

Teknisk Riktlinje för Kontrollanläggning, VTR02

## VTR02-01 Systemutformning och Normer

### Sammanfattning

Detta dokument specificerar krav på utförande av kontrollanläggning i Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer med konstruktionsspänning 7,2 - 420 kV.

### Historik:

Ver. Nr.	Ändringar avser: (kort beskrivning, senaste ändring överst)	Datum
3	Text justerad pkt 2.1 Bilaga 1 justerad	2020-10-01
2	Revidering av VTR2 enligt loggbok version 1	2017-05-15

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	3
2	Allmänt.....	3
2.1	Standarder och normer.....	4
3	Stationskontroll .....	5
4	Reläskydd .....	5
5	Automatiker .....	5
6	Hjälpkraftsystem .....	5
7	Ställverksinterface .....	5
8	Montage av kontrollanläggningar.....	5
9	Skyltning av kontrollanläggningar.....	5
10	Provning .....	5
11	Bilagor .....	5
	Bilaga 1 Gällande standarder och föreskrifter .....	5

## 1 Inledning

Denna riktlinje avser Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer 7,2-420 kV.

Krav på anläggningsutformning fastställs i tekniska riktlinjer betecknade TR- och VTR-, för krav på kontrollanläggning fastställs de enligt Tekniska krav för kontrollanläggningar stationer, VTR02.

Vattenfalls tekniska riktlinjer utgör tillsammans med den anläggningsspecifika tekniska beskrivningen de krav som gäller för kontrollanläggningens utförande. VTR02 är uppdelad i ett antal dokument enligt nedan.

Detta dokument behandlar kontrollanläggningar allmänt, dess olika funktionsenheter och hur dessa samverkar i stationer av varierande storlek och utformning. Dokumentet innehåller även normer och föreskrifter som styr kontrollanläggningens utförande.

## 2 Allmänt

Kontrollanläggningen skall struktureras så att stor driftsäkerhet och hög tillgänglighet säkerställs. För att underlätta framtida utbyggnader, skall den utformas på ett enhetligt sätt och så långt som möjligt uppbyggas med standardiserade enheter. Enstaka fel i kontrollanläggningen får inte äventyra stationens eller nätets säkerhet.

Om ett system utgör reserv för ett annat, skall båda funktionerna så långt som möjligt fungera oberoende av varandra.

Lokal reserv /dubbling av reläskydden, (s.k. SUB-uppdelning) installeras där man har otillfredsställande skydd av primäranläggningen eller då anläggningens betydelse för systemet i sig medför att lokal reserv är nödvändigt.

Även när det inte finns krav på SUB-uppdelning skall redundans i felbortkopplingsfunktionen eftersträvas.

Delfunktioner i kontrollanläggningen skall kunna provas och kontrolleras på ett betryggande sätt utan att anläggningen behöver tas ur drift.

Kontrollanläggningens struktur är av stor vikt för driftsäkerheten. För att erhålla en bra struktur är det viktigt att indelningen sker på ett systematiskt sätt. Kontrollanläggningen skall därför indelas med avseende på funktion och objekt m.m.

Utförandet skall vara enhetligt för de olika objekten. Finns t.ex. flera objekt med lika bestyckning skall dessa objekts utrustningar vara lika uppbyggda.

Vissa funktioner skall utgöra viss reserv för varandra.

Exempel på några av dessa funktioner är:

- Transformatorskydd och Ledningsskydd - transformatorskydd utgör reserv för ledningsskydd.
- SUB1 och SUB2 - reläskydd utgör reserv för varandra där redundans är ett krav.
- ÅI-automatik - Fjärrkontroll där ÅI-automatiken skall kunna utföra provinkoppling på ett utlöst objekt även när man tappat fjärrkontrollmöjligheten av en station.

- Fjärrkontroll - Felsignalsystem - Reservlarm där reservlarmet skall ge larm till Kopplingsansvarig då ordinarie felsignalsystem inte fungerar eller då man tappat fjärrkontrollmöjligheten av en station.
- Närrkontroll - Fjärrkontroll där lokal manöver skall kunna göras även om fjärrkontrollsystemet inte fungerar.
- Reservstyrning, reservstyrning av stationen skall kunna göras om när- och fjärrkontroll ej är oberoende av varandra.

Vid ut- och ombyggnad av befintliga anläggningar skall de nya delarna anpassas/utformas enligt befintlig utformning. I första hand gäller det stationskontroll, skyltning/märkning och montage. Utformningen beskrivs i dessa fall mer detaljerat i den anläggningsspecifika tekniska beskrivningen.

## 2.1 Standarder och normer

Anläggningar och utrustningar skall uppfylla de krav som finns i Svenska lagar och föreskrifter för elektriska starkströmsanläggningar. De skall dessutom uppfylla kraven i tillämpliga Svenska standarder om ej annat anges i detta eller andra VTR- och TR-dokument.

*Bilaga 1* utgör en lista på gällande standarder och föreskrifter i senaste utgåva. Om standard eller föreskrifter har reviderats så är det den senaste utgåvan som gäller. SS/SS-EN-dokument gäller i första hand, sedan CENELEC (EN, HD eller TS-dokument) därefter IEC eller ISO.

All utrustning, apparater, konstruktioner, dokumentation och montage ingående i levererade funktioner skall vara utförda så att de uppfyller beställarens specificerade krav. Finns det speciella krav i den anläggningsspecifika tekniska beskrivningen som avviker från uppräknade normer, gäller dessa krav före normerna.

Levererad utrustning skall uppfylla kraven i gällande EU-direktiv och för lågspänningsutrustning kraven på CE-märkning.

Terminaler/IEDer och annan elektronisk utrustning ska vara konstruerade på sådant sätt att de har förutsättning att kunna fungera på avsett sätt under minst 20 år utan större underhållsinsatser såsom kortbyten m.m. Övrig kontrollutrustning (reläer, knappar, kablar, plintar m.m.) ska ha en förväntad livslängd av minst 40 år.

SS-EN 60255 är giltiga för olika typer av mätande reläer och automatiker, även sådana som inte direkt används som kontroll- och skyddsutrustning. SS-EN 61810 och 61811 är giltiga för icke mätande reläer. SS-EN 61000 är mer inriktade mot industriell processutrustning och kontrollutrustning, men dessa prov kan även tillämpas för reläskydd. Delarna i SS-EN 60255-22 baseras på motsvarande delar ur IEC 60255-22 och SS-EN 61000.

De störmiljökrav som ställs på utrustningar anges i IEC TS 61000-6-5. Vissa mindre avvikelser från IEC TS 61000-6-5 finns dock enligt nedan.

Där det anges två olika klasser så gäller den högre för utrustning - reläer, IED, mätvärdesomvandlare m.m. - som har galvanisk kontakt med ställverk och den lägre för övrig kontrollanläggningsutrustning inom kontrollrumsbyggnaden. Om endast optisk förbindelse finns till ställverk så kan en lägre klass gälla.

Utrustning skall vara typprobad och godkänd. Typprovningsprotokoll enligt gällande standarder ska finnas för utrustningen. Om beställaren ej utfört eller bevittnat typprovet för aktuell utrustning skall de ha utförts eller bevittnats av en opartisk och internationellt erkänd organisation.

För typprovning av skydd- och kontrollutrustning gäller SS-EN 61850-3.

Beställaren har rätt att på begäran få kopia på berörda typprovningsprotokoll.

I beskrivningar m.m. ska användas ord och uttryck i enlighet med ELORDLISTA utgiven av Svenska Elverksföreningen. För reläskydd gäller även reläordlistan SS 428 19 50.

