

Företag E.ON Energidistribution AB	Ersätter tidigare dokument	Dokumentid D10-0015685	Utgåva 4.0
Organisation	Giltig fr o m 2017-11-20	Giltig t o m	
Dokumentansvarig Claes Ahlrot	Sekretessklass Öppen	Godkänt av Anna Schlyter	

Titel

## Anläggningsdirektiv Regionnät

### INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Allmänt.....	3
1.1	Omfattning.....	3
1.2	Standarder.....	3
1.3	Definitioner .....	3
1.4	Kompetenskrav.....	3
2	Ändringar relativt föregående utgåva .....	3
3	Elektriska och mekaniska krav .....	3
3.1	Dimensionerande feltider .....	3
3.2	Isolationsnivå.....	4
3.3	Konstruktion.....	4
3.4	Utformning av kommunikationsmast.....	5
4	Regionledning .....	6
4.1	Grundläggande krav .....	6
4.2	Armaturdetaljer .....	6
4.3	Isolatorer.....	6
4.4	Stolpar .....	6
4.5	Linor .....	7
4.6	Skarvar, klämmor .....	7
4.7	Vibrationsdämpare .....	7
4.8	Kablar .....	7
4.9	Anslutning av fördelningsstation.....	7
5	Station .....	8
5.1	Grundläggande krav .....	8
5.1.1	Omgivningstemperatur.....	8
5.1.2	Mekanisk dimensionering.....	8
5.1.3	Krypsträcka .....	8
5.1.4	Fuktighet .....	8
5.2	Utomhus ställverk.....	8
5.2.1	Allmänt.....	8
5.2.2	Ledare och tillbehör .....	9
5.2.3	Avstånd .....	11
5.3	Apparater .....	11
5.3.1	Brytare, fränkskiljande brytare, fränkskiljare och jordningskopplare ..	11
5.3.2	Ventilavledare .....	12
5.3.3	Spänningstransformator/Spänningsmättningsfunktioner .....	12
5.3.4	Strömtransformator/Strömmättningsfunktioner .....	12
5.3.5	Skåp, lådor och plintar .....	13
5.4	Kontrollutrustning .....	14
5.4.1	Mätspänning.....	15
5.4.2	Mätström .....	15
5.4.3	Hjälpspänning .....	15

5.4.4	Växelspänning.....	15
5.4.5	Kontaktdata .....	16
5.5	Manöver, indikering, mätvärde, övervakning och signaler.....	16
5.5.1	Manöver .....	17
5.5.1.1	Frånskiljare .....	17
5.5.1.2	Brytare .....	17
5.5.1.3	Frånskiljande brytare .....	18
5.5.1.4	Jordningskopplare.....	18
5.5.1.5	Lindningskopplautomatik.....	18
5.5.1.6	Återinkopplingsautomatik .....	18
5.5.2	Indikering.....	19
5.5.3	Mätvärde och övervakning.....	19
5.5.4	Signaler .....	19
5.5.4.1	Fjärrkontrollsystem.....	19
5.5.4.2	Lokalt signalsystem .....	19
5.5.4.3	Reservlarmsändare.....	20
5.6	Lokalkraft.....	20
5.6.1	Likström.....	20
5.6.1.1	Principer för matning av reläskydd och manöverspoler .....	20
5.6.1.2	Utförning av ls-system i typstationer 1A och 1B (enligt SvE) 21	
5.6.1.3	Utförning av ls-system i typstationer 2 (enligt SvE) .....	21
5.6.2	Växelström.....	22
5.6.2.1	Utförande .....	22
5.6.2.2	Uttag .....	22
5.6.2.3	Belysning .....	22
5.7	Kablar och trådar.....	23
5.7.1	Tekniska krav.....	23
5.7.2	Utförande .....	24
5.8	Jordning, Potentialutjämning och åskskydd.....	25
5.8.1	Ställverksområde.....	25
5.8.2	Byggnad .....	27
5.8.3	Spänningstransformator .....	28
5.8.4	Strömtransformator .....	28
5.8.5	Kabelskärmar .....	28
5.9	Kommunikation.....	28
5.10	Märkning och skyltar.....	29
5.11	Kontroll, inställning, provning och driftsättning .....	29
5.12	Tillbehör .....	30
5.13	Utbildning.....	30

## 1 Allmänt

### 1.1 Omfattning

Denna bestämmelse gäller för alla anläggningsdelar inom E.ON Energidistribution AB (hädanefter kallad E.ON) regionnät tillsammans med de övriga tekniska bestämmelserna om det inte är specificerat annat i den tekniska specifikationen för respektive projekt.

Bestämmelsen gäller för konstruktionsspänningen 12-145 kV, märkfrekvensen 50 Hz för inomhus- och/eller utomhusutförande.

### 1.2 Standarder

Anläggningarna ska vara konstruerade, tillverkade och provade i enlighet med den senaste upplagan av tillämpliga svenska standarder. När sådana saknas gäller Europeisk Standard (EN) och IEC-publikationer.

Förekommer avvikelser mellan E.ONs tekniska bestämmelser och aktuell standard ska den tekniska bestämmelsen vara den gällande.

### 1.3 Definitioner

Alla definitioner följer Elordlistan (SEK Handbok 417 utgåva 2) i så stor utsträckning som möjligt.

### 1.4 Kompetenskrav

Entreprenören ska använda personal som har kompetens och gällande utbildning för installation, montage och provning. Utbildningsbevis ska kunna visas för beställaren.

## 2 Ändringar relativt föregående utgåva

Ändringar relativt föregående utgåva är markerade med streck i högerkant.

Tidigare Bilaga 2 är borttagen och de övriga har fått justerat bilagenummer.

Bilaga 1, 2 och 7 är justerade.

## 3 Elektriska och mekaniska krav

### 3.1 Dimensionerande feltider

#### Regionledning

Fas- och toppledare samt kablar och dess skärmar ska dimensioneras så att de tål beräknade felströmmar under feltiden 0,5 s.

Övriga ingående detaljer ska dimensioneras för feltiden 1 s.

### Region och fördelningsstation

För alla ingående delar är dimensionerande feltid 1 s.

### 3.2 Isolationsnivå

Styrande standard vid val av isolationsnivå är SS-EN 61936-1 för stationer och SS-EN 50341 för luftledningar.

Nedanstående tabeller anger de spänningsnivåer som är aktuella inom E.ON Elnät.

Kolumn till höger angående minsta avstånd gäller för stationer.

För luftledning beräknas minsta avstånd enligt SS-EN 50341.

Konstruktions- spänning Um (RMS)  kV	Märkhåll- spänning vid korttids växel- spänningsprov  (RMS)  kV	Märkhåll- spänning vid stöt <sup>1)</sup> (LIWV) 1,2/50 µs (Toppvärde)  kV	Kortslutnings- ström 1 sek för station <sup>2)</sup>  kA	Minsta avstånd i luft fas – fas eller fas – jord (N)	
				Stationer	
				Inomhus mm	Utomhus mm
12	28	75	25	120	150
24	50	125	20	220	
36	70	170	20	320	
52	95	250	20	480	
72,5	140	325	20	630	
145	230 (ledning) 275 (station)	550 (ledning) 650 (station)	31,5	1300	

1) Märkhållspänning vid stöt är tillämplig på fas-till-fas och fas-till-jord.

2) Kolumn finns ej medtagen i SS-EN 61936-1.

Tabell 3:1 Minimiavstånd i luft. (Utdrag ur Tabell 1. SS-EN 61936-1)

### 3.3 Konstruktion

Bärande stålkonstruktioner ska i kraftledningar och utomhusställverk utföras enligt TB ”Stålkonstruktioner”.

Vid konstruktion ska hänsyn tas till arbetsmiljöaspekter såväl vid montage som vid kommande underhålls- och driftarbeten i anläggningen.

Entreprenören ska med beräkningar, provningsprotokoll etc kunna visa att anläggningen är mekaniskt och elektriskt betryggande dimensionerad i form av beräknings- och provningsdokumentation. Vid om- och tillbyggnader i anläggningar ska samma principer användas som för befintlig utrustning.

Alla stålkonstruktioner som stativ, stolpar, master och regler samt till dessa tillhörande ståldetaljer ska vara utförda som varmförzinkade konstruktioner. All håltagning eller annan bearbetning av dessa konstruktioner ska vara utförd före varmförzinkningen så att ingen

åverkan på förzinkningen behöver göras efteråt. Se TB  
”Varmförzinkning av stål för kraftledningar och ställverk”

I stålkonstruktioner ska alla skruvar, muttrar och brickor vara av varmförzinkat utförande.

Allt material för ställverket och inom 100 m från ställverket (hänsyn ska tas till markens resistivitet) ska alltid väljas så att galvanisk korrosion inte kan uppkomma vid installationer både ovan och under mark.

Alla staglänkar av varmförzinkat stål, inom ovan nämnt område, ska förses med korrosionshämmande och skyddande beläggning typ Pro-Coat, eller likvärdigt, på den del som förläggs i mark.

Stålrörsstolpar ska förses korrosionshämmande och skyddande beläggning typ Pro-Coat, eller likvärdigt, utvändigt, från rot till ca 0,5 m över markyta.

### 3.4 Utformning av kommunikationsmast

Masterna dimensioneras enligt nedanstående riktlinjer:

Mast/torn ska dimensioneras utifrån Brottgränstillstånd, Bruksgränstillstånd, Säkerhetsklass och Vindarea.

#### **Brottgränstillstånd:**

Lastkvot vid dimensionerande last ska med angiven vindarea aldrig överstiga  $\leq 0.70$  för ny mast/torn.

#### **Bruksgränstillstånd:**

Max tillåten vinkeländring (i godtycklig riktning) på antennbärare vid dimensionerande referensvindhastighet ska vara  $1^\circ$  för att radiolänk inledningsvis eller i framtid kunna placeras i mast/torn.

Mast/torn analyseras, i enlighet med Boverkets handbok ”Snö- och vindlast”, med hänsyn till vindens dynamiska inverkan. Lastfall med is och utan is ska analyseras i de fall nedisning är trolig.

Kapacitetsanalys av mastkonstruktionens delar görs enligt Boverkets handbok ”BSK 07”.

#### **Säkerhetsklass:**

Är mast/torn placerad inom stationsområde, eller kan riskera att falla in på spänningsförande anläggning ska den beräknas enligt säkerhetsklass 3.

#### **Terrängklass:**

Normalt beräknas mast/torn enligt terrängklass 2. Är den placerad kustnära gäller terrängklass 1 och hänsyn ska tas till ev påverkan av salt.

**Vindarea:**

Oberoende av aktuell antenntyp ska mast/torn alltid dimensioneras för minst 2m<sup>2</sup> vindarea.

Om ny station ersätter befintlig station med mast/torn, måste hänsyn tas till antenner i befintlig mast/torn.

Vindareor beräknas enligt metoder angivna i "Eurocode 3- Part 7-1 – Towers, Masts and Chimneys – Towers and Masts, Annex A". Den största vindarean användas i alla riktningar om inte vindareor i olika riktningar kan anges.

Masten ska förses med erforderlig skyddsutrustning som fallskyddssystem av typ Söllskena eller liknande.

Mast/torn med höjd > 45 m, skall förses med hinderljus enligt Transportstyrelsens anvisningar.

## 4 Regionledning

### 4.1 Grundläggande krav

Till grund för uppbyggnad och dimensionering av kraftledningar i form av friledningar för starkström ligger SS-EN 50341. Nya regionledningar ska byggas i brottsäkert utförande klass A.

För kabelförläggning tillämpas EBR KJ41 "Kabelförläggning max 145 kV"

Om inget annat är föreskrivet dimensioneras kraftledningar för en maximal normal faslinetemperatur på 50 °C.

### 4.2 Armaturdetaljer

Tillbehör till isolatorkedjor dimensioneras enligt TB "Isolatorer med tillbehör".

### 4.3 Isolatorer

Isolatorer dimensioneras enligt TB "Isolatorer med tillbehör", TB "Technical Specification-Glasinsulators", TB "Technical Specification Composite Longrod-Insulators", TB "Technical Harmonised Specification Porcelain Longrod-Insulators" samt enligt SS-EN 50341.

### 4.4 Stolpar

Kreosotimpregnerat trä får ej användas.

