

Järnvägens elanläggningar



Utgiven av Banverket, Leveransdivisionen

Fjärde utgåvan, november 2007

Illustrationer: Kajsa Fredholm

Foto: Banverkets arkiv

Formgivning och produktion: Verksamhetsstöd, Information

Innehåll

Förord	2
Så får loket sin el	3
Omformad energi för tågbruk	5
Växelström med rätt spänning	6
Strömbrytare bryter strömmen snabbt	6
Kontaktledningen	6
Två system för att distribuera elenergi till lok	8
System med sugtransformator	8
Autotransformatorsystem	9
Spåret en del av ledningssystemet	10
Hjälpkraftledning	11
Tågvärme	12
Växelvärme	13
Lastspår	13
Uppställningsområden	13
Åtgärder i kontaktledningsanläggningen för att förhindra elolycksfall	14



Förord

Ett viktigt argument för järnvägstrafik är att dess miljöpåverkan är liten. Här spelar den elektriska driften en betydelsefull roll. Elenergi kan framställas under kontrollerade former och dess miljöpåverkan vid användningen är försumbar.

I tidigare utgåvor av Banverkets elsäkerhetsföreskrifter ingick tekniska beskrivningar över elanläggningarna. När elsäkerhetsföreskrifterna revideras stryks de beskrivande avsnitten och enbart regeltexten blir kvar.

Den här broschyren är ett komplement vid utbildning i Banverkets elsäkerhetsföreskrifter och vänder sig till Banverkets anställda och externa entreprenörer. Den ger en kortfattad beskrivning över de olika elanläggningar som Banverket har.



Så får loket sin el

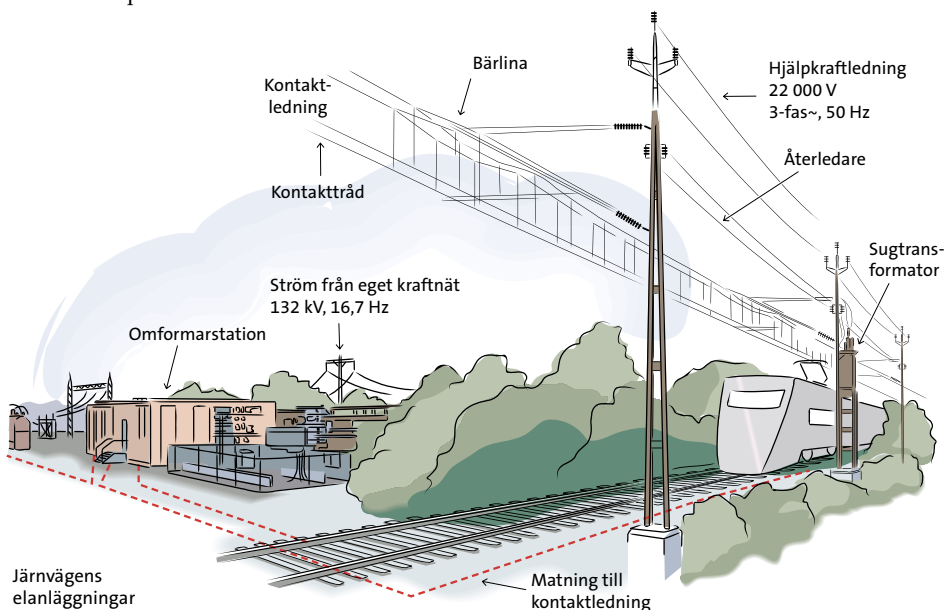
Banverket köper elkraft, till stor del så kallad "grön el" från de stora kraftbolagen. Denna kraft levereras som 132 kV, 3-fas högspänning med frekvensen 50 Hertz. Tågen drivs med 15 kV, 1 fas med frekvensen 16,7 Hz. Elkraften måste därför omvandlas i så kallade omformarstationer, som finns med jämna mellanrum utmed järnvägen.

Nätfrekvensen 16,7 Hz används bara för järnvägsdrift. Skälet är historiskt. Då järnvägen började elektrifieras i början av förra seklet var det lättare att göra motorer till loken med låg frekvens än för tex 50 Hz. Frekvensen 50 Hz används idag till järnvägsdrift i en rad länder, som till exempel Frankrike, Danmark och Finland. Men i Sverige skulle det idag bli för dyrt att byta system till den högre frekvensen. Alla lok skulle behöva byta motorer och de flesta av Banverkets elanläggningar för tågdrift skulle behöva bytas ut.