Kontrollutrustning ska uppfylla de krav som ställs av gällande EMC-lagstiftning, om inte annat anges. Detta kan innebära att strängare krav ställs än de uppställda av EMC-regelverket.

### **3 Stationskontroll**

Krav på stationskontroll beskrivs i VTR02-02.

### **4 Reläskydd**

Krav på reläskydd beskrivs i VTR02-03.

### **5 Automatiker**

Krav på automatiker beskrivs i VTR02-04.

### **6 Hjälpkraftsystem**

Krav på hjälpkraftsystem - LS- och VS-system - beskrivs i VTR02-05.

### **7 Ställverksinterface**

Krav på ställverksinterface beskrivs i VTR02-06.

### **8 Montage av kontrollanläggningar**

Krav på montage beskrivs i VTR02-07.

### **9 Skyltning av kontrollanläggningar**

Krav på skyltning beskrivs i VTR02-08.

### **10 Provning**

Krav på provning beskrivs i VTR02-09.

### **11 Bilagor**

Bilaga 1 Gällande standarder och föreskrifter

## Teknisk Riktlinje för Kontrollanläggning, VTR02

**VTR02-02 Stationskontroll****Sammanfattning**

Detta dokument specificerar krav på utförande av kontrollanläggning i Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer med konstruktionsspänning 7,2 - 420 kV.

**Historik:**

Ver. Nr.	Ändringar avser: (kort beskrivning, senaste ändring överst)	Datum
3	Rubrikenumerering ändrad. Justerade punkter: 4, 4.1, 4.2, 5, 5.1, 5.2, 5.3, 5.3.1, 5.3.2, 5.4, 6, 6.1, 7, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 9, 9.1, 9.2, 10, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.4.1, 10.4.3, 10.4.4, 10.5, 10.6, 10.7, 11, 12. Bilagor justerade	2020-10-01
2	Revidering av VTR2 enligt loggbok version 1	2017-05-15

## Innehållsförteckning

1	Allmänt .....	4
1.1	Förkortningar .....	4
2	Standarder .....	4
3	Funktions- och tekniska krav .....	5
4	Stationskontroll generellt .....	5
4.1	Driftformsomkopplare (DFO) .....	5
4.2	Stations-HMI (Lokal HMI) .....	6
4.2.1	Grundfunktioner Stations-HMI .....	8
5	Manöver .....	8
5.1	Reservmanöverplats .....	9
5.2	Förreglingar och blockering av kopplingsapparater .....	10
5.3	Inkopplingsförbud "TM-block" .....	12
5.3.1	Inkopplingsförbud inre fel .....	12
5.3.2	Inkopplingsförbud ljusbågsvakt .....	12
5.4	(F)PS/Rak manöver .....	12
6	Indikering .....	12
6.1	Instrumentering (ej debiteringsmätning) .....	13
6.2	Övervakning av onormal spänning på 7,2-130 kV samlingskena .....	16
6.3	Övervakning av nollpunktspänning och höghomiga jordfel .....	16
7	Tidsynkronisering .....	16
8	Felsignal- och Larmsystem .....	17
8.1	Felsignallutrustning .....	17
8.2	Larmdon/Ringklockor .....	18
8.3	Reservlarm .....	18
8.4	Nödlarm .....	19
8.5	Brand-/inbrottslarm .....	19
9	Störnings och händelserregistrering .....	19
9.1	STINA (STörningsinformation INsamling och Analys) .....	19
9.2	Störningsregistrering .....	20
9.3	Händelserregistrering .....	21
9.4	Fellokalisator (130 – 70kV) .....	22
9.5	Elkvalitetsövervakning .....	22
10	Utformning av IEC 61850-system .....	22
10.1	Grundläggande krav .....	22
10.2	Funktioner på stationsbuss .....	23
10.3	Signalhantering .....	23
10.4	IED-konfiguration .....	24
10.4.1	IED namn .....	24
10.4.2	Konfigurering av vertikal kommunikation (MMS) .....	27

10.4.3	Konfigurering av horisontell kommunikation (GOOSE) .....	28
10.4.4	Testläge.....	28
10.5	Systemkonfiguration .....	29
10.6	Stationsspecifik signallista.....	29
10.7	Övervakning av IED/terminaler.....	29
10.8	Dokumentation (Leverabler).....	30
11	Service PC.....	30
12	Dokumentation och programvaror.....	30
13	Bilagor .....	30
	Bilaga 1 Generell Felsignallista .....	30
	Bilaga 2 Objektlista.....	30
	Bilaga 3 Instrumentlista.....	30
	Bilaga 4 Stationsspecifik signallista (för ifyllnad av projektentreprenör) .....	30
	Bilaga 5 Signalöversikt (Inkoppling av larmdon och reservlarmsändare (princip)).....	30
	Bilaga 6 Service-PC (Instruktion för projektentreprenör).....	30



# 1 Allmänt

Denna riktlinje avser Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer 7,2-420 kV.

## 1.1 Förkortningar

CID	Configured IED Description
DC	DriftCentral
DFO	DriftFormsOmkopplare
FPS	Fasning Parallellning Spänningsättning
GGIO	Generic Process Input Output
GIS	GasIsolerat Ställverk
GOOSE	Generic Object Oriented Substation Event
HMI	Human Machine Interface (användargränssnitt)
HSR	High-availability Seamless Redundancy
ICD	IED Capability Description
IED	Intelligent Electronic Device (kontrollanläggningsterminal)
MICS	Model Implementation Conformance Statement
MMS	Manufacturing Message Specification
PICS	Protocol Implementation Conformance Statement
PIXIT	Protocol Implementation eXtra Information for Testing
PRP	Parallel Redundancy Protocol
RTU	Remote Terminal Unit (fjärrkontrollterminal)
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SCD	System Configuration Description
STINA	STörningsinformation INSamling och Analys
TICS	Technical Issues Conformance Statement
UCN	Utility Communication Network

## 2 Standarder

Anläggningar och utrustningar skall uppfylla de krav som finns i Svenska lagar och föreskrifter för elektriska starkströmsanläggningar. De skall dessutom uppfylla kraven i tillämpliga Svenska standarder om ej annat anges i detta eller andra VTR- och TR1-dokument. För standarder gällande kontrollanläggning skall *VTR02-01* tillämpas. För standarder gällande ansluten primärutrustning till kontrollanläggning skall *VTR01* tillämpas.

All utrustning, apparater, konstruktioner, dokumentation och montage ingående i levererade funktioner skall vara utförda så att de uppfyller Beställarens specificerade krav. Finns det speciella krav i den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen som avviker från uppräknade normer, gäller dessa krav före normerna. Data och anläggningsbundna krav specificeras i anläggnings-specifik teknisk beskrivning.

Levererad utrustning skall uppfylla kraven i gällande EU-direktiv och för lågspänningsutrustning kraven på CE-märkning.

### 3 Funktions- och tekniska krav

Utrustningar skall vara konstruerade på sådant sätt att de har förutsättningar att kunna fungera på avsett sätt under minst 40 år utan större underhållsinsatser men för reläskydd, kommunikationsutrustning och annan elektronisk utrustning förväntas den hålla minst 20 år.

Styrning och övervakning av stationen sker normalt via fjärr från en driftcentral (DC) men skall också kunna utföras lokalt i stationen. Stationen skall endast kunna styras från en plats åt gången. Val av manöverplats sker i stationen.

Utrustningar får ej vara försedda med batterier av något slag för att säkra inställningar, störningsfiler m.m. under hjälpspänningsavbrott.