I skogsmark samt öppen mark inom ett avstånd av 100 m till skogskant ska hackspettsnät monteras på trästolpar. Hackspettsnät ska monteras enligt dokument D14-0018897 "Montage av hackspettsnät".

#### 4.5 Linor

Linor dimensioneras enligt SS-EN 50341.

Vid beräkning av ledares avstånd till stolpe i annan ledning, ledares avstånd till belysningsanläggning samt ledares avstånd till byggnad ska avstånd räknas vid fullt utsvängd ledare.

#### 4.6 Skarvar, klämmor

Skarvar på fas och topplinor ska utföras enligt TB ”Utförande av skarvar”.

Skruvade klämmor ska följa TB ”Skruvade klämmor”.

#### 4.7 Vibrationsdämpare

Installation av vibrationsdämpare ska utföras enligt TB ”Vibrationsdämpare”.

#### 4.8 Kablar

Kraftkablar ska utformas enligt TB ”Technical specification XLPE-insulated Highvoltage Cables”.

Tillbehör till kablar ska utformas enligt TB ”Technical specification Highvoltage accessories”.

#### 4.9 Anslutning av fördelningsstation

Anslutning av station ska ske med avspänningsstolpe/stolpar.

Nedan visas olika tänkbara alternativ för anslutning av ledning till en station.

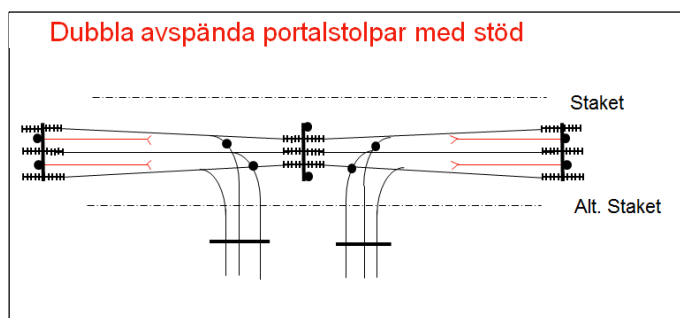


Bild 4:1 Dubbla avspända portalstolpar med stödisolatorer för slackar

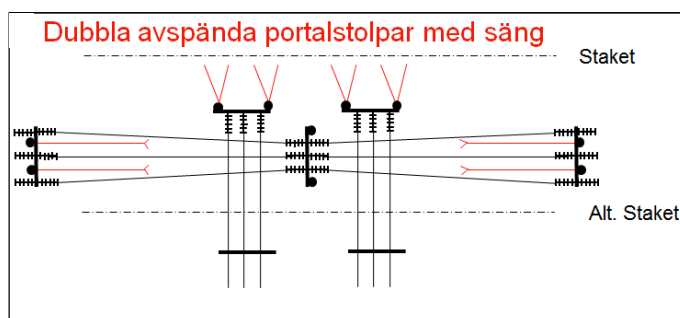


Bild 4:2 Dubbla avspända portalstolpar med ”säng”

## 5 Station

### 5.1 Grundläggande krav

#### 5.1.1 Omgivningstemperatur

Utrustningen ska vara dimensionerad för att fungera/arbета enligt följande omgivningstemperaturer:

Inomhus: -5° C - +40° C

Utomhus: -40° C - +40° C

#### 5.1.2 Mekanisk dimensionering

Mekanisk dimensionering enligt SS 421 01 66 samt SS 421 01 67.

Ställverksapparater skall vara dimensionerade enligt svensk standard.

Vindlast dimensioneras i enlighet med svensk standard. Vid vindlastberäkning gäller terrängtyp II, referensvindhastighet

$v_{ref} = 25$  m/s.

#### 5.1.3 Krypsträcka

För apparater och stödisolatorer ska krypsträckans längd vara minst 43,3 mm/kV, fas-jord, där fasspänning används.

Fasspänning=Konstruktionsspänning/ $\sqrt{3}$ .

För inledningsspänn gäller SS-EN 50341.

#### 5.1.4 Fuktighet

Utrustning placerad inomhus skall klara relativ luftfuktighet om 0 – 95 %.

Kapslingar placerade utomhus ska ha minst skyddsformen IP54.

Kapslingar placerade inomhus ska ha minst IP3X eller bättre.

### 5.2 Utomhus ställverk

#### 5.2.1 Allmänt

Detta kapitel gäller även ställverk inomhus som är uppförda med ”utomhus”-apparater.

Stativ i utomhusställverk ska vara utförda i stål.

På grund av korrosionsrisken ska förzinkade stålkonstruktioner i mark undvikas inom ställverksområdet och till 100 m utanför stationsstängsel. Undantag gäller för underkrypningsskydd.

Brytarens eller fränskiljares stativ får inte användas för montering av andra apparater. Undantaget är jordningskopplare

Ström-, spänningstransformatorer och ventilavledare kan monteras på gemensamt stativ under förutsättning att gällande standarder och föreskrifter följs.

Isolatorer på apparater och stöd i utomhusplacerade ställverk ska vara utförda i silikongummi. Proov på vidhäftningsförmåga på kompositisolatorer ska göras på samma sätt som för ledningsisolatorer



av komposit enligt TB Technical Specification Composite Longrod Insulators.

För stationer med mintemperatur mindre än  $-40^{\circ}\text{C}$  tillåts att isolatorer för brytare utförs i annat material.

### 5.2.2 Ledare och tillbehör

Fasledare i ställverksfack i utomhusställverk utförs med Al-ledare. Samlings-skena ska vara utförd med rör. Slackar dimensioneras enligt TS.

Nedanstående tabeller redovisar de ledareareor som normalt ska väljas i utomhusställverk. För anslutning av spänningstransformator och ventilavledare kan andra areor väljas om behov finns.

Ledararea på anslutande ledning( $\text{mm}^2$ )	Al-ledare ( $\text{mm}^2$ )	Strömbelastningsförmåga (A) (sommar $25^{\circ}\text{C}$ )	Strömbelastningsförmåga (A) (vinter $0^{\circ}\text{C}$ )
$\leq 329$	329	866	1075
454-593	593	1266	1580
774-910	910	1670	2093

Tabell 5:1 Linor.

Al-rör Dy/Di (mm)	Strömbelastningsförmåga (A) (sommar $25^{\circ}\text{C}$ )	Strömbelastningsförmåga (A) (vinter $0^{\circ}\text{C}$ )
100/88	2956	3777
100/80	3701	4729
150/136	4512	5819
150/126	5682	7328
250/236	7009	9150
250/226	8903	11623

Tabell 5:2 Rör.

Strömbelastningsförmåga är beräknad för högsta ledartemperatur  $+85^{\circ}\text{C}$ .

Högsta tillåtna temperatur efter kortslutning eller jordfel är för aluminiumlinor  $+200^{\circ}\text{C}$  och för aluminiumrör  $+150^{\circ}\text{C}$ .

### Aluminiumrör

Aluminiumrör ska vara tillverkade av härdad aluminiumlegering av AlMgSi-typ.

Rören ska vara sömlösa. Måste rören skarvas av tillverkningstekniska skäl ska rör med skarv ha samma elektriska egenskaper som oskarvade. Det får inte finnas fler än en skarv mellan två stödpunkter. Svetsad

skarv, ska ha en draghållfasthet av minst 72 % av brottgränsvärdet hos ett oskarvat rör. Eventuella skarvar ska placeras så att mekaniska påkänningar minimeras i skarven.

På varje rör ska minst ett dräneringshål vid lägsta punkten finnas.

Nedhäng på rörledare utan is får maximalt vara 1/150 del av rörets längd mellan stödpunkterna.

Dämpande åtgärder ska installeras för att motverka svängningar t.ex. med en dämptillsats i rörklämmorna eller genom inlägg av lina i röret enligt klämtillverkarens instruktion. Rör med längder enligt nedan ska utrustas med dämptillsats.

Rördiameter	Rörlängd, längre än (m)
100/88	4
100/80	4
150/136	7
150/126	7
250/236	12
250/226	12

Tabell 5:3 Rörlängder som kräver dämptillsats.

### Rör och ledningshållare

Anslutning mot apparat ska alltid vara utförd med flexibel anslutning. Detta innebär att ledningshållare för rör ska vara utförd så att den inte utsätter isolatorn eller apparaten för extra påkänning genom stum momentverkan från Al-röret vid vibrationer, vind, islast, termisk utvidgning eller kortslutning. Ledningshållare för rör ska vara utförd så att vinkelrörelser medges. Apparat får aldrig ersätta en stödisolator. Beräkningar måste genomföras för att visa att förekommande anslutningar av rör eller linor till apparater inte ger för höga mekaniska påkänningar på apparat eller isolator. Se även TB ”Skruvade klämmor”

Centrumavstånd mellan duplexlinor ska vara 80-100 mm.

I förbindningar ingår även kopplingsklämmor vilka ska anpassas till aktuell ledare och till apparaternas högspänningsuttag enligt Teknisk bestämmelse för skruvade klämmor.

I de fall det är aktuellt att ansluta kopparlina till aluminiumlina ska särskild övergångsklämma av typ Al/Cu monteras. I detta fall gäller att kopparlinan alltid ska vara placerad under aluminiumlina.

Skrivar och muttrar samt brickor ska vara av höghållfast rostfritt stål enligt SS-EN ISO 3506.

### 5.2.3 Avstånd

Enlinjeschema för anläggningen bestämmer högspänningsutrustningens inbördes placering.

Avstånd mellan transformator, byggnad, etc. styrs av gällande svensk standard. Övriga avstånd mellan högspänningsutrustningen ska väljas med hänsyn till betjäning, manövrering, osv. Med hänsyn till dessa faktorer ska avstånd enligt Bilaga 7 användas.

Direkt anslutning från samlingsskena till brytare ska vara utförd så att den sker på övre anslutningsfanan på brytaren.

Anslutning av upp- och nedsida av krafttransformator ska utföras på en och samma sida så att eventuellt utbyte av transformator underlättas. Detta gäller om upp- och/eller nedsida av krafttransformatorn ansluts med kabel. Den fria sidan av transformatorn ska vara placerad ut mot transportväg.

Högst två (2) ställverksfack får placeras intill varandra. Detta krav gäller för att alla ställverksfack ska vara lättåtkomliga för betjäning från minst en sida av respektive fack.

Fackbredden/sektioneringsfackets längd i ställverket ska minst vara:

Konstruktionsspänning (kV)	Fackbredd/sektioneringsfackets längd (m)
52	6
72,5	6
145	10

Tabell 5:4 Fackbredd

Mellan nollpunktsutrustningar/lokaltransformatorer och transformatorer ska ett sådant avstånd upprätthållas att brandspridning förhindras. Används inte skiljevägg ska avståndet uppfylla standard. Dock minst 3 m.

Avståndet mellan objekt med isolation (apparater, stödisolatorer och kabelavslut) i samma fas ska vara minst halva fas-jord-avståndet, dock minst 500 mm. Avståndet mellan fas och jord måste alltid uppfyllas samt att isolationen på ett objekt inte får påverkas av ett annat objekt som sitter nära.

## 5.3 Apparater

### 5.3.1 Brytare, fränskiljande brytare, fränskiljare och jordningskopplare

Jordningskopplare ska vara vänd mot det objekt den jordar. Detta gäller såväl fristående som påbyggda.

### 5.3.2 Ventilavledare

Avledare skall alltid installeras i faserna på både upp- och nedspänningssidan av transformator samt i nollpunkten om denna inte är direktjordad.

### 5.3.3 Spänningstransformator/Spänningsmättningsfunktioner

I kapslade ställverk ska samtliga sekundärlindningar från spänningstransformatorerna dras in till eget facks kopplingsutrymme i vilket även säkringar för sekundärlindningen ska finnas.

För varje spänningstransformatorsats i utomhusställverk ska det finnas en kopplingslåda dit samtliga sekundärlindningar dras. Detta krav gäller även för inomhusställverk som är uppbyggt likt utomhusställverk.

Kopplingslådan ska innehålla plintar och säkringar. I de fall funktionerna inte är avsäkrade (i direktjordade nät) ska det finnas s.k. kopplingsplugg för avskiljning av samtliga grupper som matas från öppna deltalindningen.

Vid matning av jordfelsskydd i direktjordade nät ska öppna deltat inte vara avsäkrat, däremot skall det vara avsäkrat i icke direktjordade nät.