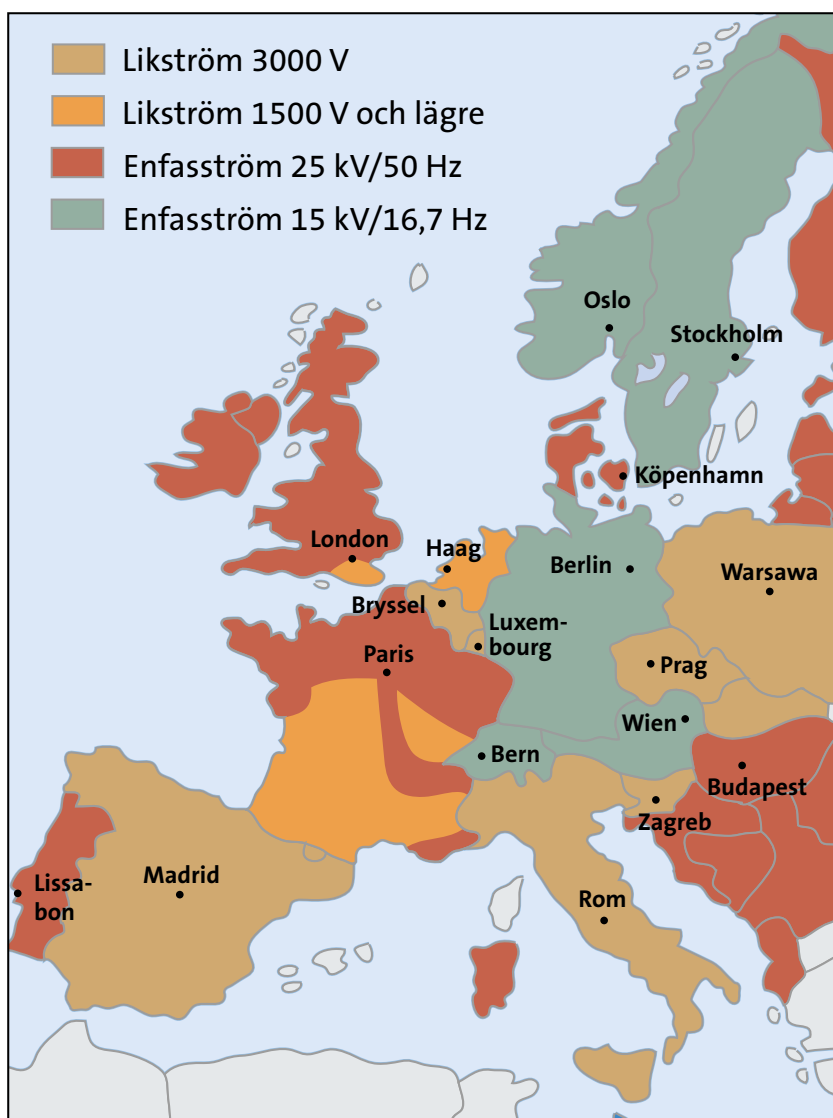
För att förse eldrivna lok eller andra eldrivna fordon med elektrisk energi behövs elektriska matningsstationer. Det är omformatstationerna. De alstrar tillräckligt med ström av rätt spänning och frekvens för fordonen. Luftledningar för elenergin till fordonen. Dessa luftledningar kallas kontaktledningar, eftersom de står i kontakt med minst en strömvtagare på fordonet. Dessutom krävs 50 Hz elenergi för signalanläggningar, teleanläggningar, belysning på bangårdar och för att värma spårväxlar.

= 1 000 volt är 1kV.

= Hertz, Hz, är den enhet som används för att ange frekvensen i växelström eller växelspänning.



Järnvägselektrifiering i Europa



Omformad energi för tågbruk

Omformarstationerna är placerade ute efter järnvägen. I stationerna kan det finnas två typer av omformare: roterande maskiner eller statiska omriktare med kraftelektronik, t ex thyristorteknik. Principen för en roterande omformare är att el, med frekvensen 50 Hz, får driva en elektrisk motor. På samma axel som denna sitter en generator. Genom att välja 12 magnetpoler på motorn och 4 magnetpoler på generatoren erhålls den önskade frekvensen på den spänning generatoren levererar ut.

