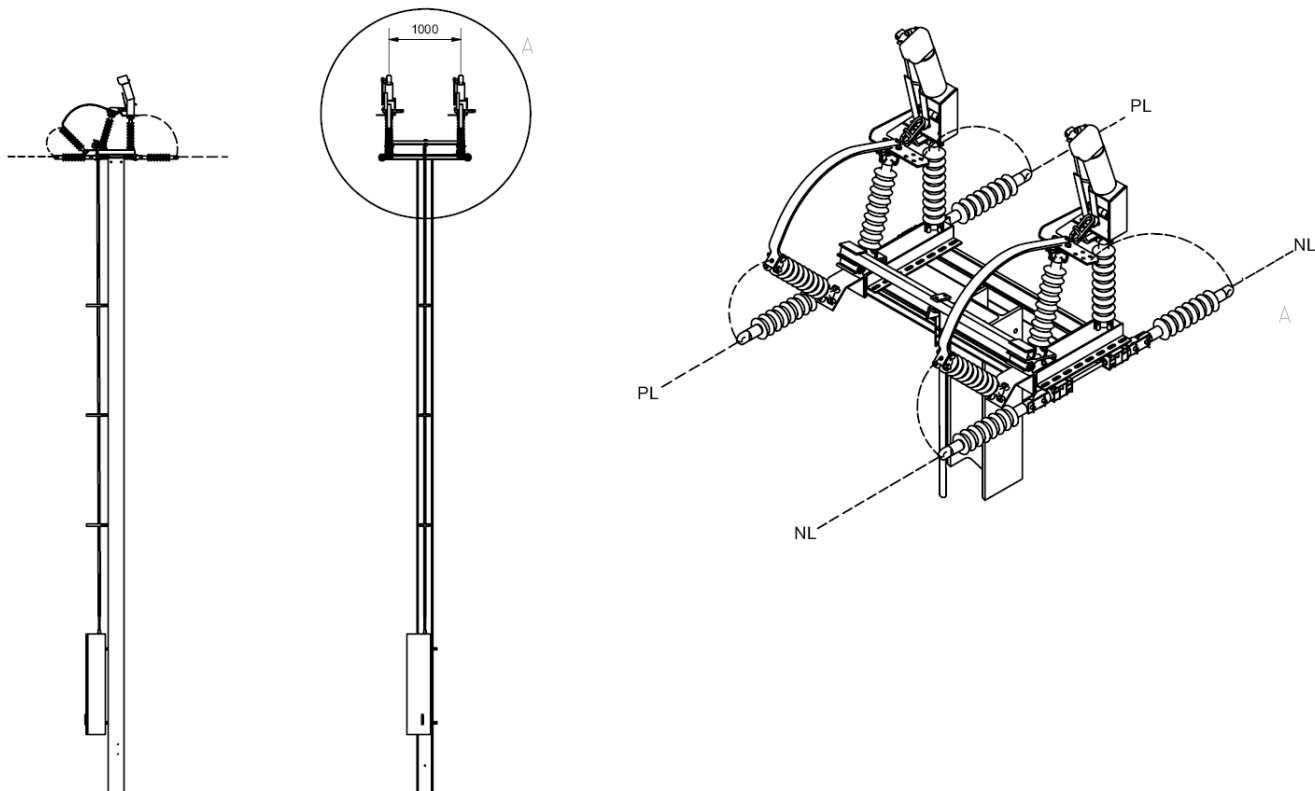
→ AT med PL+NL – seksjonert KL



→ **AT-system med seksjonert KL alternativ med to seksjoner mellom autotransformatorene**



→ 2-polet bryter for PL og NL



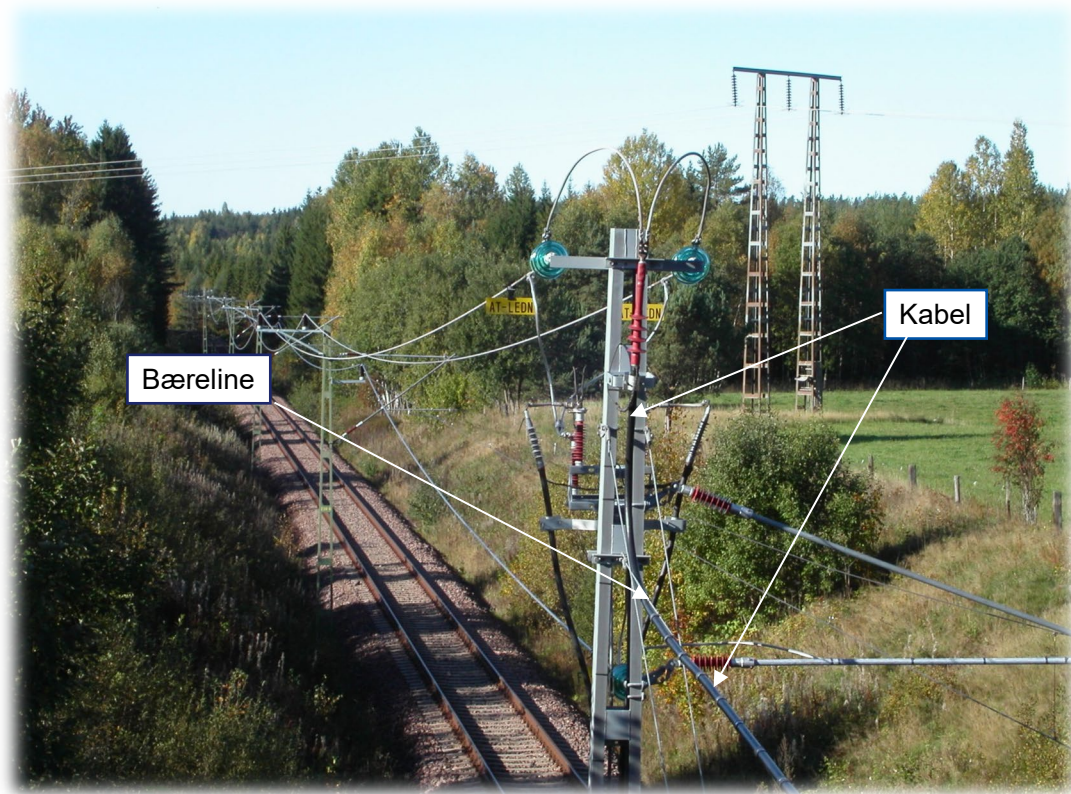


6	1	Multisystemic therapy		El-Tijerdo
4	1	Family-skilning		
3	1	Träning		El-Tijerdo
2	2	Gruppbehandling		
1	1	KI, Byström	N/A	N/A
DefItem	AntQty	Description/Description	Material/Material	Amount/Amount

Bryterarrangement for matning av KL fra AT nett.
PL mot spor

Conditie en afmetingen Hans Andersen	Gebruik 2009-10-20	Vulgewicht N/A	Maximaal Gewicht N/A	Vasthoudende/Sluifende Foutsoort N/A
GEVEA	Kontaktledningsbryter	Stroomsnelheid BB45		
		Stroomsterkte 1-20	Vermogen A	

→ Overgang fra mast til kabel



Overgang for NL til kabel for å komme under en bro, eller som overgang til tunnel.

BANE NOR
JERNBANESKOLEN