För öppna deltakretsen i icke direktjordade nät ska spänningstransformatorerna inom respektive spänningstransformatorsats vara matchade mot varandra för att undvika osymmetrispänningar vid avstämningsmätningar.

I deltakretsen ska finnas motstånd dimensionerade så att kretsen belastas med märkström vid fullt utbildad enpolig jordslutning. Kretsen avsäkras med separata säkringar för matning till nollpunktsspänningsskydd och ledningsskydd.

Samtliga spänningsmätkretsar skall vara övervakade, antingen indirekt via reläskydd, automatik, etc. eller direkt via egen övervakning.

Undantag är kretsar för enbart mätvärdespresentation samt för den öppna deltakretsen.

Samtliga säkringar skall vara av snabb diazed typ och 10 A.

Anslutningar från spänningstransformator till kopplingslåda/-utrymme och mot säkringar skall vara enligt bilaga 1.

Debiteringsmätning se Tekniska bestämmelser Debiteringsmätning.

Det osäkrade kablaget och trådningen inuti spänningstransformatorns kopplingslåda förläggs kortslutningssäkert (extra isolering) fram till avsäkring. Osäkrade ledningar skall vara så korta som möjligt.

### 5.3.4 Strömtransformator/Strömmättningsfunktioner

I kapslade ställverk ska samtliga sekundärlindningar från strömtransformatorer dras in till eget facks kopplingsutrymme.

För varje strömtransformatorsats i utomhusställverk ska det finnas en kopplingslåda dit samtliga sekundärlindningar dras. Detta krav gäller även för inomhusställverk som är uppbyggt likt utomhusställverk.

Strömtransformatorerna monteras så att dess uttag P1 är mot samlingssskenan.

Anslutningar från strömtransformator till kopplingslåda/-utrymme och mot säkringar skall vara i princip enligt bilaga 2.

### 5.3.5 Skåp, lådor och plintar

Skåp för kontrollutrustning ska vara utförd som golvskåp (höjd min 2 m) med ventilerad och med svängbar 19" dörr. Vid placering av utrustning ska man beakta packningstätheten avseende framtida utbyggnader och värmeutveckling.

Skåp för opto/kommunikationsutrustning, larm, brand och passagesystem, ska vara utförd som golvskåp med hel dörr. Fäste för 19" enheter, uppsamlingsboxar för patchfiber etc skall finnas i bakplan av skåpet. LS och VS ska vara anslutna på plintar i skåpet.

Placering av utrustning i skåp skall inte ske högre än 1800 mm och inte lägre än 300 mm från golv. Instrument, tryckknappar, reläskydd, etc. och sådan utrustning som måste kunna läsas av får inte placeras lägre än 500 mm från golv.

Spänningsförande delar samt delar vilka kan förorsaka oavsiktlig funktion ska vara beröringsskyddade vid öppen dörr/lucka.

Utrustning matade från skilda ls-fördelningar (delsystem 1, 2 och 3) placeras åtskilda. För 130 kV gäller högst ett objekt per skåp. Vid sub-uppdelade system ska delsystemen placeras i olika skåp.

Anslutning till apparater och funktionsenheter ska utföras med skruvanslutning eller med förbindningsdon med kompressionsförband. Alla anslutningar till och från apparater och funktionsenheter ska ske via plintar.

Plintrader i skåp ska vara objektsorienterade. Plintrader som inte kan hänföras till ett bestämt objekt placeras längst upp eller längst ner i skåpet. Plintar för ström, spänning och kontrollutrustning ska vara utförda med skruvanslutning med överfallsprincipen samt vara fränskiljbara.

Plintar för ström- och spänningskretsar ska klara ledningar med area 1-6 mm<sup>2</sup> och vara försedda med mätuttag, diameter 4 mm.

Övriga plintar ska klara ledningar med area  $\leq 2.5$  mm<sup>2</sup> och vara försedda med mätuttag, diameter 2 mm.

Plintgränssnitt mot debiteringsmätare tillhandahålls av beställare.

Vid mätplint med färdiga kortslutningsbleck för strömkretsen, ska alltid inkommande strömkrets/kabel anslutas mot den sida där kortslutningsbleck finnes.

Alla skruvanslutningar på plintar ska dras med moment enligt tillverkarens anvisningar.

Plintar för växelspänning 230/400 V skall inte vara frånskiljbara samt vara beröringsskyddade.

Kontrollskåp skall vara försedda med skåpsljus, lampa i LED-utförande.

Kopplingslådor utomhus ska vara försedda med skärmtak och vara utförda i rostfritt stål. Kopplingslådan ska även vara väl ventilerad och om annan utrustning än plint finns i lådan ska den vara utrustad med värme som ger luftväxling och motverkar kondens. Ventilationen ska vara försedd med finmaskigt metallnät eller liknande som insekts hinder. Nyckel till kopplingslåda skall vara i korrosionsbeständig metall samt hängas i rostfri wire vid låda.

Kapslade centraler utomhus ska vara typgodkända/klassade för utomhusbruk och ska placeras under skärmtak.

#### 5.4 **Kontrollutrustning**

Utrustning som kräver annan hjälpspanning än 110 V DC skall matas från likspänningsomvandlare.

Ordinarie växelspänning, 230/400 V, får endast undantagsvis användas som hjälpspanning för kontrollutrustning t ex hjälpkraft för likriktare, lindningskopplare, etc.

Provning av reläskydd och automatik ska ske via ABB Combitest system och kunna ske utan att primära anläggningar tas ur drift.

Provningen ska kunna ske utan att reläskyddet eller automatiken behöver avlägsnas från sitt montage och på ett sådant sätt att utlösningssimpulser inte kan kopplas vidare. Ett provuttag får inte betjäna flera skyddsobjekt.

Avställningsenhet ska finnas i följande fack:

- ledningsfack för spänningar  $\geq 40$  kV
- krafttransformatorfack, förutom 20/10 kV-transformatorer
- fack där längsdifferentialskydd installeras

Om avställningsenhet används ska denna bestå av en gemensam enhet för fackets samtliga skydds- och automatikfunktioner. Det skall finnas en avställningsenhet för varje HS-del. Avställningsenheten skall bestå av en utlösningssavställare med nödvändigt antal kontakter för objektets utlösningar, tillkopplingar och ev. starter eller motsvarande av andra utrustningar. Avställningsenhet skall vara så nära UM/TM magnet som möjligt. Dessutom förses avställaren med minst en reservkontakt.

Utlösningssavställaren utförs med "avställt läge" kl 10 och "driftläge" kl 14. Avställningsenheten förses dessutom med samma antal "provplugg avsedda för 4 mm mätthylsor" för respektive sida som antal kontakter i utlösningssavställaren. Provplugg benämns 1A, 1B, 2A, 2B osv. A-sidan skall vara riktad mot ställverksapparaterna. Utlösningssavställaren skall indikeras lokalt och via fjärr.

I reläskydd och automatik ska endast de funktioner, som beställaren önskar, vara aktiverade och alla övriga skall inte vara aktiverade. Fackrelaterade funktioner i eget fack får inte överföras via kontrollutrustning i/för andra fack.

Reläskydds- och/eller automatiksystemets börda ska vara anpassad så att den inte orsakar utebliven eller felaktig funktion i reläskyddet och/eller i automatik.

Utlösning av objekten ska vara trefasig vid alla fel.

#### 5.4.1 Mätspänning

Märkspänning: 110 V AC

Märkfrekvens: 50 Hz

Normal variation i driftspänning:  $\pm 10\%$

Analoga spänningsingångar på reläskydd och automatik ska klara minst 1,5 x märkspänning kontinuerligt och minst 2,5 x märkspänning i en (1) sekund.

#### 5.4.2 Mätström

*För konstruktionsspänning < 52 kV gäller:*

Märkström för reläskydd: 5 A

Märkström för mätning: 5 A

Analoga strömingångar på reläskydd och automatik ska klara minst 10 A kontinuerligt och minst 200 A i en (1) sekund.

*För konstruktionsspänning  $\geq 52$  kV gäller:*

Märkström för reläskydd: 1 A

Märkström för mätning: 2 A

Reläskydd och automatik skall på ingång från strömtransformator dels klara minst 3 A kontinuerligt och dels minst 100 A i en (1) sekund.

*Avvikelse:*

Under förutsättning att hjälpspänning och omgivningstemperatur är inom angivna toleransområden får avvikelse från funktionsvärde högst vara:

- 5 % av inställd fördröjning
- 5 % av inställd ström, spänning och impedans.

#### 5.4.3 Hjälpspänning

Märkspänning: 110 V DC

Maximal variation i hjälpspänning: -20 % – +10 %.

#### 5.4.4 Växelspänning

Spänning: 400/230 V AC

Maximal variation i växelspänning: -15 % – +10 %.

### 5.4.5 Kontaktdata

Krav i nedanstående tabell är ett minimum. Oberoende skall kontakter kunna bryta och sluta i anläggningen förekommande strömmar. Undantag från nedanstående krav medges endast vid samordnad leverans av ställverk och reläskydd förutsatt att tillräcklig bryt- och slutförmåga kan verifieras med tanke på ingående utrustning. Verifieringen skall vara dokumenterad och överlämnas till beställaren på begäran.

#### Strömbelastningsförmåga likström

Last	Utlösningskontakt */	Signalkontakt
Kontinuerligt	4 A	0,4 A
1 sekund	12 A	0,4

#### Slutförmåga likström, L/R > 10 ms

Last	Utlösningskontakt */	Signalkontakt
0,2 sekunder	20 A	0,4 A
1 sekund	8 A	0,4 A

#### Brytförmåga likström, L/R < 40 ms

Hjälpspänning	Utlösningskontakt */	Signalkontakt
110 V	0,4 A **/	0,04 A

\*/ Utlösningskontakt innefattar även till-, frånslagskontakter, strömställare och kontakter i valkretsar såsom spänningsval etc.

\*\*/ Vid anslutning direkt på manöverspole ska brytförmågan vara minst 3 A.

Tabell 5:5 Strömkapacitetskrav hos kontakter

### 5.5 Manöver, indikering, mätvärde, övervakning och signaler

Anläggningen ska driftövervakas via fjärrkontroll och vid ett haveri eller underhållsarbete av fjärrkontroll ska möjlighet finnas för övervakning (felsignaler) via larmsändare.

I anläggningen ska finnas möjlighet för lokal avståndsmanöver, lokal avståndsindikering och lokalt presenterade signaler vilka ska vara oberoende av fjärrkontrollen och i samma omfattning som för fjärrkontroll. Lokalmanöver är en reservfunktion vid bortfallen fjärrkontroll. Lokal manöver innefattar inte direkt manöver på objektet. Lokalt manöver- och indikeringsystem ska utgöras av separat hårdtrådade manöver- och indikeringsfunktioner för respektive objekt m a o får inte funktioner mellan och till/från objekten överföras via mjukvarubaserad utrustning.

För utomhusställverk ska lokal översiktlig avståndsmanöver- och indikerings-tavla finnas tillsammans med ett symbolschema för att få helheten av utomhusställverket. Översikten ska också inkludera indikering av nedsidans/sidornas transformatorfack.

För metallkapslade ställverk accepteras att lokal avståndsmanöver och -indikering placeras i ställverkets fackfront tillsammans med ett symbolschema.



I symbolschemat och indikeringstavlan skall det vara möjligt att placera/anbringa skyltar ”Arbete pågår”, ” Arbete pågår Får inte manövreras”, ”Jordningspil”, etc. för respektive objekt/ledning.

Omkopplare ”Lokallarm” med två lägen (Till/Från) ska finnas vid signalsystem. I läge **Till** skall indikeringslampor och motsvarande vara tända samt det akustiska larmet skall ljuda vid felsignal från signalsystemet. I läge **Från** ska indikeringslampor och motsvarande vara släckta och det akustiska larmet ska inte ljuda vid felsignal från signalsystemet.

Omkopplare ”Fjärrmanöver” med två lägen (Till/Från) ska finnas vid signalsystemet alternativt vid fjärrterminalen. I läge **Till** ska all manöver vara möjlig. I läge **Från** ska fjärrmanöver vara blockerad. Läge **Från** ska indikeras lokalt dels vid huvudentré och dels vid omkopplaren samt i fjärrterminalen.

Omkopplare ”Lampprov” två lägen (Till/Från) ska finnas vid signalsystemet. Vid **Till** ska alla lampor (kontrollutrustning inklusive ställverksindikering) i stationen tändas om omkopplare ”Lokallarm” är i läge **Till**. Om ”Lokallarm” är i läge **Från** skall inte lamporna tändas.