De roterande omformarna är byggda på vagnar, så att de kan transporteras vart som helst på bannätet. De statiska omriktarna förekommer bara i stationärt utförande.



Statisk omriktare



Roterande omformare

Växelström med rätt spänning

De svenska loken är byggda för att köras med 15 kV, med en tolerans på +10 procent och –20 procent. Tunga godståg drar mer ström. Det händer att tågen drar så mycket ström att spänningen på kontaktledningen sjunker drastiskt. För att klara det här problemet har Banverket byggt ett eget kraftledningsnät med spänningen 132 kV och frekvensen 16,7 Hz. Med denna lösning kan antalet omformarstationer för att ta ned frekvensen från 50 Hz till 16,7 Hz minskas. Inmatning till kontaktledningsnätet kan i stället ske via transformatorer, som tar ned spänningen från 132 kV till 15 kV.

Strömbrytare bryter strömmen snabbt

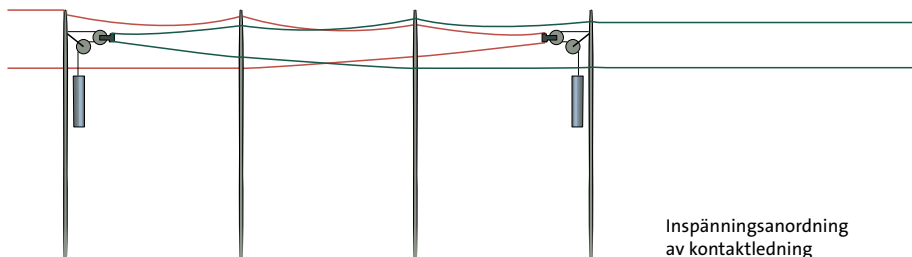
För att undvika personsador och skydda ledningarna mot överbelastning och kortslutning måste strömmen kunna kopplas bort mycket snabbt om det uppstår något fel. Reläskyddens uppgift är att övervaka driften hos en viss del av elanläggningen och i samarbete med strömbrytare bryta bort strömmen inom 75–125 millisekunder vid en kortslutning. Det är mycket snabbt, men skyddar till exempel inte om man kommer för nära en kontaktledning.

Kontaktledningen

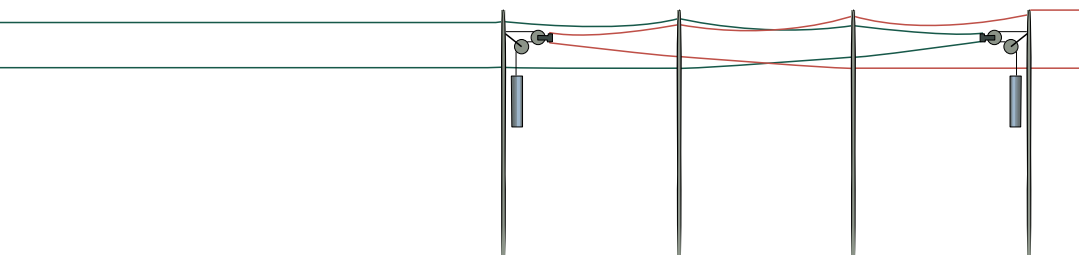
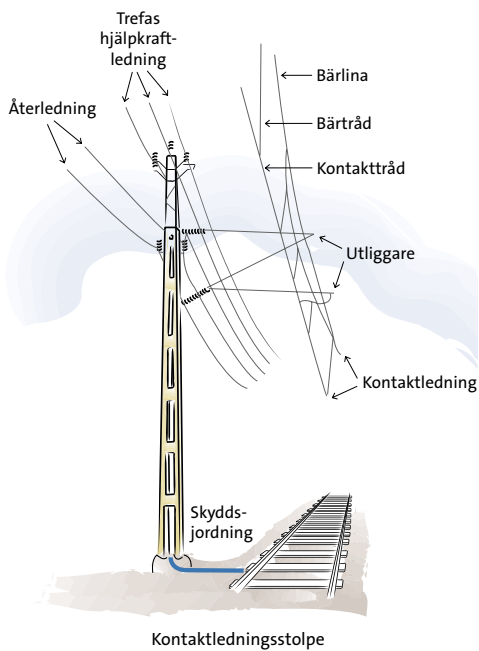
Ström med rätt spänning och frekvens matas ut i kontaktledningarna. Kontaktledningen består av kontaktråd med bärlina och bärtrådar. Ledningen hängs upp i utliggare, som låter ledningen gå i sicksack över spåret för att man skall få så jämnt slitage som möjligt på lokets strömvtagare.