### 4 Stationskontroll generellt

Styrning och övervakning från fjärr och stations-HMI skall ske via IEC 61850-8-1 stationsbuss. Processbuss med SAV (Samplade värden) enligt IEC 61850-9-2 accepteras ej. All anslutning till/från primärapparater skall ske med kopparkabel via plintsnitt i objektskåp/reläskåp.

Reservmanöver skall ske med kopparkablar (hårdtrådat).

För att kunna utföra alla för driften av stationen förekommande styr och övervakningsfunktioner skall anläggningen kunna styras via:

- Fjärrmanöver (driftcentral via fjärrkontroll)
- Lokal manöver via stations-HMI
- Reservmanöver via manöver på objektskåp och front (lågspänningsutrymme) på mellanspänningsställverk (6-46kV)
- Automatiker (styr och övervakar utan operatörs ingripande, genom i förväg för vissa funktioner programmerad logik)

#### 4.1 Driftformsomkopplare (DFO)

För att manöver endast skall kunna ske från en plats åt gången skall driftformsomkopplare (DFO) installeras för val av när- eller fjärrkontroll. Driftformomkopplaren skall vara en fysisk omkopplare oberoende av annan utrustning.

Separat omkopplare underordnad stationens DFO får inte förekomma.

DFO skall vara försedd med erforderligt antal kontakter samt minst två i reserv. Reläer för utökning av kontakter är ej tillåtet.

Vid mer än en kopplingsansvarig i stationen, skall varje kopplingsansvarig ges en egen omkopplare, vilken styr den utrustning som respektive kopplingsansvarig har rätt att manövrera. Separerad stationskontroll gäller även i de fall då Vattenfall skall kunna slå från andra ägares/kopplingsansvarigas brytare. Alla indikeringar skall aktiveras oavsett vilken DFO som ställs i läge Reservmanöver/När.

Omkopplaren i läge "Reservmanöver" (Läge kl. 10)

- Möjligt att göra manöver på reservmanöverplats, på objektskåp

- Möjligt att göra manöver på reservmanöverplats på front på typprovade kapslade ställverk
- Möjligt att göra manöver av frånskiljare och jordningskopplare på front på typprovade kapslade ställverk
- Ej möjligt att göra manöver via stations-HMI
- Ej möjligt att göra fjärrmanöver
- Lägesindikeringar på reservmanöverplats samt i stations-HMI
- Larm på reläskydd, signalcentral, flaggreläer o.s.v. samt stations-HMI
- Akustiskt larm i stationen
- Larm och indikeringar via fjärr till driftcentral

#### Omkopplaren i läge "När" (Läge kl. 12)

- Möjligt att göra manöver via stations-HMI
- Möjligt att göra manöver av frånskiljare och jordningskopplare på front på typprovade kapslade ställverk
- Ej möjligt att göra manöver av brytare, blockeringsdon och automatiker på reservmanöverplats (på objektskåp och front på typprovade kapslade ställverk)
- Ej möjligt att göra fjärrmanöver
- Indikeringar och larm i stations-HMI
- Inga lägesindikeringar på reservmanöverplats
- Akustisk larm i stationen
- Larm och indikeringar via fjärr till driftcentral

#### Omkopplaren i läge "Fjärr" (Läge kl. 2)

- Möjligt att göra fjärrmanöver
- Ej möjligt att göra manöver av frånskiljare och jordningskopplare på front på typprovade kapslade ställverk
- Ej möjligt att göra manöver i stations-HMI samt på reservmanöverplats
- Larm och indikeringar i stations-HMI samt via fjärr till driftcentral
- Inga lägesindikeringar på reservmanöverplats
- Inget akustiskt larm lokalt i stationen

Manöver från stations-HMI skall endast tillåtas i läge "När" på DFO. Manöver från Driftcentral skall endast tillåtas i läge "Fjärr" på DFO. Detta programmeras i RTU. Den fysiska driftformsomkopplarens lägen hårdtrådas till RTU i form av tre enkelindikeringar ("Reservmanöver", "När", "Fjärr"). Logiken i RTU skall vara uppbyggd så att om driftformsomkopplarens lägesindikering förloras skall manöverrättighet ej finnas vare sig från fjärr eller Stations-HMI. Driftformsomkopplarens läge "Reservmanöver" ska hårdtrådas till samtliga terminaler på stationsbussen. För läge reservmanöver skall manöverspänningar dras via DFO.

Läge När och Reservmanöver skall indikeras med en röd lampa vid insida entrédörr.

## 4.2 Stations-HMI (Lokal HMI)

Stations-HMI utformas enligt *VTR04-06 Operatörspanel* och med följande funktionalitet. Stations-HMI är en lokal manöverplats som skall placeras i kontrollrum. HMI-funktionen skall vara integrerad med stationens fjärrkontrollterminal. Stations-HMI skall ge en god överblick över ingående apparater och återspegla driftschema för stationen.

I stationer med fler än en kopplingsansvarig skall respektive kopplingsansvarig ha sin egen lokala manöverplats utformad enligt respektive kopplingsansvarigs riktlinjer.

Stations-HMI skall innehålla ett antal bilder som ger en översikt av stationens status samt innehåller information och medger manöver av apparater och automatiker samt listor på larm och händelser. Det skall också finnas en bild som visar datorsystemets konfiguration och status.

Bilderna i stations-HMI skall efterlikna SCADA-systemets bilder i Beställarens driftcentral och skall utföras enligt Beställarens anvisningar.

Strukturen skall vara enligt följande:

- Enlinjeschema/driftschema

På bilden (bilderna) skall det finnas ett symbolschema visande stationens ställverk inklusive kopplingsapparater samt grundfunktioner enligt nedan. För kopplingsapparater skall fullständigt littera visas. Schemats utförande skall återspegla ställverksbilden fysiskt korrekt, d.v.s. ledningarnas inbördes anslutningsordning mot samlingskenan skall stämma överens mellan bildskärm och driftschema/verklighet.

Beroende på anläggningens utformning (t.ex. spänningsnivå och storlek/antal objekt) delas schema upp på flera bilder.

- Systemövervakning

Det skall också finnas en bild som visar hur kontrollanläggningens stationsbuss är utformad. Följande information skall finnas tillgänglig på systemsidan:

- Stationsbussens topologi, inkl. IED:er, RTU, switchar, UCN-nod och service-PC
- Status på IED:ers kommunikationsportar
- Status på IED:ers tidssynkronisering
- Särskilda systemhändelser från RTU

- Larmlista

Listan skall vara sorterad så att senaste felsignal hamnar högst upp. I larmlistan skall samtliga aktiva samt alla icke aktiva okvitterade larm presenteras.

Man skall kunna särskilja om det är ett:

- Aktivt kvitterat larm
- Aktivt okvitterat larm
- Icke aktivt okvitterat larm

Om tidsstämplingen är osäker, t.ex. på grund av tidssynkroniseringsfel i avsändande IED, skall det indikeras i larmlistan.

Larm skall kunna kvitteras individuellt eller per sida.

Filtrering skall kunna göras med datum och tid och/eller enskilt objekt.

- Händelselista

Lista skall minst visa de 2500 senaste händelserna. Listan skall vara sorterad så att senaste händelse hamnar högst upp. I händeslidan skall samtliga händelser i stationen skrivas ut med tidsmärkning. Detta är händelser av typ:

- Reläskydds- och automatikindikeringar
- Manövrar
- Kopplingsapparaters indikeringar
- Felsignaler

Om tidsstämplingen är osäker, t.ex. på grund av tidssynkroniseringsfel i avsändande IED, skall det indikeras i händeslidan.