## 5.5.1 Manöver

### 5.5.1.1 Frånskiljare

Avståndsmanöver av frånskiljare ska vara i tvåpoligt utförande. Manöverkretsen ska vara jordfelsövervakad. Kretsen ska anslutas till negativ spänning via motstånd (10 k $\Omega$ ). Under manöver ska motståndet automatiskt kopplas från.

Manöver ska utföras med tvåhandsgrepp alternativt med manöverkvittensomställare, manöverknapp med lock eller motsvarande. Elektrisk förregling ska finnas som förhindrar att avståndsmanövrerad frånskiljare bryter lastströmmen när den är i serie med brytare.

Om frånskiljare finns som felbortkopplingsorgan på uppsidan av transformator ska frånskiljarens manuella manöver förreglas över nedsidans brytare.

Utlösningsimpulsen från gasvakt och tryckvakt från transformatorn ska vara förreglad via uppsidans transformatorfrånskiljare om denna används för felbortkoppling.

### 5.5.1.2 Brytare

Avståndsmanöver av brytare får vara i enpoligt utförande. Manöver ska utföras med tvåhandsgrepp alternativt med manöverkvittensomställare, manöverknapp med lock eller motsvarande. För brytare som normalt tillkopplas via fasningsautomatik ska det finnas separat funktion för rak manöver (tillkoppling) av brytaren.

Funktionen ska ha täcklucka och vara tydligt märkt ”OBS! Rak manöver!”.

#### 5.5.1.3 Frånskiljande brytare

Manöver av frånskiljande brytare, se manöver för brytare.

Blockering av brytaren i öppet läge ska utföras med avståndsmanöver.

Manöverknappar blockerad/deblockerad placeras invid brytarsymbolen i kontrolltavla.

#### 5.5.1.4 Jordningskopplare

Avståndsmanöver av jordningskopplare ska vara i tvåpoligt utförande.

Manöver ska utföras med tvåhandsgrepp alternativt med

manöverkvittensomställare, manöverknapp med lock eller motsvarande.

Manöverkretsen ska vara jordfelsövervakad. Kretsen ska anslutas till negativ spänning via motstånd (10 k $\Omega$ ). Under manöver ska motståndet automatiskt kopplas från.

#### 5.5.1.5 Lindningskopplautomatik

En omkopplingsfunktion ”Hand/Automatik” med två lägen för val av lokal manöver av lindningskopplare eller automatisk via

spänningsregleringsautomatik ska finnas. Denna ska kunna ställas om dels lokalt och dels via fjärrkontroll. Med automatiken i läge ”Hand” ska lokal öka/minska manöver direkt kunna utföras via fristående tryckknappar eller via direkta funktionsknappar på automatiken. Fjärr öka/minska manöver ska ske direkt mot lindningskopplare (ej via automatiken). Manöver via menyval accepteras inte.

Det skall finnas en fristående under/överspänningsspärr vilken förhindrar öka/minska pulser lokalt och från fjärr.

Överströmsblockering skall finnas och blockera öka/minska pulser lokalt och från fjärr.

Automatiker ska vara gjorda för parallelldrift. Automatiken ska anpassas till läget på nedsidans transformator- och sektioneringsbrytare.

#### 5.5.1.6 Återinkopplingsautomatik

En omkopplingsfunktion ”åi drift/ åi urdrift” med två lägen för omställning av återinkoppling ska finnas. Denna ska kunna ställas om dels lokalt och dels via fjärrkontroll.

Lokal ”åi drift/ åi urdrift” manöver ska kunna utföras via fristående tryckknappar, via direkta funktionsknappar på automatiken eller direkt på reläskydd om ”åi” är integrerat i skyddet. Manöver via menyval accepteras ej.

Om fler ”åi” finns i fler än ett skydd för samma ledning skall en manöver styra samtliga och placeras i delsystem 1 (HS1) automatiken eller reläskydd.

### 5.5.2 Indikering

Lägesindikering skall finnas för alla avståndsmanövrerade kopplingsapparater. Lägesindikering ska även finnas på handmanövrerade kopplingsapparater på 40-130kV.

Indikeringen ska indikeras i klartext, med lägesgivare eller med indikeringslampor med fast sken. Lamporna ska vara av LED-typ. Vid mellanläge ska båda lägena indikeras.

Anbringade jordningsdon eller slutna jordningskopplare ska kunna indikeras lokalt i symbolschemat/indikeringstavla.

### 5.5.3 Mätvärde och övervakning

Lokalpresentation av mätvärde ska finnas i samma omfattning som för fjärrkontrollen. Separata instrument behövs inte om motsvarande värde kan avläsas i t ex reläskyddens display eller i ett kombinationsinstrument innehållande flera mätvärde. Mätvärden ska vara aktiverade i ”grundbilden” eller vara enkelt valbara via tydliga instruktioner.

För icke direktjordade nät ska det finnas övervakning för jordfelsspänning i 10 och 20 kV-näten samt vid transformering från direktjordat till icke direktjordat nät, via spänningstransformatorernas öppna delta.

Signal med inställbar larmgräns för jordfelsspänningen ska finnas och vara möjlig att fördröja (0-300 sekunder).

Jordfelsvoltmeter och mätvärde för nollpunktsspänningen ska vara utförd med bruten skala s k voltlupp i nedre delen. För överföring av mätvärde till fjärr ska mätomvandlare användas. Lokalvisning av jordfelsspänningen via instrument, som klarar fullt utvecklat jordfel, ska finnas.

Mätvärde för aktiv och reaktiv effekt gäller att matningsriktning mot samlingssskena anges som + och matningsriktning från samlingssskenan anges med -.

### 5.5.4 Signaler

#### 5.5.4.1 Fjärrkontrollsystem

Manöver och indikering mellan lokal kontrollutrustning och fjärrterminal i stationen ska vid behov, för att förhindra överspänningar, ske via galvaniska åtskillnader.

Mätvärden för överföring till fjärrkontrollsystem ska vara med noggrannhetsklass enligt teknisk bestämmelse för mätomvandlare.

#### 5.5.4.2 Lokalt signalsystem

Signalsystemet skall vara utrustat med akustiskt larm och blink, impulsfångning och vara manuellt kvitterbart. Inkommande signaler skall vara möjliga att tidsfördröja.

Signalsystemet ska innehålla en tryckknapp för "Larmstopp" (eller motsvarande) och en tryckknapp "Kvittering blink" (eller motsvarande).

När ett fel uppstått ska detta momentant eller efter fördröjning signaleras via blink och akustiskt.

Lokalt skall det akustiska larmet ljuda tills "Larmstopp" tryckts in.

Blinkfunktion ska kvarstå tills "Kvittering blink" tryckts in.

Signal till fjärr skall vara felföljande.

Avfrågningsspänning ska vara 110 V DC.

#### **5.5.4.3 Reservlarmsändare**

Reservlarmsändaren ska vid fel på ordinarie kommunikation till driftcentralen kunna anslutas till lokalt signalsystem.

Signalen ska vara en potentialfri kontakt och som vid aktivering sluts i minst 500 ms. Anslutning av larmsändare ska ske via 4 mm (Ø) mätuttag intill lokalt signalsystem och max 300 mm ovan golv i skåpsfront.

Hjälpspänningsmatning, 110 VDC, för reservlarmsändare ska finnas i anslutning till larmsändaren signaluttag.

### **5.6 Lokalkraft**

#### **5.6.1 Likström**

Likströmssystemets huvudsakliga uppgift är att försörja anläggningens kontrollutrustning och övrig utrustning som kräver en säker matning. Likströmssystemet ska vara så utformat att underhåll av batterier och likriktare kan utföras på ett drift- och personsäkert sätt.

Likströmssystemet ska drivas isolerat från jord dvs plus (+) respektive minus (-) är endast ansluten till jord via jordfelsövervakningen.

Säkringar som används i likströmssystemet ska vara smältsäkringar typ diazed. Säkringarna ska ha samma karakteristik i hela stationen.

Likströmssystemet ska utformas så att selektiv bortkoppling av varje kortslutning i likströmssystemet är säkerställd. För att selektivitet mellan säkringarna ska fås, ska storlekarna för säkringar vara 10, 20, 35, 63, 125 A o s v.

Likströmssystemets matning av felbortkopplingssystemet ska vara utformat på sådant sätt att ett sekundärfel (fel i kontrollutrustning eller likströmssystem) inte förhindrar felbortkopplingssystemet att koppla bort ett primärfel inom dess egna skyddsområde.

I felbortkopplingskedjan ingår reläskydden och kopplingsorganens utlösningsspolar (inklusive anpassningsenheter).

##### **5.6.1.1 Principer för matning av reläskydd och manöverspolar**

Matning ska utföras enligt Svensk Energis rapport

"Likströmsförsörjning av skyddssystem i transformator- och vattenkraftstationer", december 2002 (hädanefter benämnd SvE), alternativ 1 (bilaga 3, 4 eller 5) eller alternativ 2.

Varje station ska dock ha samma system genomgående.

I stället för dioder i alternativ 1 ska fria kontakter på reläskydden eller hjälprelä användas. Kortvarig elektrisk sammankoppling av delsystem 1

och 2 får ske vid HS-system dock inte vid SUB-system. Detta alternativ benämns som ”Alternativ princip 1.1” se bilaga 4.

I stället för att ordinarie reläskydd och parallellskydd löser ut samma frånslagsspole kan separata frånslagsspolar användas för delsystem 1 och delsystem 2 (krav i SUB-system). Kommunikationen mellan delsystemen ska alltid i detta alternativ gå via fria kontakter. Ingen direkt elektrisk sammankoppling av delsystemen får ske. Detta alternativ benämns ”Alternativ princip 1.2” se bilaga 5.

#### **5.6.1.2 Utformning av ls-system i typstationer 1A och 1B (enligt SvE)**

Likströmsutformningen i typstationer 1A och 1B ska vara i HS-system och vara uppbyggt med ett enkelt batteri, en huvudcentral, en likriktare samt en övervakning (enligt figur 1C i SvE).

Huvudprinciperna för denna systemutformning av likströmssystemet är att det ska finnas ett enkelt batteri som är kopplat till en huvudcentral. Till huvudcentralen är sedan anslutet likriktare, övervakningsutrustning, uttag för kapacitetsprovning samt matning till fördelningscentralen. Om det inte anges någon utformning av ls-systemet i teknisk specifikation skall utformningen vara enligt denna punkt.

#### **5.6.1.3 Utformning av ls-system i typstationer 2 (enligt SvE)**

Likströmsutformningen i typstation 2 ska vara i form av HS-system och vara uppbyggt med dubbla batterier, dubbla huvudcentraler, dubbla likriktare samt dubbla övervakningar, uttag för kapacitetsprovning (enligt figur 2B eller 2C i SvE).

Val av utformning sker enligt beslut i det enskilda fallet. De båda huvudcentralerna ska vara galvaniskt ihopkopplade till ett likströmssystem via fördelningscentralerna. Fördelningscentralerna matar via gruppcentralerna delsystem 1, delsystem 2 och delsystem 3. I denna typ av station finns det kontrollutrustning som är uppbyggd med redundanta felbortkopplingsystem som ställer högre krav på likströmsutformningen.

#### ***Speciellt angående utformning enligt figur 2B (SvE)***

Delsystem 1, 2 och 3 har varsin fördelningscentral som kan matas från respektive batteri. Hopkoppling av fördelningscentralerna kan endast ske via huvudbrytare för respektive fördelningscentral och då i sin tur via huvudcentraler (bilaga 6).

#### ***Speciellt angående utformning enligt figur 2C***

Fördelningsnivån ska vara två fördelningscentraler (för delsystem 1 respektive för delsystem 2) förbundna via säkringar i båda ändar. Delsystem 3 ansluts i sin tur till fördelningscentral för delsystem 2. Oberoende av var i systemet en kortslutning inträffar ska endast den ena av systemdelarna slås ut. Funktion hos säkring i huvudcentral medför då endast bortfall av ett av delsystemen.

## 5.6.2 Växelström

VS-systemet ska normalt matas från lokalkraftstransformator eller hjälplindning på nollpunktsbildare eller krafttransformator. Varje byggnad ska minst ha sin egen vs-central.