Kontaktledningen måste vara på samma nivå över spåret. Generellt gäller att ju högre inspänningskraften är, desto högre hastighet kan tågen hålla. Detta åstadkommer man genom att dela upp kontaktledningen i sektioner, med en längd av ca 1,2 km. I ändarna på varje sektion hängs vikter som håller kontaktledningen spänd. Inspänningskraften i kontaktråden har i Sverige länge varit 7 kN, i samband med utbyggnaden för snabbtåg har inspänningen ökat till 9,8–15 kN.

= 1 kilonewton,
kN, motsvarar cirka
100 kilo



Kontaktledningens normalhöjd är 5,5 meter över spåret men kan variera upp eller ned en halvmeter vid broar, plankorsningar och industrispår. Stolpavståndet är normalt 60 till 65 meter men minskas vid kraftiga kurvor eller på särskilt vindutsatta ställen för att inte kontaktledningen ska hamna utanför lokets strömavtagare om den påverkas av vind.

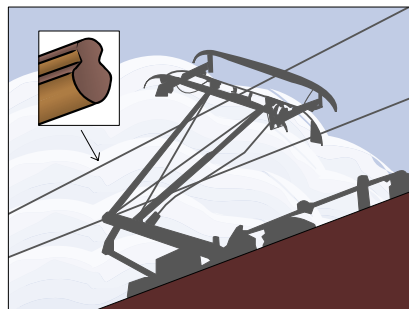


Två system för att distribuera elenergi till lok

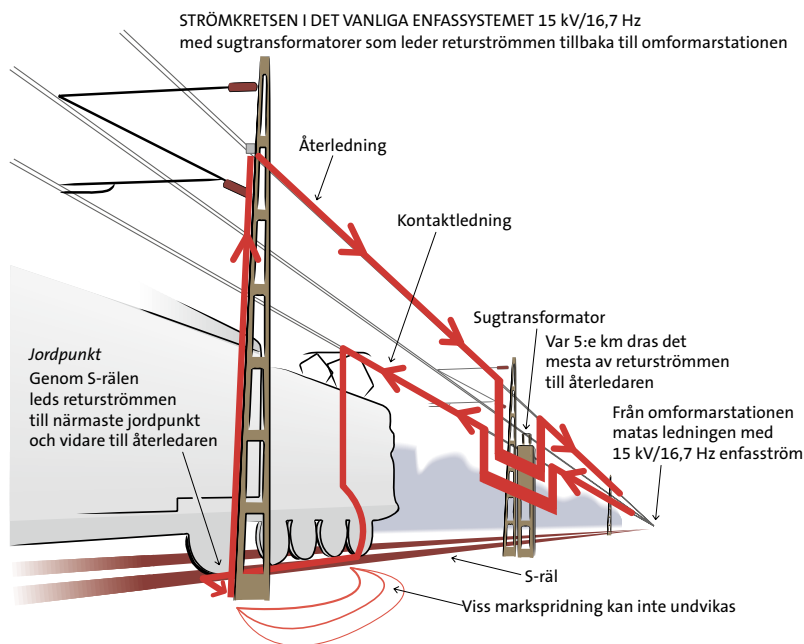
System med sugtransformator

Det system som använts i det svenska järnvägsnätet ända sedan elektrifieringen av järnvägen påbörjades på 1920-talet kallas BT. BT står för Booster Transformer.

I BT-tekniken används så kallade sugtransformatorer för att återleda returströmmen. Sugtransformatorerna är en speciell sorts transformatorer som tvingar strömmen att passera dess lindningar och "suger" därmed returströmmen till återledningen. Detta är nödvändigt för att inte få störningar i tele- och signalkablar som ligger i banvallen.