#### **4.2.1 Grundfunktioner Stations-HMI**

Stations-HMI skall ha följande grundfunktioner:

- Manöver av brytare, avståndsmanövrerade frånskiljare, blockeringsdon och jordningskopplare.
- Manöver av automatiker (Ur drift/I drift).
- Manöver av Nätvärn inklusive objekt (Ur drift/I drift).
- Indikering av läge på kopplingsapparater (samtliga brytare, frånskiljare och jordningskopplare) samt blockeringsdon för apparater.
- Val av Åi-funktion (Ur drift/I drift).
- Val av JSr, JSr+NUS samt NUS för 70kV-ledningar.
- Val av Rak manöver / PS.
- Val av spänningsreglerfunktion på transformatorer (Hand/Auto resp. Minska/Öka).
- Val av styrande spänningsnivå för spänningsreglering (t.ex. för trelindningstransformator).
- Val av samdriftfunktion på transformatorer (Särdrift/Samdrift).
- Val av börvärde för spänningsreglering.
- Val av avstämningreglerfunktion på nollpunktsreaktorer (Hand/Auto resp. Minska/Öka).
- Indikering av manöverblockeringar (inkopplingsförbud).
- Indikering av status/driftläggning på automatiker, Nätvärn och övriga val enligt ovan.
- Visning av felsignaler samt kvitteringsfunktion.
- Visning av mätvärden
- Visning av LK-läge.
- Visning av NX-läge.
- Visning av enlinjeschema med littera.

## **5 Manöver**

Samtliga avståndsmanövrerade kopplingsapparater och automatiker skall på ett enkelt sätt kunna manövreras via stations-HMI och fjärr. Manöverkommandon från stations-HMI och fjärr skall gå via stationsbuss till objektsbundna IED.

Frånslag av brytare (tillhörande extern part) direkt eller via frånskiljare ansluten till samlingsskena tillhörande Vattenfall samt brytare i gränspunkt mot Vattenfalls nät i kundanläggning skall normalt alltid kunna ske från Vattenfalls driftcentral.

Kopplingsapparater, automatiker etc. fjärrmanövreras enligt *Bilaga 2 Objektlista*.

Manöver från stations-HMI skall utföras i tre steg: Utval - Manöver F/T – Verkställ.  
Manöver från reservmanöverplats skall utföras enligt följande för att förebygga oavsiktlig påverkan.

- Manöver/kvittensställare med sekvensen välj - tryck ner – vrid F/T.
- Manöver via tryckknappar skall ske via s.k. tvåhandsmanöver. Frigivning samt manöver F/T skall utföras via separata knappar som aktiveras samtidigt.

Avståndsmanövrerade frånskiljare och jordningskopplare skall ha tvåpolig manöver enligt *VTR02-06 Ställverksinterface*.

Fristående brytare, avståndsmanövrerade frånskiljare och jordningskopplare samt blockeringsdon för frånskiljande brytare skall inte kunna manövreras lokalt/direkt på manöverdonet, ev. manöverknappar skall inte vara anslutna till manöverspänning.

### **5.1 Reservmanöverplats**

Med reservmanöverplats avses en separat redundant manöverplats placerad på objektskåp och front på mellanspanningsställverk.

Reservmanöverplats för utomhusapparater (även placerade inomhus) samt GIS-ställverk placeras alltid i kontrollrum.,

Reservmanöverplats för fabriksstillverkat, typprovat, kapslat ställverk utförs i ett för utrustningen avsett lågspänningsutrymme.

Reservmanöverplats skall i möjligaste mån visa objekts logiska och fysiska placering i förhållande till varandra samt i förhållande till manöverplats.

Reservmanöverplats skall ge en god överblick över respektive ställverksfacks ingående apparater.

Reservmanöverplats skall vara i hårdtrådat utförande för manöver och återindikering av kopplingsapparater.

Kodning av manöverdon och indikatorer skall vara utförda enligt SS-EN 60073 Gränssnitt människa-maskin.

Manöverknappar skall vara vita för Till/Slut/Deblockera och svarta för Från/Öppna/Blockera. Övriga knappar skall vara vita.

Återindikering av primärapparater skall utföras med elektromekaniska lägesvisare alternativt indikering i manöver/kvittensställare (MK-ställare skall lysa i avvikande och felaktigt läge).

Elektromekaniska lägesvisare skall ha fyrkantig svart ram för brytare och rund för frånskiljare.

För val av spänningsreglering Hand/Auto och Särdrift/Samdrift skall MK-ställare användas. Manöverknappar samt elektriska lägesindikatorer och MK-ställare skall skyltas med driftlittera samt funktion.

Manöver från reservmanöverplats skall inte utföras via förreglingar, Inkopplingsförbud (TM-block) skall dock blockera manöver.

Manöver från reservmanöverplats skall inte utföras via automatiker, t.ex. (F)PS.

Följande funktioner skall utföras hårdtrådat via reservmanöverplats:

- Manöver av brytare, avståndsmanövrerade frånskiljare, blockeringsdon och jordningskopplare.
- Indikering av läge på kopplingsapparater (samtliga brytare, frånskiljare och jordningskopplare) samt blockeringsdon för apparater.
- Val av spänningsreglerfunktion på transformatorer (Hand/Auto resp. Minska/Öka). Valen skall vara oberoende av automatiken.
- Val av samdriftfunktion på transformatorer (Särdrift/Samdrift).
- Val av styrande spänningsnivå för spänningsreglering (t.ex. för trelindningstransformator).
- Val av börvärde för spänningsreglering.
- Indikering av manöverblockeringar (inkopplingsförbud).
- Visning av mätvärde spänning samlingskena.
- Visning av enlinjeschema med littera.
- Lampprov.

Manöver och återindikering av nedanstående funktioner samt mätvärden skall utföras på terminal/IED på reservmanöverplats:

- Manöver av automatiker (Ur drift/I drift).
- Manöver av Nätvärn inklusive objekt (Ur drift/I drift).
- Val av Åi-funktion för resp. objekt (Ur drift/I drift).
- Provsändning RSK (Reläskyddskommunikation).
- Val av JSr, JSr+NUS samt NUS för 70kV-ledningar.
- Val av avstämningsreglerfunktion på nollpunktsreaktorer (Hand/Auto resp. Minska/Öka).
- Visning av felsignaler samt kvitteringsfunktion.
- Visning av mätvärden.
- Visning av LK-läge.
- Visning av NX-läge.
- Indikering av status/driftläggning på automatiker.

## 5.2 Förreglingar och blockering av kopplingsapparater

Förreglingssystemet skall för alla kopplingsapparater baseras på avkänning av kopplingsapparaternas lägen och får således inte bygga enbart på spännings- eller strömavkänning.

Förreglingsschema för kopplingsapparater i systemet tas fram av leverantören i dialog med Beställaren. Innan anläggningskonstruktion påbörjas skall förreglingsschemat vara godkänt av Beställaren.

Förreglingssignaler mellan avståndsmanövrerade apparater skall utföras hårdtrådat alternativt via logik i IED eller, om det anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning, med GOOSE funktionalitet.

Förreglingen skall fungera för all avståndsmanöver utom vid reservmanöver. Reservmanöverplats skall tydligt skyltas att manöver utförs utan förregling.

Förreglingssystemet skall kontinuerligt avkänna aktuell driftläggning och omedelbart efter en koppling anpassa sig till den nya kopplingsbilden. Här skall enbart positiva besked nyttjas, m.a.o. aktivt slutna kontakter för brytares och frånskiljares båda lägen. Varje

systemspännings förreglingar skall vara funktionsmässigt oberoende av varandra (detta avser dock inte förregling mellan upp- och nedsida transformator).