### 5.6.2.1 Utförande

VS-centralen ska kunna reservmatas från ett reservverk som ansluts utomhus till ett 63 A CEE-intag, placerat innanför stängsel. Jordanslutning ska finnas vid intaget. Matning till vs-central ska ske via mekaniskt förreglad reservkraftomkopplare. Reservkraftsintag ska märkas med rotationsriktning. I vs-centraler som kompletteras, byggs om eller i nya centraler ska monteras separata jordfelsbrytare för belysning och uttag dvs en jordfelsbrytare för belysning och en för uttag. Samtliga vs-centraler skall vid nybyggnation ha reservutrymme om minst 10 % av utnyttjade antal grupper. Kravet gäller för varje säkringsstorlek eller motsvarande. Matning till skilda transformatorer ska vara separat avsäkrade. Säkringarna i vs-systemet skall vara av typ dvärgbrytare.

### 5.6.2.2 Uttag

VS-centraler ska finnas vid krafttransformatorerna och/eller i anslutning till byggnad. I utomhus placerade VS-centraler ska det finnas CEE-uttag 463-6, 432-6 och 416-6 samt 10/16 A uttag typ Schuko. Respektive central skall ha sin egen grupp i vs-centralen. I byggnad ska det monteras 2-vägs kapslat 10/16 A uttag typ Schuko på vägg om var 5 m där så är möjligt. Uttagen skall vara fördelade på lämpligt antal grupper i vs-centralen.

### 5.6.2.3 Belysning

Belysning i utomhusställverk utförs med LED. Belysningsstyrkan ska vara så hög att man med lätthet och utan risk kan orientera sig i ställverket. Belysning utomhus ska kunna tändas vid samtliga gånggrindar och från byggnaden. Tändning vid gånggrindar ska ske med nyckelströmställare för "F-nyckel". Vid huvuddörr i byggnad ska finnas utomhusbelysning som tänds via rörelsedetektor samt via gemensam tändning. Övriga entrédörrar ska vara försedda med entrébelysning som tänds med övrig utomhusbelysning. Belysning inomhus ska utföras med LED och ska finnas i sådan omfattning att allmänbelysningen 1 m ovanför golv ska vara minst 500 lux i kontrollrum, minst 300 lux i ställverksrum och minst 150 lux i övriga rum. Om del i rum är till för kontrollutrustning ska belysningen vara utförd enligt krav för kontrollrum. Tändning av inomhusbelysningen ska ske med gemensam tändning för samtliga rum och ska finnas vid varje ytterdörr.

Placering av belysningsarmaturer ska vara så utfört att byte av ljuskälla kan ske på betryggande avstånd från spänningsförande del.

Reservbelysning ska bestå av laddningsbara handlampor placerade innanför utrymningsdörrar och ingångsdörr. Lamporna skall tändas vid bortfallen växelspanning.

## 5.7 Kablar och trådar

### 5.7.1 Tekniska krav

Kraftkablar (> 1 kV) ska för krafttransformatorer och nollpunktsbildare vara utförda som enledare. Alla avslut  $\geq 36$  kV ska ha geometrisk fältstyrning. 12-24 kV avslut ska ha geometrisk fältstyrning om risk för övertoner finns. Kabelavslut ska ha förformade silikonavslut av typen push-on stress-cone. Se teknisk bestämmelse för kabeltillbehör (Technical Specification\_xlpe-insulated Highvoltage accesories).

Skarvning av kraftkablar för krafttransformatorer accepteras ej. Kraftkablar ska dimensioneras för ledartemperatur max +65 °C, vid kontinuerlig belastning 100 % av aktuell belastnings märkström enligt teknisk specifikation, vid markresistivitet 1,0 m°C/W och vid marktemperatur +17 °C. Dimensionering av kraftkablar till och från krafttransformator ska ske enligt nedanstående tabell eller som ledartemperatur max +90 °C vid kontinuerlig belastning 140 % av ansluten transformators märkeffekt.

Rekommenderade transformatorförband om korrektionsfaktor 0,65 kan innehållas:

Transformatorstorlek (MVA)	Spänning (kV)	Kabel
10	10	2x3x1x630 mm <sup>2</sup>
16	10	3x3x1x630 mm <sup>2</sup>
25	10	4x3x1x630 mm <sup>2</sup>
40	10	6x3x1x630 mm <sup>2</sup>
10	20	1x3x1x630 mm <sup>2</sup>
16	20	2x3x1x630 mm <sup>2</sup>
25	20	2x3x1x630 mm <sup>2</sup>
40	20	3x3x1x630 mm <sup>2</sup>
10	30	1x3x1x630 mm <sup>2</sup>
16	30	1x3x1x630 mm <sup>2</sup>
25	30	1x3x1x630 mm <sup>2</sup>
40	30	2x3x1x630 mm <sup>2</sup>
63	30	3x3x1x630 mm <sup>2</sup>
80	30	4x3x1x630 mm <sup>2</sup>
100	30	5x3x1x630 mm <sup>2</sup>

Tabell 5:6 Rekommenderade transformatorförband

Installationskablar och styrkablar ska vara av skärmad typ. Skarvning bör inte göras. Undantag görs i samråd med E.ON.

Elektrisk förbindning mellan nollpunktsreaktors mätlindning och strömregleringsutrustning ska vara utförd med separat kabel med tät skärm.

Kablar för överföring av mätvärden till fjärrkontroll ska vara FKAR-PG eller likvärdig typ och för överföring av övriga funktioner till fjärrkontroll FKAR-G eller likvärdig typ.

Kablar för manöver-, indikerings-, och signaländamål ska ha reservparter motsvarande 10 % av utnyttjat antal parter. Kravet gäller för varje enskild kabel.

Kablar förlagda inomhus ska vara utförda och förlagda enligt EBR IN 044 "Brandskydd för kabel- och stationsanläggningar". Kablar ska utföras i lägst brandklass Cca,s2,d2.

Följande minimala areor krävs för kablar och förbindningar:

- |  |      |                    |
|--|------|--------------------|
| • kabel inom och mellan ställverk och kontrollutrustning | 1,5  | mm <sup>2</sup>    |
| • kabel från strömtransformatorer                        | 2,5  | mm <sup>2</sup>    |
| • kabel från kabelströmtransformatorer                   | 1,5  | mm <sup>2</sup>    |
| • övrig kabel  | 0,5  | mm <sup>2</sup>    |
| • trådar i strömkretsar                                  | 2,5  | mm <sup>2</sup> RK |
| • trådar i spänningskretsar                              | 1,5  | mm <sup>2</sup> RK |
| • trådar i utlösnings- och tillkopplingskretsar          | 1,5  | mm <sup>2</sup> RK |
| • övriga trådar  | 0,75 | mm <sup>2</sup> RK |

Kablar och trådar mellan skåp och svängbar dörr/lucka ska vara utförd med RK.

### 5.7.2 Utförande

Kraftkablar (> 1 kV) förläggs i triangel och vid parallella kabelgrupper ska inbördes avstånd mellan grupperna minst vara 250 mm.

Kraftkabelförband ska ha en överlängd på ca 2 m för att kunna göra ett avslut utan att byta eller skarva kabel vid händelse av fel.

Kabelförband mellan krafttransformator och ställverk ska för optimal strömfördelning och för minimal disymmetri vara exakt lika långa.

Detta gäller såväl inom respektive fas som mellan faser. Detta skall verifieras genom mätning och protokoll av entreprenören och överlämnas till beställaren. I övrigt skall förläggning ske enligt gällande EBR-anvisningar.

Förläggning med öppen skärmkrets kan utföras på kraftkabelförband kortare än 200 m under förutsättning att skärmledaren i den öppna ändan beröringsskyddas.

Kraftkablar från ställverk ska förläggas avskilda från övriga kablar.

Kraftkablar från inmatningar som matar samma ställverk ska vara förlagda så att de inte korsar varandra. Om korsning inte kan undvikas ska speciella åtgärder för ömsesidigt skydd av kablarna utföras.



För kablar mellan kopplingslåda/kopplingsutrymme och kontrollutrustning ska i strömmätkretsar separat kabel användas för mätkärnan och för spänningsmätkretsar ska separata kablar användas för respektive säkringsgrupp.

Mellan respektive fack och kontrollutrustning förläggs separata kablar. Varje objekt ska ha egna kablar.

Strömmätkretsar, spänningsmätkretsar, vs-fördelningskretsar och ls-fördelningskretsar och ls-system med olika spänningsnivåer förläggs i separata kablar.

Samtliga optofiberkablar ska förläggas i VP-rör, slang eller motsvarande i hela sin längd.

Kablar från fördelnings- och gruppcentraler ska vara separat avsäkrade och radiellt förlagda ut till sina matningspunkter.

Överkopplingar mellan olika funktionsenheter ska ske via respektive enheters plintar. På samma plint får anslutas maximalt två parter. Vid samtidig anslutning av EK och FK-/MK-/RK-ledare ska RK vara försedd med ändhylsa.

Kablar och trådar mellan skåp och svängbar dörr/lucka ska vara utförda med RK.

Fixering av kontrollkablar utomhus får endast ske med buntband/najstråd av rostfri metall. För kraftkablar ska nylonlina (s.k. flaggstångslina) användas.

Ledningar mellan batteri och huvudcentral ska vara polseparerade, isolerade och förlagda i plaströr med inbördes avstånd minimum 100 mm. Rören får inte korsas varandra.

I stationer med skilda ls-fördelningsssystem (HS- resp. subsystem 1, 2, och 3) ska funktioner matade från dessa system dras i separata kablar.

Ledningar i subsystem ska förläggas i separata kabelvägar.

Ledningar (kablar m m) till reläskydd, kopplingsorgan m m ska dimensioneras så att nedre funktionsgräns för utrustningarna inte underskrids vid svåraste belastningsfall och lägsta tillåtna spänning vid battericentralen samt att tillräcklig felström fås så att säkringarna löser ut vid fel på kablar.

Detta innebär att max 5 % spänningsfall kan accepteras för matning till utrustningarna. Spänningsfallet ska beräknas från battericentralen till utrustningarna. Vid en nominell spänning på 110 V blir det beräknade maximala spänningsfallet 5,5 V.

## **5.8 Jordning, Potentialutjämning och åskskydd**

### **5.8.1 Ställverksområde**

Jordning av anläggningen ska utföras enligt VAST-Vattenfall, ”Jordning av stationer och ställverk – konstruktionsanvisningar, mätmetoder”, juni 1987.

Systemjordning av transformatornollpunkter ska utföras med ren kopparlina. Nedledare mellan apparater och marklinenät skall utföras med kopparklädd ställlina eller i undantagsfall med ren kopparlina, direkt ansluten till marklinenätet. Marklinenätet ska bestå av ren kopparlina.

Nedan följer tolkningar och avvikelser från ovanstående rapport. När två separata linor dras upp från marklinenätet får dessa inte förläggas närmare varandra än en (1) dm. Undantag är för den sista decimetern till anslutningspunkten på stativ och stolpe. För två parallella linor som utgör en gemensam förbindning gäller däremot att dessa förläggs i god kontakt med varandra.

För jordningskopplare och ventilavledare gäller alltid i första hand leverantörens montageanvisning för jordning om denna uppfyller gällande standarder och föreskrifter. För ventilavledare ska nedledare vara utformade så att läckström kan mätas från respektive avledare. Mät punkt ska kunna nås från mark.

#### *Direktjordade nät*

Vid beräkning av systemjordningens area med direktjordade transformatorer ska strömtätheten  $200 \text{ A/mm}^2$  användas för kopparledare. Samma strömtäthet skall användas för nedledare av koppar i ställverket i direktjordade system. Strömtätheten för kopparklädd ståltråd är beroende av kopparskiktets tjocklek. Strömbelastningsförmågan hos kopparklädd ståltråd ska dock minst motsvara strömbelastningsförmåga för en ren kopparlina.

I marken är omgivningstemperaturen lägre och jordfelsströmmen delar upp sig i nedledarnas anslutningspunkt till marklinenätet. Detta innebär att marklinenätets area kan dimensioneras något mindre jämfört med nedledarna.

I tabellen redovisas vilken area systemjordning, nedledare(kopparlina) och marklinenätet ska vara vid specificerad jordfelsström.