Kontaktledning och strömvagnare

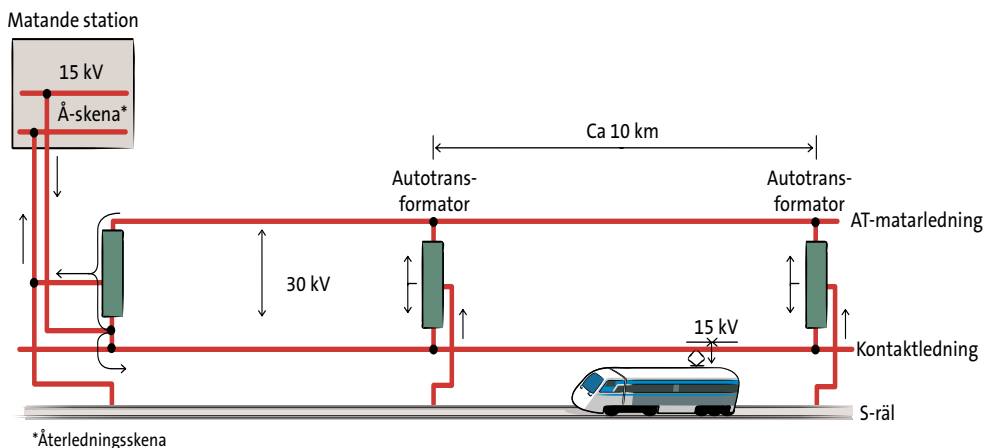


System med sugtransformator

Autotransformatorsystem

På bland annat Malmbanan och Botniabanan installeras en för Sverige ny teknik för att distribuera elenergi till tågen. Det nya systemet som installeras går under benämningen AT. AT står för Autotransformer. Autotransformatorn är en spartransformator, d v s en transformator med bara en lindning där man ansluter strömmatningskretsen på en del av lindningen. I detta fall tar man ut strömmatningen på halva transformatorlindningen och får därmed en utspänning till loket på 15 kV.

Fördelen med AT-systemet är att man kan mata med dubbla spänningen, 30 kV mot normalt 15 kV för BT-systemet. Överföringsförlusterna blir mindre, vilket ger mer kraft till tågen. Tekniken möjliggör inte bara tyngre tåglaster utan man kan dessutom öka avstånden mellan transformatorstationerna eller omformarstationerna.



Autotransformatorsystem

Spåret en del av ledningssystemet

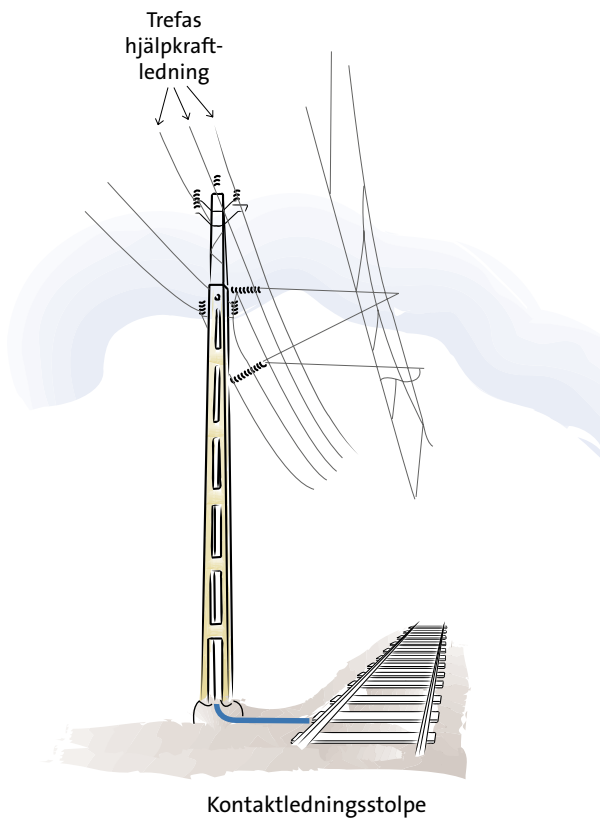
Spåret ingår som en del av strömmens returrets för både BT-systemet och AT-systemet. Bli det avbrott i returströmskretsen så kan en farlig spänning bildas över avbrottsstället. Vid spårarbeten måste därför strömmen ledas förbi avbrottsstället innan räl kapas eller rälsskarvjärn lossas. Driftjordningar, som är en förbindelse mellan räl och återledning för returströmmen, är anslutna till räl och får inte brytas innan en ledare monterats över avbrottsstället.