Förreglingens grundfunktion skall vara att frånskiljare:

- Inte kan sluta eller bryta effekt
- Inte kan ansluta spänningsförande del till jord
- Inte kan koppla ihop skilda spänningssystem
- Endast kan sluta eller bryta parallellström

Frånskiljare som är seriekopplad med en brytare utan någon avgrening mellan dessa får manövreras endast då brytaren är i läge FRÅN.

Förreglingens grundfunktion skall vara att jordningskopplare:

- Inte kan ansluta spänningsförande del till jord

Alla frånskiljande brytare som kan tillföra spänning över en jordningskopplare skall vara frånslagna och elektriskt blockerade för att jordningskopplaren skall kunna manövreras. Jordningskopplarens förreglingssystem skall baseras på, i facket ingående, frånskiljare, blockeringsdon för frånskiljande brytare eller brytartruck/brytarkassetts läge.

Förreglingssystem för jordningskopplare i samlingskenan skall baseras på till samlingskenan anslutna frånskiljare, blockeringsdon för frånskiljande brytare eller brytartruck/brytarkassetts läge.

Förreglingssystem för till samlingskenan anslutna frånskiljare, frånskiljande brytare eller brytartruck/brytarkassetter skall baseras på jordningskopplare i samlingskenan samt egen jordningskopplares läge.

Jordningskopplare på transformators primär och sekundärsida förreglas mot frånskiljare, blockeringsdon för frånskiljande brytare eller brytartruck/brytarkassetts läge på upp- och nedsida transformator.

Efter ett brytarfrånslag till en shuntkondensatoranläggning får slutning av jordningskopplaren ske tidigast efter en viss tid då batteriet frånkopplats (urladdats). Tiden skall vara inställbar 0-600 s.

För AB-, AC- och ABC-ställverk där stationens respektive lednings- och transformatorobjekt m.m. matas från flera samlingskenor via en brytare och därmed ett flertal apparater/frånskiljare ingår i förreglingskretsen skall möjlighet att kringgå förreglingarna och frikoppla systemet utan ingrepp i kontrollutrustningen finnas. Upphävningfunktionen skall då vara gemensam för alla frånskiljare inom samma systemspänning.

Upphävningfunktionen skall vara tidsbegränsad och automatiskt återgå efter inställbar tid. När en förregling är upphävd skall detta framgå tydligt.

Skytning/märkning av förregling skall vara "Förregling i drift" respektive "Förregling upphävd".

Typprovade kapslade ställverk (6-46kV) skall, för handmanövrerade apparater, förses med mekanisk förregling mellan apparater i samma fack som förhindrar felaktig manöver.

Typprovade kapslade ställverk (6-46 kV) skall förses med elektrisk förregling för:



- truck-/kassettförflyttning av samtliga truckar/kassetter.
- jordslutare för samlingsskena, transformatorfack samt dubbelbrytarfack.

Funktion för frigivning av manöver skall finnas om villkoren för manöver är uppfyllda.

Frigivning av manöver kan utföras enligt nedan:

- Tryckknapp som aktiverar ett tidrelä (inställbart 0-60 s).  
Tryckknappen förses med lysdiod som lyser då knappen aktiveras och så länge frigivningen är aktiv.
- Mekanisk/elektrisk spärr och elektrisk lägeskontakt som känner av om manöverspak/vev är anbringad för manöver av apparaten.

Om frigivningskedjan bryts skall manöver av apparaten omedelbart förhindras.

Förreglingssignaler mellan apparater skall utföras hårdtrådat.

### 5.3 Inkopplingsförbud ”TM-block”

#### 5.3.1 Inkopplingsförbud inre fel

Vid inre fel på transformator, nollpunktsbildare, nollpunktsreaktor och shuntreaktor skall all tillmanöver blockeras (även från reservmanöverplats) för de brytare som kan spänningssätta objektet.

Vid fjärrutlösning med tillmanöverblockering skall blockeringen endast upphävas från sändande ände. Tillmanöverblock skall även indikeras i den station där brytarmanöver utförs.

Röd tryckknapp för upphävning av blockeringen skall placeras intill reläskyddet för objektet.

Indikering av inkopplingsförbud skall visualiseras via lysdiod i tryckknapp för upphävning samt i stations-HMI och fjärr. Lysdiod skall lysa oberoende av läge på DFO.

Övriga apparater som skall förses med inkopplingsförbud och vilka skydd/vakter som klassas som inre fel framgår av *VTR02-03 Reläskydd*.

#### 5.3.2 Inkopplingsförbud ljusbågsvakt

Vid utlöst ljusbågsvakt skall all tillmanöver blockeras (även från reservmanöverplats) för de brytare som kan spänningssätta samlingskenan/objektet.

Röd tryckknapp för upphävning av blockeringen skall placeras intill ljusbågsvakten.

Indikering av inkopplingsförbud skall visualiseras på eller vid ljusbågsvakten, samt i stations-HMI och fjärr. Indikering skall lysa oberoende av läge på DFO.

### 5.4 (F)PS/Rak manöver

I det fall en brytarmanöver normalt sett sker via FPS eller PS enligt *VTR02-04 Automatiker* skall brytaren även kunna slås till via rak manöver, d.v.s. utan FPS/PS om så väljes.

Dubbelmanöver PS/Rak manöver skall kunna utföras vid DFO i läge ”När” och från fjärr. Rak manöver skall vara aktiverad i 30 sek. och därefter automatiskt övergå till PS.

Rak manöver skall kunna väljas för varje enskilt objekt som omfattas av FPS/Rak manöver.

## 6 Indikering

Ställverkets driftläggning skall framgå via lägesindikeringar i stations-HMI.

Till stations-HMI och Fjärr skall samtliga indikeringar tas in via binära ingångar på objektsbundna IED. Stationsgemensamma indikeringar tas in via en stationsgemensam IED. När driftformomkopplaren står i läge Reservmanöver skall lägesindikeringar även visas på reservmanöverplats.

Samtliga kopplingsapparater, automatiker etc. skall ha kontinuerlig och automatisk lägesföljande visning till kontrollanläggningen.

Kopplingsapparater, automatiker etc. fjärrindikeras enligt *Bilaga 2 Objektlista*.

Om så anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning skall det för externa anläggningar, produktionsanläggningar, uppsamlingsnät etc. som har en anslutning till Vattenfalls regionnätstationer ske insamling av lägesindikeringar för kopplingsapparater, automatiker etc. (Indikeringar överförs till Vattenfall fjärrkontroll via lägeskontakter till IED eller RTU, alternativt via seriellt protokoll IEC 60870-5-101 från extern ägare enligt *VTR04-01 RTU Regionnätanläggningar*).

Insamlingen sker normalt endast i de fall aktuell anläggningsägare och Vattenfall överenskommit om att Vattenfall skall förmedla överföringen av aktuella lägesindikeringar i realtid till Svenska Kraftnät för datautbyte av systemdriftinformation åt den aktuella anläggningsägaren.

Indikeringar som normalt ska insamlas och överföras anges i *Bilaga 2 Objektlista*.

HMI-utrustning och fjärr skall vid manövrering av långsamtgående apparater som frånskiljare visa odefinierat läge (mellanläge) under gångtiden, d.v.s. varken "Öppen" eller "Sluten" respektive "Till" eller "Från" skall visas.

## **6.1 Instrumentering (ej debiteringsmätning)**

Lokal visning av mätvärden skall utföras enligt nedan. Se *Bilaga 3 Instrumentlista*.

Mätvärden skall vara enkelt avläsningsbara och ha god upplösning inom skalområdet.