Jordfelsström (kA)	Area systemjordning och nedledare (Cu-lina) (mm <sup>2</sup> )	Area marklinenätet (mm <sup>2</sup> )
≤19	95	95
24	120	95
30	150	120
34	185	150
48	240	185

Tabell 5:7 Area för kopparledare vid olika jordfelsström.

Öppna stálytor, på kopparklädd ståltråd, som kommer i kontakt med mark ska förseglas.

I de fall transformatorns nollpunkt ansluts till en ventilavledare ska anslutningen vara utförd med minst 35 mm<sup>2</sup> kopparlina.

#### *Icke direktjordade nät*

Nedledare och marklinenätet ska vara utförd med minst 95 mm<sup>2</sup> kopparlina. För nedledare får även kopparklädd ståltråd användas. För höghögtryckt jordade nät ska anslutningen mellan transformatorns nollpunktsuttag och nollpunktsutrustning dimensioneras för den högsta möjliga nollpunktsström dock minst 35 mm<sup>2</sup> kopparlina.

#### *Övriga krav*

Längs kabelkanaler och kabelrör, med bredd mindre än 1 meter, förläggs en (1) kopparlina utanför kanalen och för kabelkanaler, med bredd mer än 1 meter, förläggs två (2) kopparlinor på respektive sida om kanalen. Kopparlinan/orna, vilka ska ha samma area som marklinenätet, ansluts till marklinenätet där dessa korsas.

Friledningarnas slutstolpe inom ställverket ska anslutas till marklinenätet med en nedledare från varje stolpe om de ingår i en sammanhängande stålkonstruktion.

Marklinor ska förläggas på ett djup om minst 300 mm.

Stängsel skall jordas enligt EBR rekommendation "Stängsel för elkraftanläggningar".

Anslutning av jordlina till stativ ska ske med kabelsko med två hål.

Alla jordningslinor som sticker upp från mark ska vara fastskruvade i fundament etc. så att gräsklippning kan ske utan risk för ihakning.

#### *Åskskydd*

I utomhusställverk ska det finnas ett blixtnfångningsskydd som skyddar mot direkta blixtnedslag i faslinorna. Skyddet kan utformas med hjälp av stolpar och/eller master som är jordade till marklinenätet i stationen. Finns höga kommunikationsmaster kan dessa nyttjas som blixtnfångningsskydd. Mast ska bestyckas med åskledarspets. Dimensionering av åskskydd ska utföras enligt SS-EN 61936-1

### **5.8.2 Byggnad**

Huvudjordningsskena placeras i ställverksutrymmet och ansluts till marklinenätet med två (2) stycken jordlinor dimensionerade för den högsta möjliga nollpunktsströmmen dock minst 50 mm<sup>2</sup> kopparlina. Anslutningen på huvudjordningsskenan sker i respektive ända av skenan. Jordlinorna får inte samförläggas.

Huvudjordningsskenan utgör referenspunkt vid jordtagsmätning och benämns "Primärjordtag".

Jordning av byggnadens armering sker till huvudjordningsskenan på minst 2 ställen.

Jordning av kontrollutrustning ska vara utförd på sådant sätt att felströmmar från ställverket inte kan passera kontrollrummet. Detta utförs på sådant sätt att en s.k. trädstruktur byggs upp och förbinds till marklinenätet i en punkt via huvudjordningsskenan. Jordning från utrustning i kontrollrum får m a o inte vara förbundna med jordningar från ställverk i mer än på huvudjordningsskenan.

Jordledare i kontrollrum utförs med kopparlinor eller kopparskenor som varje enskild utrustning (t ex apparatskåp) jordledare ansluts till.

För metallkapslade ställverk gäller att jordning sker i varje ända av ställverkets längsgående jordlina/skena. Jordlinorna ansluts till huvudjordningsskenan i respektive ända av skenan. Jordlinorna får inte samförläggas.

Kabelstegar ska jordas i varje ände och skarvar ska överbryggas.

### **5.8.3 Spänningstransformator**

Jordning av uttag på sekundärlindningen ska vara motsvarande som på primärlindningens jordanslutning. För öppna delat jordas i fas L3.

Jordning av primärlindningar ska ske med egen separat kopparledare (svart eller oisolerad, minst 35 mm<sup>2</sup>), eller kopparklädd ställina med motsvarande ledningsförmåga, från respektive transformator direkt till anslutningspunkten från marklinenätet.

Jordning av sekundärlindning ska ske med separat isolerad mångtrådig kopparledare i kopplingslåda/utrymme. Ledaren ska vara svart.

Börda av sekundärkablage ska mätas och redovisas för beställare.

### **5.8.4 Strömtransformator**

Lindningar som inte är utnyttjade skall kortslutas och jordas.

Sekundärlindningar jordas alltid mot samlingskenan oberoende av hur strömtransformatorn primärt är ansluten.

Jordning av sekundärlindning ska ske med separat isolerad mångtrådig kopparledare i kopplingslåda/utrymme. Ledaren ska vara svart.

Börda av sekundärkablage ska mätas och redovisas för beställare.

### **5.8.5 Kabelskärmar**

Huvudprincipen är att skärmar på kablar ska jordas i båda ändar. Detta gäller kablar inom byggnader, inom stationsområdet samt mellan byggnad och stationsområde.

Kablar som ansluts till störkänslig utrustning ska jordas i endast den känsligaste änden.

### **5.9 Kommunikation**

Samtliga anläggningar ska vara utrustade med telefon, som beställare tillhandahåller.

Fjärrkommunikation för fjärrterminal sker antingen via PDH/SDH-mux över optofiber eller radiolänk, alternativt via punkt till multipunkt radio eller satellit, även Rakel-kommunikation kan förekomma. Alla nya fjärrterminaler ska kommunicera med protokoll IEC 60870-5-101. Servicenät för kommunikation med bl.a. Stina sker antingen via router mot SDH-mux alternativt via 3G-router. I teknisk specifikation anges typ av fjärrkommunikation.

I entreprenaden ingår allt material fram till anslutning av kommunikationsutrustning. Installation av kommunikationsutrustning och upprättande av kommunikation utförs i sidoentreprenad, förutom tillhandahållen 3G-router som installeras i entreprenad.

### 5.10 Märkning och skyltar

Märkning av kablar, optoledare, plintar, etc. ska vid om- och tillbyggnader ske enligt befintligt system.

Vid nybyggnad utförs märkning enligt nedan:

- Kablar förses med kabelnummer.
- Parter i kablar förses med kabelnummer och partnummer.
- Apparatplintar dubbelmärks vid behov.
- Samtliga objekt skall vara märkta med motsvarande positionsbenämning som är angivet i kretsschemana.
- Enligt gällande teknisk bestämmelse

Märkning av kablar, parter, rk-tråd, m.m får inte vara utförd med etsad, tryckt eller motsvarande märkning direkt på objektet.

Vid utomhusförläggning ska kabelmärkning fästas med buntband/najtråd av rostfritt stål. Även kabelmärket ska vara utfört i rostfritt stål.

Samtliga säkringar och motsvarande i mät- och hjälpspänningskretsar ska vara försedda med funktionsmärkning i anslutning till respektive säkring.

Märkning får inte endast sättas på löstagbar del såsom relä på en sockel utan både sockel och relä skall vara tydligt uppmärkta.

Jordlinor anslutna till huvudjordningsskenan ska redovisas i en förteckning med uppgifter om area, anslutet objekt, etc. Förteckningen ska finnas i anslutning till huvudjordningsskenan.

Utrymningsvägar inomhus ska vara försedda med efterlysande markering på golv och dörrar. Golvmarkering ska ange riktning mot nödutgång.

### 5.11 Kontroll, inställning, provning och driftsättning

Skydd och automatiker ska vara funktionsprovade och godkända med avseende på krav i gällande standarder och tekniska bestämmelser.

Prov ska vara utfört av beställaren eller av annan oberoende provningsanstalt och ska vara utfört före installation. Med

funktionsprov avses ett internt typprov med avseende på funktionalitet, handhavande, manualer, verktyg etc.

Entreprenören ska ta fram provningsplan som ska godkännas av beställaren.

Under montagearbetet ska montagekontroller utföras, som t ex. kontroll av åtdragningsmoment av skruvförband, avstämning mot materiellistor etc.

I entreprenaden ingår att göra konfigurering av reläskydden efter tillhandahållna reläinställningar från beställaren.

Vid avslutat montage ska fullständiga prov av anläggningen ske till fullt driftfärdig anläggning. I entreprenaden ingår provning av funktioner till/från utrustning som ingått i sidoentreprenad, som t ex. krafttransformator, m.m.

Entreprenören ska på plats hålla en sakkunnig namngiven provningsansvarig som är väl förtrogen med de komponenter, kretsar och funktioner som ska kontrolleras och provas.

Alla kontroller och prov ska protokollföras t ex genom ”gröning” av kretsscheman vid montagekontroll, så att det lätt framgår vad som kontrollerats/provats, hur det kontrollerats/provats, vilka betingelser som gällt för kontrollen/provningen och utfallet av kontrollen/provningen.

Innan driftsättning av anläggningsdelar ska en dokumenterad driftbesiktning göras.

Driftsättning ska ske efter beställarens övertagandeprov. Eventuella brister och fel som framkommer vid sådana prov ska åtgärdas före driftsättning.

Driftsättning utförs av beställaren. Entreprenörens provningsansvarige ska tillsammans med Beställaren eller av denna utsedd närvara vid driftsättning.

## 5.12 Tillbehör

I entreprenad ska ingå samtliga programvaror, manualer, kablage, m.m för att kunna göra alla typer av förändringar i anläggningen. Det skall även ingå nödvändiga jordningsdon, jordningsverktyg, manöververktyg, stege eller motsvarande för access till manöverdon för utomhusbrytare etc. som behövs för normalt handhavande av ingående utrustning (Minst 2 jordningsdon per spänningsnivå).

## 5.13 Utbildning

I entreprenaden ska ingå utbildning på plats av beställarens drift- och underhållspersonal. Utbildningen ska genomföras minst en (1) vecka innan förbesiktning av specifik anläggningsdel.

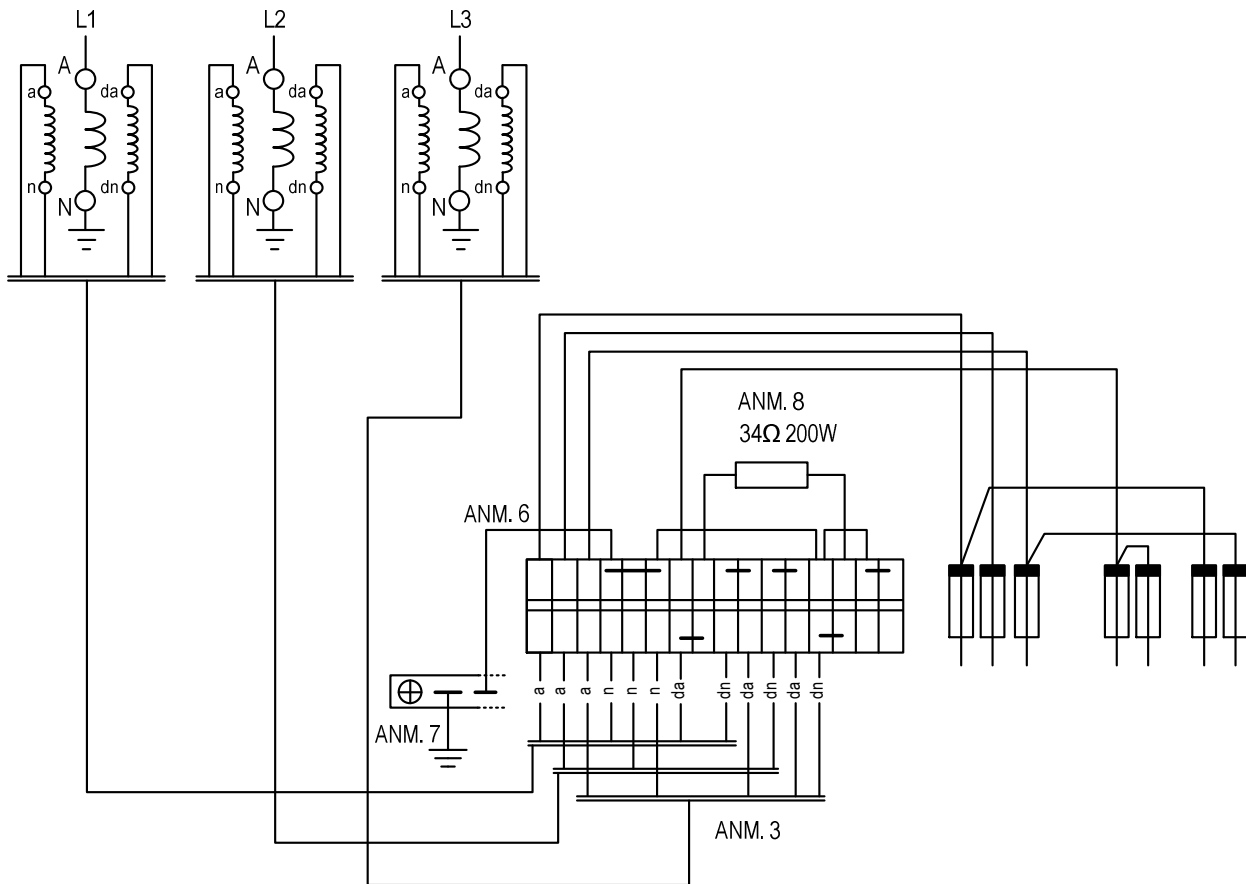
Vid utbildningen ska handhavande- och underhållsinstruktioner för samtliga apparater finnas tillgängliga och vara genomgångna av beställaren.