Hjälpkraftledning

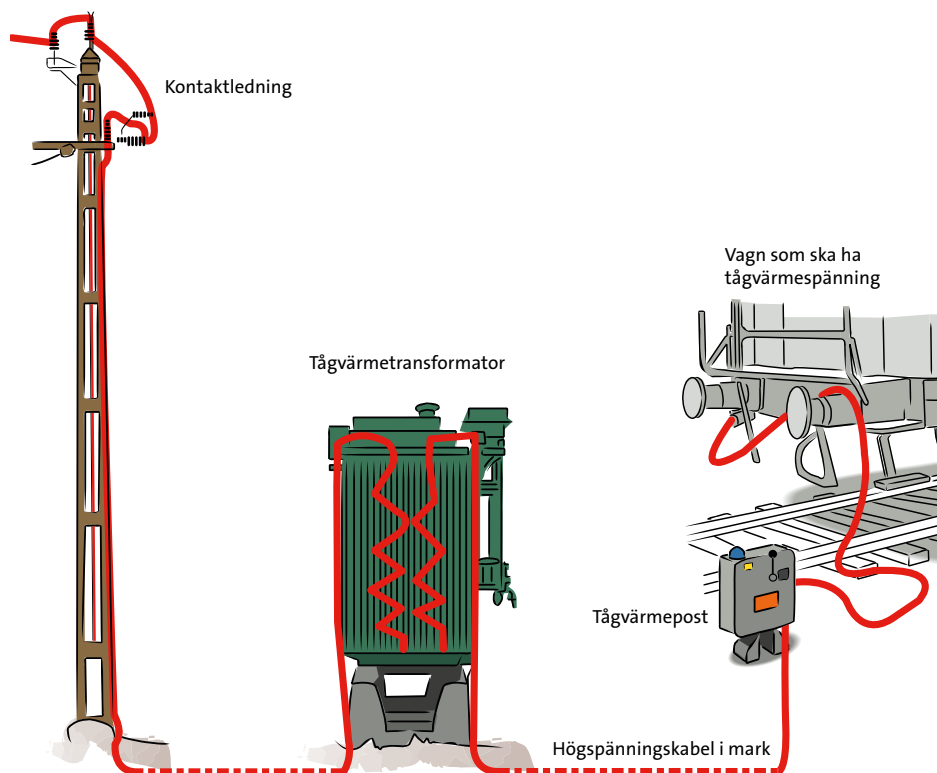
Högst upp i kontaktledningsstolparna finns hjälpkraftledningen, som används för att distribuera elenergi till signaler, växelvärmare och stationsbyggnader. Där elkraften behövs finns en transformator, som sänker spänningen från 11 eller 22 kV till 230/400 V. Spänningen för hjälpkraft omformas inte utan distribueras med frekvensen 50 Hz.

Saknas hjälpkraftledning, används det allmänna nätet. Om avståndet till det allmänna nätet är stort, transformeras kontaktledningsspänningen så att den kan användas som hjälpkraft, t ex till signalanläggningar.



Tågvärme

På stationer där person- och specialvagnar ställs upp behöver man tågvärme. En tågvärmeanläggning består av en transformator och tågvärmeposter med eluttag, till vilka man kan ansluta vagnarnas elsystem för uppvärmning eller kylning. Spänningen från tågvärmeposten är 1 000 Volt och frekvensen är 16,7Hz.



Växelvärm

Snö och is i spårväxlar kan förorsaka tågstörningar. För att förhindra att snö och is packas i spårväxlar är samtliga fjärrstyrda växlar försedda med elvärme. Installerad effekt i växlarna är mellan 5 och 23 kW, matningsspänningen är 230/127 V trefas eller 2 x 115 V enfas. Värmeelementen, som är monterade på rälerna, har en längd på 3 till 5 meter.

Växelvärmerna är mycket effekt- och energikrävande och inkopplas därför via ett styrsystem som tar hänsyn till temperatur och nederbörd.

Lastspår

På spår avsedda för lastning och lossning finns särskilda lastområden. I ett lastområde är kontaktledningsnätet försett med en speciell fränkskiljare, lastspårsfränkskiljare. Denna är utförd så att den när fränkskiljaren öppnas först kopplar ifrån strömmen och sedan jordförbinder kontaktledningen över spåret.

Vid lastområden och tillfartsvägar till dessa är varningsskyltar uppsatta.