Samtliga mätvärden skall visas i Stations-HMI samt i skydds-/fack-IED. På IED skall visning av mätvärden ske kontinuerligt och samtidigt. De skall inte tas fram via någon form av "knaptryckning/bläddring", d.v.s. de skall vara "default" i en display om den innehåller andra funktioner alternativt visas via separat instrument. Om möjlighet till visning av ytterligare storheter finns (t.ex. effekt för en distributionsledning) accepteras att dessa visas via "knaptryckning".

Mätvärden skall även överföras till fjärrkontroll. I de fall mätvärden finns tillgängliga i reläskydd skall de överföras via IEC 61850-8-1 stationsbuss, i annat fall skall mätvärdesomvandlare installeras.

Bestyckning för transformator skall omfatta insamling för:

- Spänning för nedsida (huvudspänning)
- Ström för både upp- och nedsida
- Aktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan uppsida och nedsida för transformatorer
- Reaktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan uppsida och nedsida för transformatorer
- Lindningskopplarläge
- Nollpunktspänning nedsida transformator (primärspänning) se även *kapitel 6.3*
- Oljetemp (toppolja) (alla storlekar på transformatorer)

- Lindningstemp Uppspänningssida ( $\geq 16\text{MVA}$ )
- Lindningstemp Nedspänningssida (alla storlekar på transformatorer)
- Lindningstemp Nedspänningssida och Mellanspänningssida vid treledning (alla storlekar på transformatorer)

Bestyckning för externt ägda transformator skall omfatta insamling för: (mätvärden överförs till Vattenfall fjärrkontroll via mätvärdesomvandlare, alternativt via seriellt protokoll IEC 60870-5-101 från extern ägare enligt *VTR04-01 RTU Regionnätсанläggningar*)

- Spänning för nedsida (huvudspänning)
- Ström för både upp- och nedsida transformatorer
- Aktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan uppsida och nedsida för transformatorer
- Reaktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan uppsida och nedsida för transformatorer
- Lindningskopplarläge

Bestyckning för ledningar skall omfatta insamling för:

- Spänning (huvudspänning) om spänningsvisning skall finnas för ledningar  $\leq 40\text{kV}$  så anges det i anläggningsspecifik teknisk beskrivning
- Ström
- Aktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan
- Reaktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan

Bestyckning för externt ägda ledningar skall omfatta insamling för: (mätvärden överförs till Vattenfall fjärrkontroll via mätvärdesomvandlare, alternativt via seriellt protokoll IEC 60870-5-101 från extern ägare enligt *VTR04-01 RTU Regionnätсанläggningar* )

- Spänning (huvudspänning) om spänningsvisning skall finnas för ledningar  $\leq 40\text{kV}$  så anges det i anläggningsspecifik teknisk beskrivning
- Ström
- Aktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan
- Reaktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan

Bestyckning för shuntkondensatorobjekt och shuntreaktorer skall omfatta insamling för: (mätvärden överförs till Vattenfall fjärrkontroll via mätvärdesomvandlare, alternativt via seriellt protokoll IEC 60870-5-101 från extern ägare enligt *VTR04-01 RTU Regionnätсанläggningar* )

- Ström
- Reaktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan

Bestyckning för nollpunkter skall omfatta insamling för:

- Ström (reaktorläge)

Bestyckning för samlingskenor skall omfatta insamling för:

- Spänning. Lokal visning skall vara via visarinstrument. Visning till fjärr integreras i separat IED, d.v.s. får ej integreras i IED för andra objekt. (Vid enfas spänningstransformator skall instrumentet visa huvudspänning.)
- Nollpunktsspänning, om nollpunktsspänning skall finnas så anges det i anläggningsspecifik teknisk beskrivning se även *Kapitel 6.3*.

Bestyckning stationsbyggnad skall omfatta insamling för:

- Temperatur batterirum                      Larmgräns  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Temperatur kontrollrum                    Larmgräns  $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$
- Temperatur ställverksrum                Larmgräns  $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$

Om så anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning skall det för externa anläggningar, produktionsanläggningar, uppsamlingsnät etc. som har en anslutning till Vattenfalls regionnätstationer ske insamling av mätvärden (mätvärden överförs till Vattenfall fjärrkontroll via mätvärdesomvandlare till IED eller RTU, alternativt via seriellt protokoll IEC 60870-5-101 från extern ägare enligt *VTR04-01 RTU Regionnätсанläggningar*) :

Insamlingen sker i de fall aktuell anläggningsägare och Vattenfall överenskommit om att Vattenfall skall förmedla överföringen av aktuella mätvärden i realtid till Svenska Kraftnät för datautbyte av systemdriftinformation åt den aktuella anläggningsägaren. Nedanstående mätvärden ska normalt insamlas och överföras:

- Uppsamlingstransformering
  - Spänning för nedsida (huvudspänning)
  - Ström för både upp- och nedsida
  - Aktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan uppsida och nedsida transformatorer
  - Reaktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan uppsida och nedsida transformatorer
  - Lindningskopplarläge
  
- Generatoraggregat (mätvärde för varje aggregat)
  - Ström
  - Aktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan
  - Reaktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan
  
- Shuntkondensatorobjekt och shuntreaktorer
  - Ström
  - Reaktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan
  
- Samlingsskenor
  - Spänning
  
- Ledningar
  - Ström
  - Aktiv effekt inklusive riktningsangivelse enligt nedan

Definitionen av effektriktning skall användas konsekvent genom hela anläggningen. För lokal visning skall aktiv och reaktiv effekts riktning definieras som "Till" när effekt går från samlingsskena mot objektet respektive "Från" objektet, när effekt går från objektet mot samlingsskena, (exempel på objekt är ledning, transformator). Detta innebär omvänd visning av effektriktning på transformators upp- och/eller nedsida. För "Till" används "+" tecken och för "Från" "-" tecken, alternativt riktningspilar. Instrumentering skyltas upp "Till samlingsskena" samt "Från samlingsskena".

Till fjärr (driftcentralens driftövervakningssystem) räknas samlingskena som objekt vilket ger omvänt tecken.

Det kan även vara aktuellt att visa andra storheter såsom frekvens, temperatur, tryck och nivå.

## 6.2 Övervakning av onormal spänning på 7,2-130 kV samlingskena

Spänning på samlingskena skall övervakas med avseende på för hög respektive för låg spänning och endast avge larm till lokal signalutrustning och reservlarmsändare. Larmfunktionen skall vara möjlig att tidsfördröja upp till 300 s samt inställbar från 50-105% respektive 105-150% av nominell spänning. Övervakning utförs genom gränsvärdesövervakning av mätvärde i t.ex. fack-IED på samlingskenan.

Övervakning i driftcentralen utförs i driftövervakningssystemet (SCADA).

## 6.3 Övervakning av nollpunktsspänning och höghmiga jordfel

Nollpunktsspänning skall mätas, visas och övervakas för nät med spänning 7,2-77 kV lokalt på reservmanöverplats, i Stations-HMI och via fjärr.

Mätvärden skall hämtas från samma mätpunkt som för nollpunktsspänningsskydd transformator (steg 2+3) enligt *VTR02-03 Reläskydd*.

Nollpunktsspänning för visning i Stations-HMI och via fjärr skall alltid mätas via mätvärdesomvandlare med lufffunktion enligt krav nedan.

Visning av nollpunktsspänning på reservmanöverplats utförs i IED med nollpunktsspänningsskydd transformator (steg 2+3) enligt *VTR02-03* (för detta erfordras inte mätvärdesomvandlare).