Utbildningen genomförs av personal med väl kunskap om installerad utrustning.

Om entreprenaden omfattar apparater eller system av ny typ kan särskilda utbildningsbehov behövas. Utbildningens målsättning och omfattning ska i sådana fall speciellt överenskommas mellan entreprenören och beställaren.

Entreprenören ska ta fram utbildningsplan som ska godkännas av beställaren.

## Principschema spänningstransformator



ANM 1 PLINTAR PLACERAS I FACKETS KOPPLINGSLÅDA/UTRYMME

ANM 2 PLINTMÄRKNING UTFÖRES I ENLIGHET MED MÄRKNING PÅ TRANSFORMATORN

ANM 3 KABLAR MELLAN KOPPLINGSLÅDA/UTRYMME OCH STRÖMTRANSFORMATOR MÄRKES VID KOPPLINGSLÅDA/UTRYMME MED FASBETECKNING

ANM 4 SAMTLIGA INRE FÖRBINDNINGAR SKALL VARA RK 2,5 mm<sup>2</sup> DÄR EJ ANNAT ANGES

ANM 5 SAMTLIGA SÅKRINGAR DIAZED 10 A SNABB

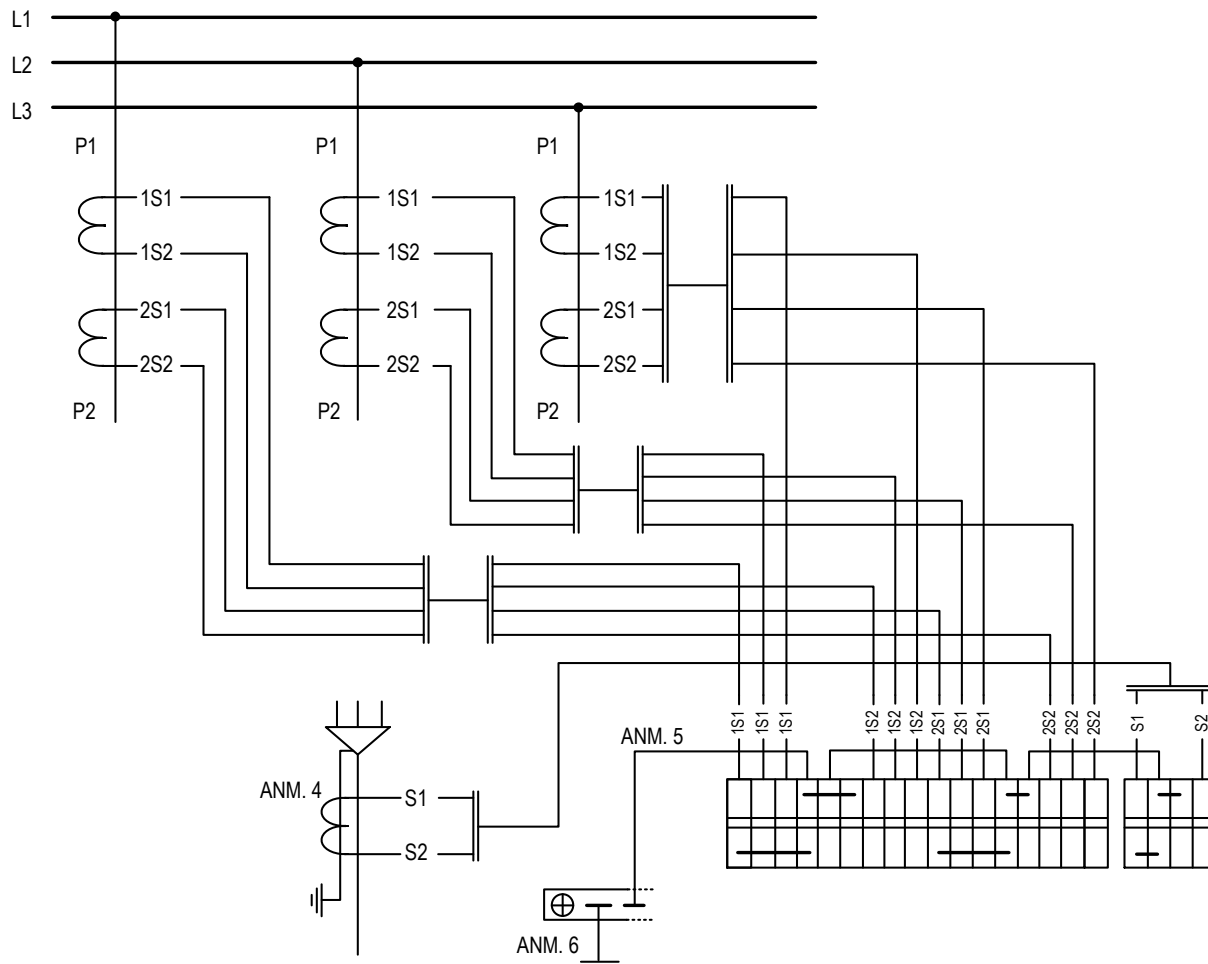
ANM 6 SVART LEDARE 2,5 mm<sup>2</sup>

ANM 7 GRÖN/GUL LEDARE 16 mm<sup>2</sup>

ANM 8 DÄMPMOTSTÅND ANVÄNDS I ICKE-DIREKTJORDADE NÄT



## Principschema strömtransformator



ANM 1 PLINTAR PLACERAS I FACKETS KOPPLINGSLÅDA-UTRYMME

ANM 2 PLINTMÄRKNING UTFÖRES I ENLIGHET MED MÄRKNING PÅ TRANSFORMATORN

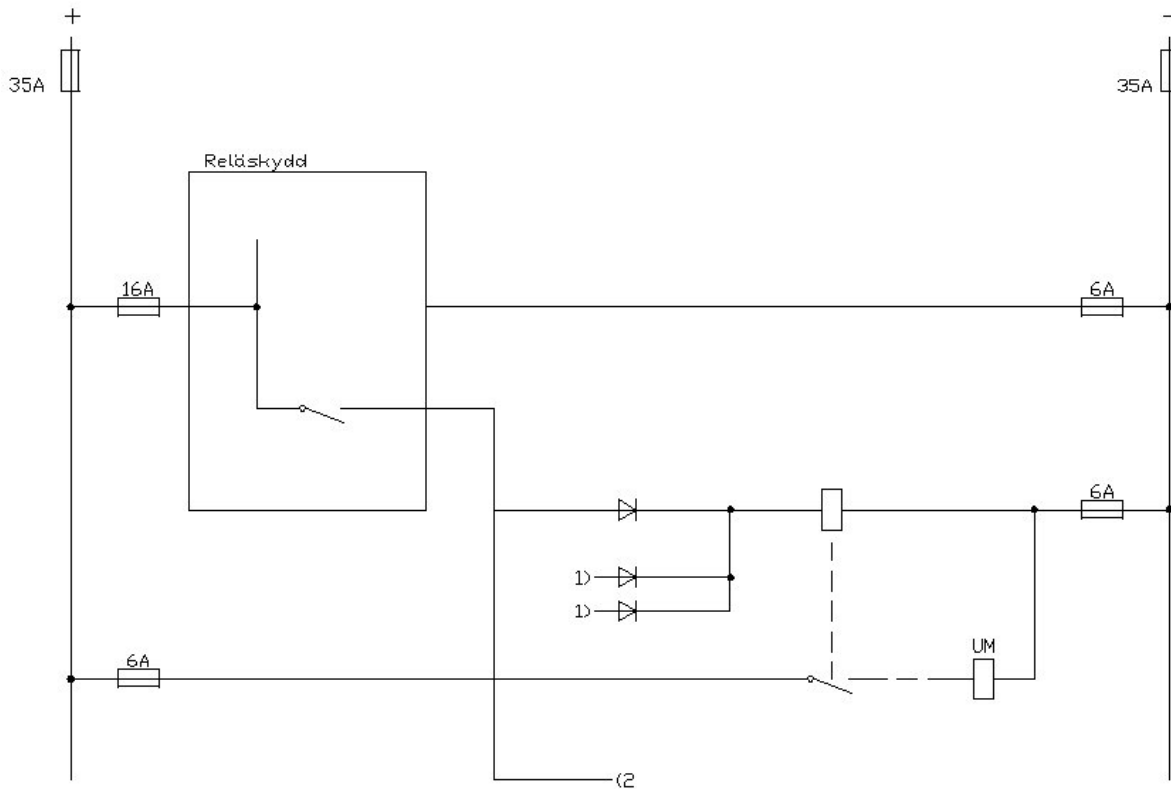
ANM 3 KABLAR MELLAN KOPPLINGSLÅDA-UTRYMME OCH STRÖMTRANSFORMATOR MÄRKES VID KOPPLINGSLÅDA-UTRYMME MED FASBETECKNING

ANM 4 KABELSTRÖMTRANSFORMATOR ENDAST I LEDNINGSFACK

ANM 5 SVART LEDARE 2,5 mm<sup>2</sup>

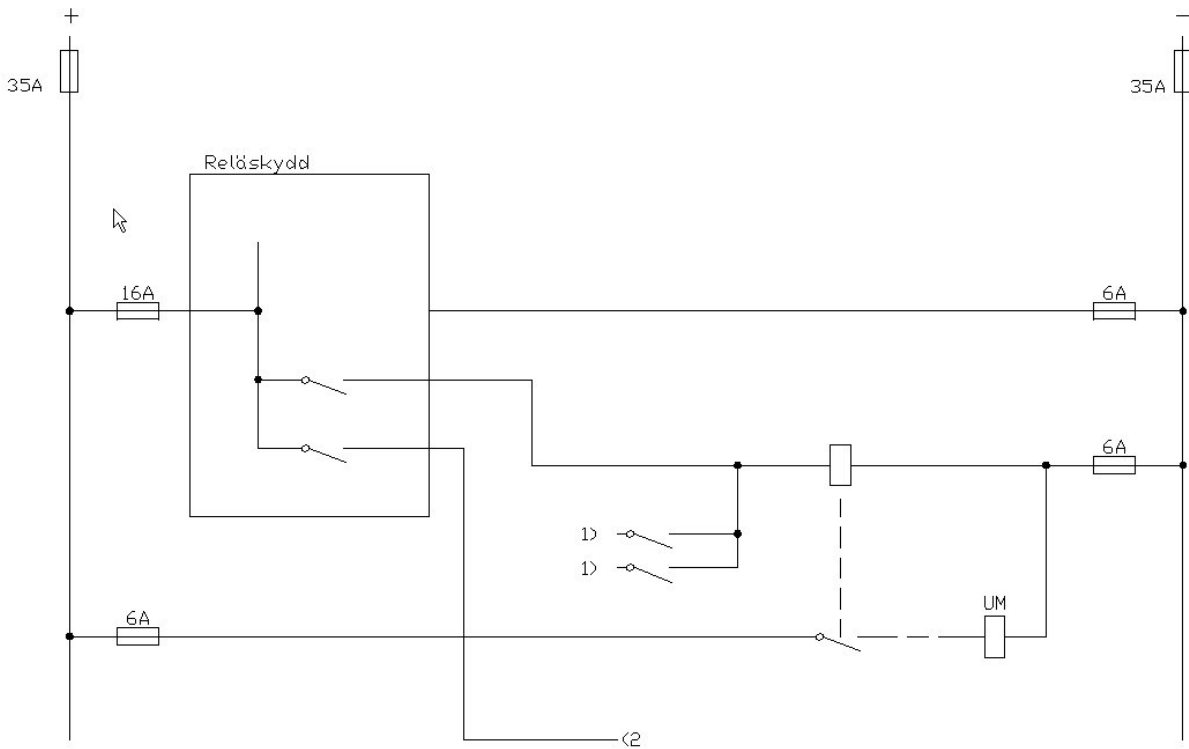
ANM 6 GRÖN/GUL LEDARE 16 mm<sup>2</sup>

Principer för matning av reläskydd och manöverspolar för ett kopplingsorgan  
(Alternativ 1 "Stark plus" och "svag minus")