Uppställningsområden

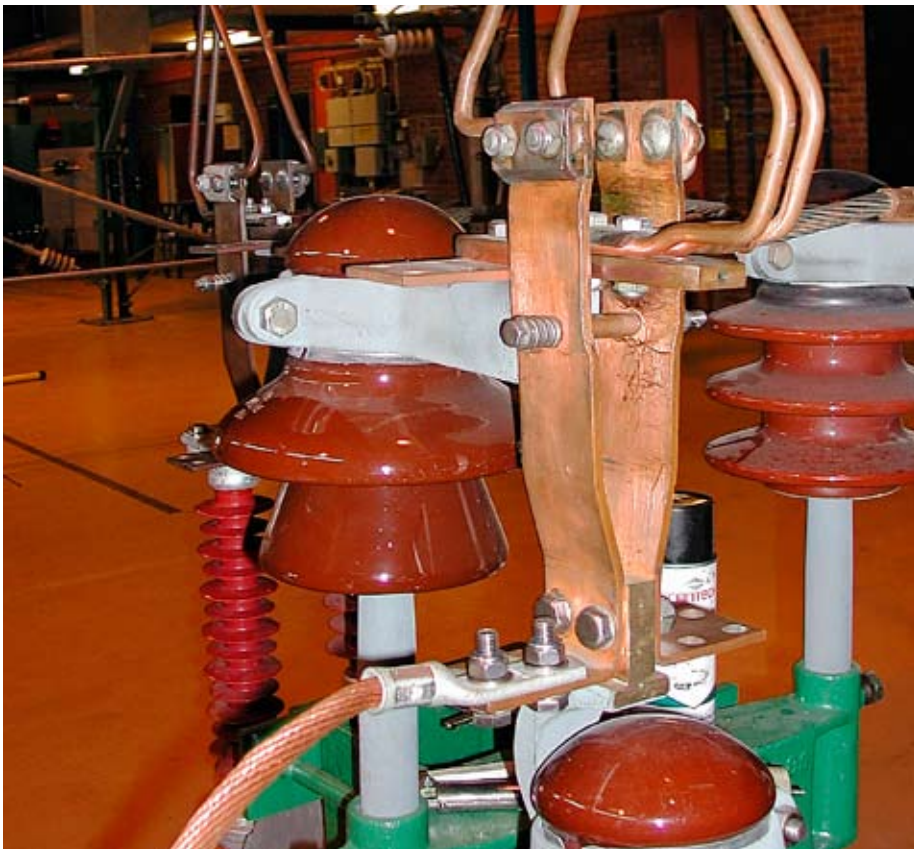
På vissa platser som används för uppställning av fordon kan strömmen till kontaktledningen över enstaka spår eller spårområden under de tider växling ej pågår brytas, för att minska risken för elolycksfall.



Åtgärder i kontaktledningsanläggningen för att förhindra elolycksfall

Som olycksfallsorsak intar elströmmen en särställning. En spänning på 230 volt eller till och med lägre är livsfarlig eftersom den kan ge upphov till andningsförlamning och hjärtkammarritm.

Kontaktledningens spänning, 15 kV, är så hög att det kan bli överslag redan när man kommer i närheten av den. Ett överslag, en kraftig ljusbåge, ger på bråkdelar av en sekund svåra brännskador – som ofta leder direkt till döden eller till grav invaliditet.



Frånskiljare

Skydd mot direkt beröring

Alla spänningsförande delar i kontaktledningsanläggningen är livsfarliga att beröra direkt eller med något föremål. Spänningsförande delar skyddas därför genom sin placering eller genom att ett hinder placeras framför den spänningsförande delen, så att personer inte av misstag kan beröra de spänningsförande delarna.

Skydd mot indirekt beröring

Vid ett isolatorfel kan kontaktledningsstolpar och andra för beröring åtkomliga delar i kontaktledningsanläggningen, som normalt inte är spänningsförande, bli spänningsförande. För att förhindra att någon skadas vid fel skyddsjordas ledande anläggningsdelar. Skyddsjorden är en ledande förbindelse mellan det ledande föremålet, till exempel kontaktledningsstolpe och S-rälen. Den så kallade S-rälen är den sammanhängande rälen som leder returströmmen från loket.

Skydd mot rälsspänning

Returströmmen från loken medför att S-rälen blir spänningsförande i förhållande till omgivande mark. För att begränsa denna spänning krävs att rälen har god förbindelse med jord. Detta uppnås genom att rälen via skyddsjordningarna är ansluten till kontaktledningsstolpar vars fundament fungerar som jordtag.





Banverket
781 85 Borlänge
Tel 0243-44 50 00
www.banverket.se