Krav på mätvärdesomvandlare för visning av nollpunktsspänning:

- Skall klara förhållanden vid fullt utbildat jordfel med full funktionalitet.
- Skall inneha klass 0,2.
- Skall ha högre upplösning vid 0-10% av nollpunktsspänningen för att medge noggrann analys av höghmiga jordfel. Insignal: 0-11-110 V AC. Utsignal: 4-12-20 mA. Primär skalning enligt *Bilaga 3 Instrumentlista*.

I Driftcentral detekteras höghmiga jordfel 7,2-24 kV genom att nollpunktsspänningen gränsvärdesövervakas i driftövervakningssystemet (SCADA).

Lokalt i stationen detekteras höghmiga jordfel 7,2-24 kV genom att nollpunktsspänningen gränsvärdesövervakas i nollpunktsspänningsskydd transformator (steg 2+3) enl. *VTR02-03*.

Höghmiga jordfel skall även detekteras per ledning, detta utförs via den automatiska avstämningstrustningen för nollpunktsreaktorn.

Larm skall kunna ges om en inställbar nivå underskrids. Larmet skall kunna fördröjas 300 sekunder.

## 7 Tidsynkronisering

All utrustning som har en egen klocka skall tidsynkroniseras enligt *VTR04-05 Stationskommunikation*.

## 8 Felsignal- och Larmsystem

### 8.1 Felsignalutrustning

Felsignalutrustningen skall indikera fel eller onormala tillstånd.

Den lokala presentationen av felsignaler i en station är en stationsgemensam felsignalvisning som integreras i bildskärmsbaserad stations-HMI. Objekts- och fackbundna felsignaler samlas in i IED (t.ex. reläskydd) och indikeras med lysdioder på fronten samt skickas, via stationsbuss, till bildskärmsbaserad HMI. Objekts- och fackoberoende signaler skall kopplas in till en gemensam numerisk signalcentral (IED) och indikeras med lysdioder på fronten samt skickas, via stationsbuss, till bildskärmsbaserad HMI.

Samtliga felsignaler i station skall starta larmklockor.

Samtliga felsignaler i numerisk IED skall kunna grupperas till stort- respektive litet larm enligt *Bilaga 1 Generell felsignallista* och hårdtrådat kopplas från utgångar till reservlarmsändaren enligt *Bilaga 5 Signalöversikt*.

Signaler som skall registreras lokalt samt skickas till fjärr (RTU) och reservlarmsändare framgår av *Bilaga 1 Generell felsignallista*. Innan anläggningskonstruktion påbörjas skall felsignallistan vara överenskommen med Beställaren. För station med SUB-uppdelning skall även felsignaler omfattas av SUB-uppdelning.

Varje individuell felsignalingång i reläskydd/insamlings-IED och signalcentral skall vara försedd med optisk indikering. Optiska indikeringen skall vara felföljande. Vid bestående larm skall indikeringen kvarstå även efter kvittering och försvinna då felsignalen försvinner. Val av vilka signaler som visas i IED skall ske i samråd med Beställaren. Visning av aktiva signaler skall ske kontinuerligt och samtidigt via t.ex. dioder eller display. De skall inte tas fram via ”menyval”.

Varje enskild felsignal skall indikeras på stations-HMI och driftcentral via RTU. Signaler skall vara felföljande och hämtas via stationsbuss till fjärr och stations-HMI. I förekommande fall kan felsignaler även hårdtrådat alternativt via seriellt protokoll IEC 60870-5-101 överföras till fjärr för extern ägare enligt *VTR04-01 RTU Regionnätansläggningar*. Signaler till extern ägare framgår av anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

För varje individuell signal skall finnas möjlighet till fördröjning upp till 60 sek. Tidfördröjning framgår av *Bilaga 1 Generell felsignallista*. Fördröjning skall ske i IED, d.v.s ingen fördröjning skall utföras i RTU.

Utrustningen skall kunna registrera signaler med en varaktighet överstigande 20 ms.

Vid överföring av signaler till fjärr skall signalsystemet tidssynkroniseras från stationsbussen enligt *VTR04-05 Stationskommunikation*.

I det fall intern hjälpspänningsmatning används för ingångar skall den övervakas avseende nivå och jordfel. Se *VTR02-05 Hjälpkraft*.

Parameterinställningar och eventuella texter skall vid avbrott i matningsspänningen behållas i ett minne och när spänningen återkommer skall felsignalutrustningen automatiskt återstarta.

Fel på signalcentral (status på Physical Health) övervakas av RTU via stationsbussen.

Vid nytt signalsystem skall fackoberoende signalcentral bestyckas med minst 30 % reservsignaler (max 30 signaler) som kopplas till plint. Facktillhörande numerisk IED skall bestyckas med minst fem stycken reservingångar som kopplas till plint.

## 8.2 Larmdon/Ringklockor

Larmdonen skall bestå av en "summer" samt en eller flera larmklockor. Summer skall vara likströmsmatad och placeras i samma skåp som stations-HMI. Larmklockor skall placeras så att det akustiska larmet hörs tydligt oavsett var man befinner sig i anläggningen.

Larmklockor utomhus eller placerade i ej uppvärmt utrymme skall vara avsedda för utomhusmiljö. Larmklockor utomhus och i ej uppvärmt utrymme skall vara två stycken, en LS- och en VS-matad.

Larmklockor (ej summer) skall kunna ställas av med vred (Ur drift/I drift) vid stations-HMI. För nödlarm skall alla larmklockor starta oberoende av DFO-läge, även om klockor för larm är avställda.

Larmklockor skall kunna tystas via kvittering från knapp placerad vid Stations-HMI.

Felsignalutrustningen skall starta larmdonen (summer och stationens klockor). Larmdon skall startas via binära utgångar på respektive IED som även startar reservlarmsändaren. Larmdon startas för larm enligt följande:

- Nödlarm
- Driftlarm, larm från signalutrustning då DFO står i läge "När" eller "Reservmanöver".

Inkoppling av larmdon utförs enligt *Bilaga 5 Signalöversikt*.

Brand- och inbrottslarm startar separata larmdon endast avsedda för dessa utrustningar.

## 8.3 Reservlarm

Vid fel på RTU eller fel på kommunikationen mellan RTU och överordnat system skall reservlarmsändare automatiskt kopplas in för att överföra viktiga signaler till driftcentralen. Reservlarmsändare utförs enligt *VTR04-03 Reservlarm*.

Samtliga signaler i stationen skall grupperas till reservlarmsändaren. Följande larmgrupper skall användas:

- Stort Larm
- Litet Larm
- Utlöst brytare
- Fel på fjärr
- Nödlarm
- Brandlarm
- Inbrott

- Reservlarmsändare in/urkopplad

Reservlarmsändare ansluts enligt *Bilaga 5 Signalöversikt* och *VTR04-03 Reservlarm*.

#### **8.4 Nödlarm**

Nödlarm aktiveras via röda tryckknappar (svamptrycke ca 30mm).

Nödlarmsknappar skall placeras vid samtliga utrymningsdörrar i kontrollrum, ställverksrum, transformatorrum, batterirum, telerum etc.

Nödlarmsknappar utomhus placeras vid varje transformatoruppställning samt minst en knapp i vardera änden på utomhusställverk, dock max. 50 meter mellan varje knapp.

Nödlarmsknappar skall sitta på en höjd om 50 cm från mark/golv och skall återställas manuellt samt vara utformade så att oavsiktlig påverkan förebyggs genom att knapp kräver ett högre tryck för funktion.

Nödlarmsknappar utomhus skall vara avsedda för utomhusmiljö samt placerade med hänsyn till, för platsen, normalt snödjup.

Antal och placering av Nödlarmsknappar skall ske i samråd mellan Beställare och Entreprenör.