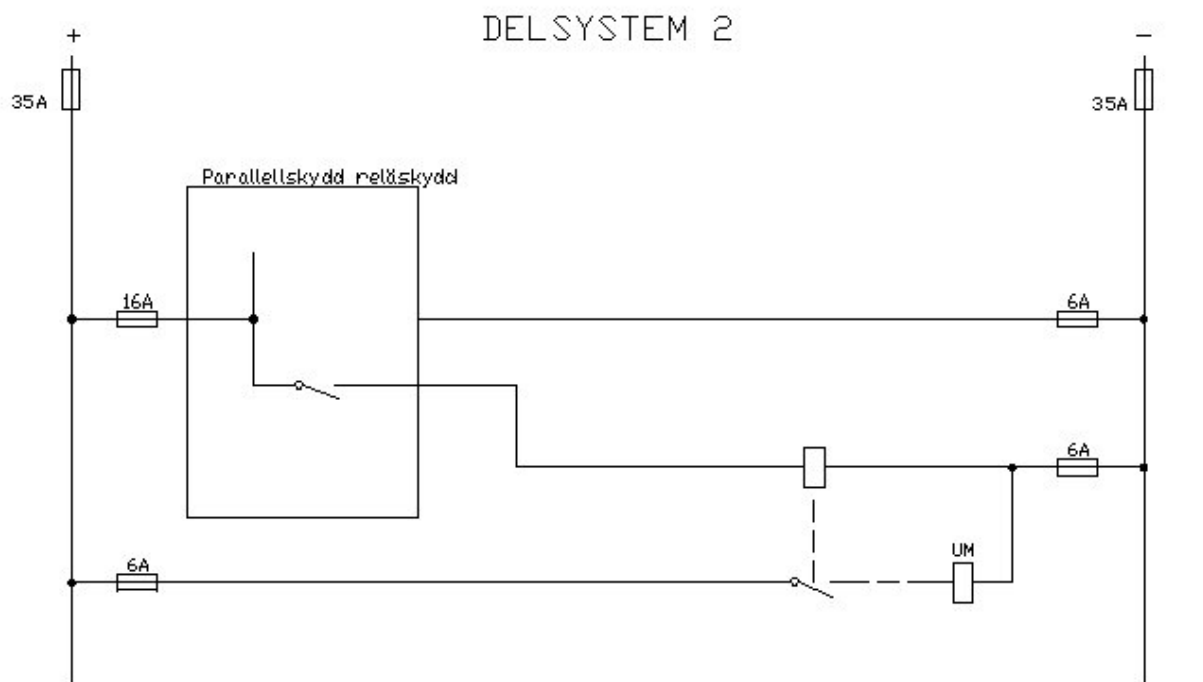
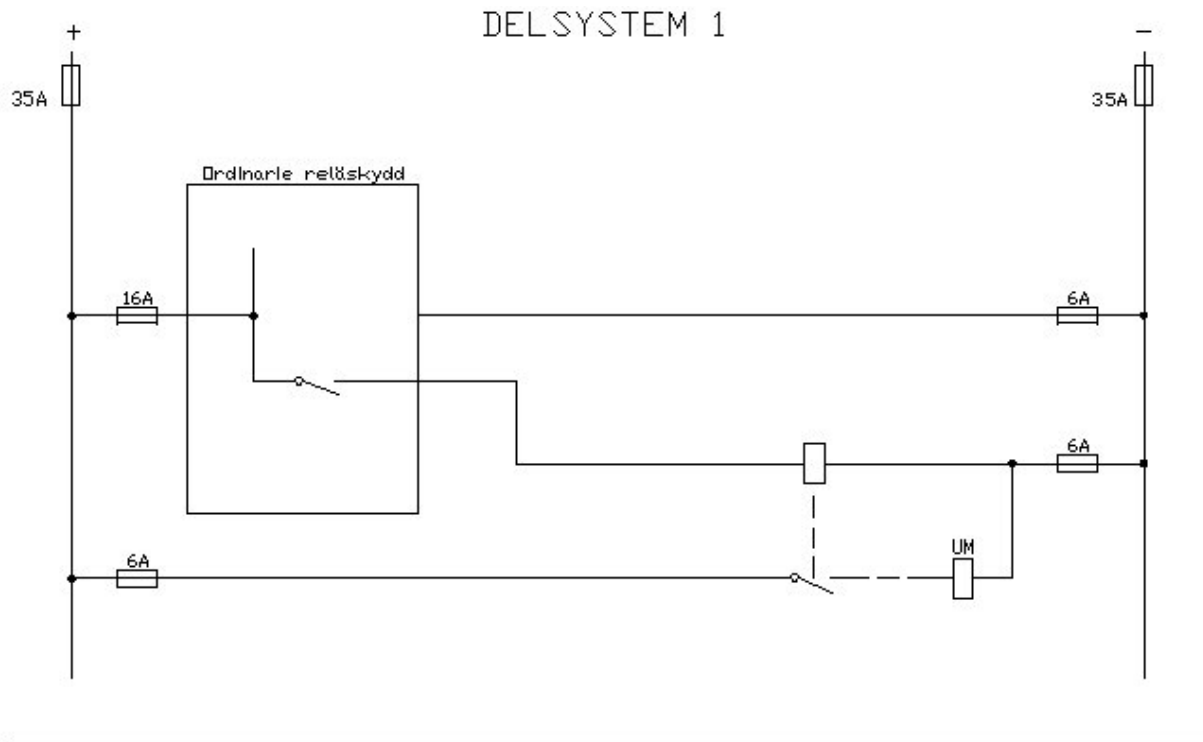
- 1) Från andra reläskydd
- 2) Till annat facks kopplingsorgan

Alternativ princip 1.1 för matning av reläskydd och manöverspolar för ett kopplingsorgan. (med kommunikation via fria kontakter).



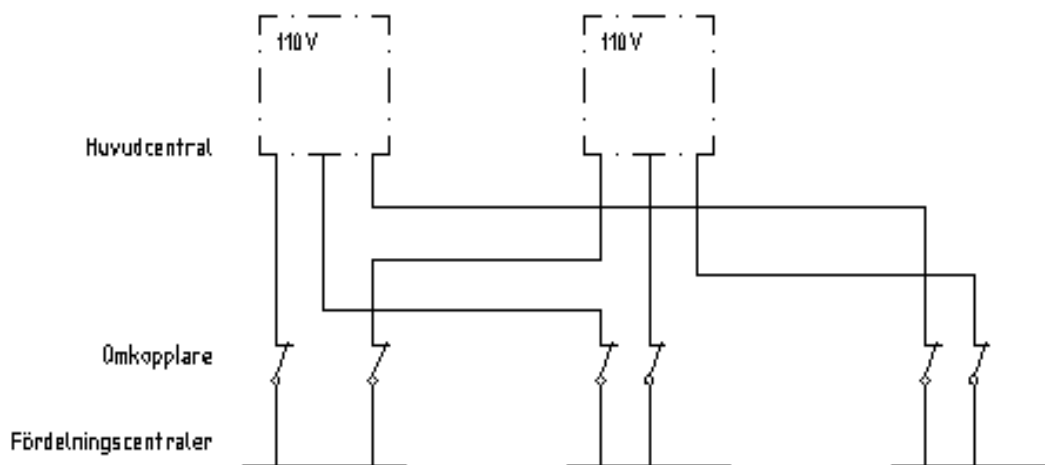
- 1) Från andra reläskydd
- 2) Till annat facks kopplingsorgan

Alternativ princip 1.2 för matning av reläskydd och manöverspolar för ett kopplingsorgan i samma fack. (utan elektrisk förbindelse).

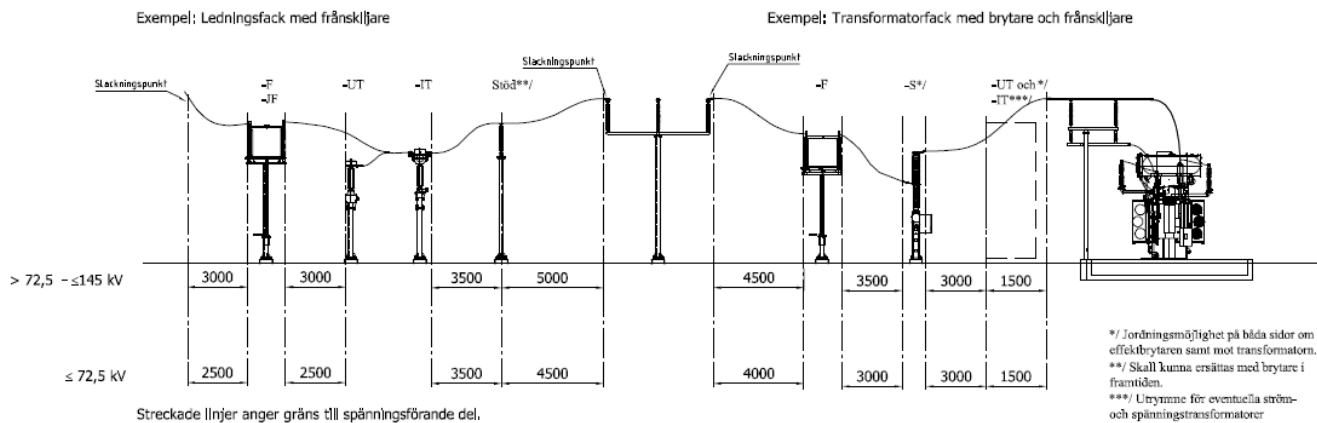
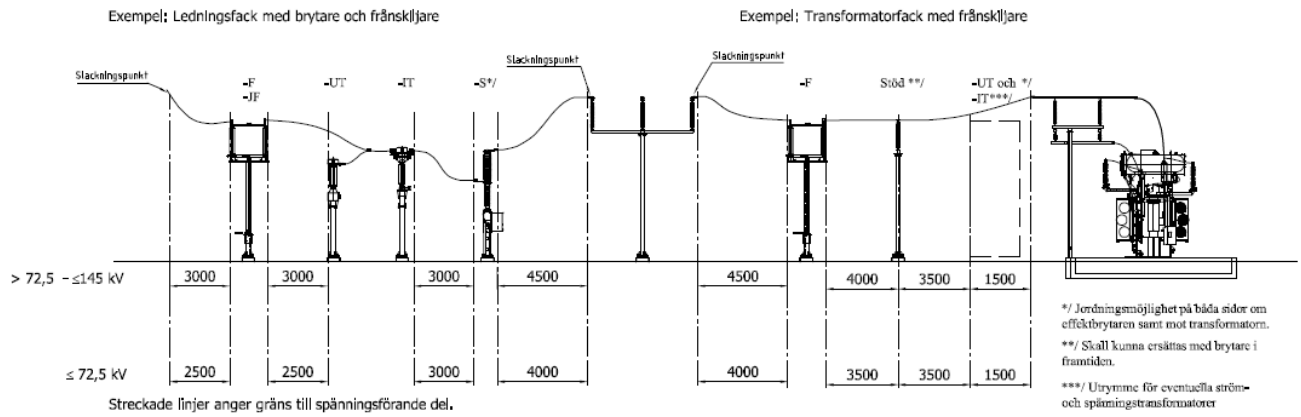


Anm. Ingen direkt elektrisk förbindelse mellan delsystem 1 och 2 får ske.

Komplettering angående systemutformning enl fig 2B SvE rapport



**Minsta horisontella avstånd mellan spänningsförande delar**



**Sektioneringsfack**