Nödlarmsknappar skall ha signalpunkter i lokal signalutrustning motsvarande väldefinierade områden, exempelvis transformatorbås T1, 10kV-ställverk o.s.v.

Nödlarm skall alltid ge larm oberoende av DFO-läget, både på fjärr och via eventuell reservlarmsändare.

#### **8.5 Brand-/inbrottslarm**

Brandlarm/inbrottslarm skall alltid ge signal via larmsändare oberoende av DFO-läget. Se *Bilaga 1 Generell felsignallista*.

Krav på utformning av brandlarm/inbrottslarm framgår av *VTR09-04 Anläggningskydd*.

Inbrottslarm skall tända utomhusbelysning.

### **9 Störnings och händelseregistrering**

Samtliga IED skall vara försedda med störnings- och händelseregistrering. För vissa stationer/ledningar installeras separat störnings- och händelseregistrering (och/eller fellokalisator). I dessa fall anges det i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

#### **9.1 STINA (STörningsinformation INSamling och Analys)**

Registrerande utrustning (störnings-, händelseskrivare och fellokalisatorer) skall vara tillgänglig för kommunikation med systemet STINA.

STINA är Beställarens system för att på ett enhetligt sätt samla in och lagra information från olika typer av registrerande utrustningar, i syfte att utreda händelser och störningar i elkraftnätet.

Störningsfiler från reläskydd och övriga utrustningar i station skall samlas in via stationsbussen och presenteras via ett enhetligt gränssnitt mot den centrala Stinaservern oberoende av stationstyp eller leverantör av utrustning. Insamlingen i stationen skall utföras enligt *VTR04-05 Stationskommunikation*.



Störningsregistreringar skall lagras i filer. Filerna skall följa format enligt IEC 60255-24 (Comtrade).

## 9.2 Störningsregistrering

Reläskydds-IED skall vara försedda med störningsregistrering av analoga mätvärden och binära signaler.

En stationsövergripande separat störningsskrivare skall installeras om så anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Störningsregistreringen skall normalt startas av reläskyddens individuella startkriterium samt vakter för transformatorer, nollpunktsbildare, nollpunktsreaktorer och shuntreaktorer, men den skall även kunna startas via startsensor som följer nivå eller avvikelse på analoga kanaler eller via lägesförändring på valfri binär ingång.

För störningsregistrering på distributionsnät (6-50 kV) skall utrustningen kunna lagra all information (ström- och spänningskurvor samt binära insignaler) med samplingsfrekvens enligt nedanstående krav under minst 20 sekunder totalt. Utrustningen skall kunna lagra de fem senaste störningarna.

För störningsregistrering på transmissionsnät (70-400 kV) skall utrustningen kunna lagra all information (ström- och spänningskurvor samt binära insignaler) med maximal samplingsfrekvens under minst 30 sekunder totalt. Utrustningen skall kunna lagra de fem senaste störningarna.

Registreringen skall innehålla data från en inställbar tid före startkommando, vilket innebär att kontinuerlig avkänning måste ske av samtliga kanaler som skall registreras.

Registreringen skall sedan fortgå en valfritt inställbar tid. Vid startkommando tidmärks starttidpunkten med datum och tid.

När utrustningens minne blir fullt skall den äldsta registreringen raderas och ge plats för nästa. Det skall finnas möjlighet att registreringen sparas i utrustningen efter hämtning på stationsbussen, d.v.s. hämtning av störningsfil skall automatiskt inte generera radering i IEDn.

Samtliga analoga och digitala signaler som är aktiverade i skydden skall presenteras. Signaler som normalt presenteras är:

- De tre fasspänningarna
- De tre fasströmmarna
- Nollföljdsström ( $3 I_0$ )
- Nollföljdsspänning (nollpunktsspänning) alt.  $3U_0$  (öppet delta)
- Starter
- Utlösningpuls
- Tillmanöverpuls
- Brytarindikeringar
- Blockeringar

Utrustningen skall tidsynkroniseras enligt *VTR04-05 Stationskommunikation*. Utrustningen skall ha en inbyggd systemklocka. Den interna klockan skall ha en tidsnoggrannhet vid utebliven tidsynkronisering på max  $\pm 5$  min/år.

Parameterinställningar och texter skall vid avbrott i matningsspänningen behållas i ett minne och när spänningen återkommer skall utrustningen återstarta automatiskt. Utrustningen skall vara så utförd att inget förebyggande underhåll krävs.

Utrustningen skall vara försedd med självövervakning. Utrustningen skall minst uppfylla följande tekniska krav:

- Tidstämpling vid start  $\pm 10$  ms
- Stabilitet under registrering  $\pm 0,1$  ms
- Registreringstid före fel:
  - Registreringstid inställbar  $0,1 - 0,5$  s
  - Inställbart i steg om  $\leq 0,1$  s
- Registrering efter att fel inträffat:
  - Registreringstid inställbar  $0,5 - 5$  s
  - Inställbart steg om  $\leq 0,1$  s
- Min. samplingsfrekvens utrustning för distributionsregistrering 0,8 kHz
- Min. samplingsfrekvens utrustning för transmissionsregistrering 1,0 kHz

### 9.3 Händelseregistrering

Samtliga IED skall vara försedda med händelseregistrering.

Vid installation av bildskärmsbaserad stations-HMI skall alltid en stationsövergripande händelseregistrering integreras.

I händelselista i stations-HMI skall samtliga händelser i stationen registreras med tidsmärkning.

En stationsövergripande separat händelseskivare skall installeras om så anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning. I händelseskivaren skall samtliga händelser i stationen registreras med tidsmärkning.

IED skall minst kunna lagra de 200 senaste händelserna innehållande all den information som finns (starter, utlösningar och brytarindikeringar samt automatikindikeringar).

Händelseregistrering i stations-HMI och stationsövergripande händelseskivare skall minst kunna lagra de 20 000 senaste händelserna innehållande all den information som finns (starter, utlösningar, indikeringar, larm och manöver).

Tidsmärkningen skall ha en upplösning lika med eller bättre än 3 ms. Indikeringarna skall som minimum representeras av datum, tidsangivelse och typ av händelse. Vid utrustning som hanterar flera objekt skall även objektnamn representeras.

Exempel på händelsetexter

2011-03-23 14.37.12:430 PL97 S2 Åi	Start
2011-03-23 07.10.45:140 PL97 S2 ZS steg1	Start

Utrustningen skall tidssynkroniseras enligt *VTR04-05 Stationskommunikation*. Utrustningen skall ha en inbyggd systemklocka. Den interna klockan skall ha en tidsnoggrannhet vid utebliven tidssynkronisering på max  $\pm 5$  min/år.

Parameterinställningar och texter skall vid avbrott i matningsspänningen behållas i ett minne och när spänningen återkommer skall utrustningen automatiskt återstarta. Utrustningen skall vara så utförd att inget förebyggande underhåll krävs.

Utrustningen skall vara försedd med självövervakning som ger larm till felsignalsystem.

#### **9.4 Fellokalisator (130 – 70kV)**

Fellokalisatorn skall beräkna felimpedans och avstånd till felet. Resultatet skall presenteras i ohm, kilometer och procent av ledningslängden. Fellokalisatorn kan integreras i reläskydds-IED.

Felstället skall presenteras i IEDs display.

Fellokalisatorn används för två- och trefas kortslutningar i direktjordade och spoljordade nät samt för jordfel i direktjordade nät.

Jordfelslokalisatorn skall innehålla kompensering för parallellgående ledningar samt kompensering för belastningsström vid höghögmiga fel.

#### **9.5 Elkvalitetsövervakning**

Mätutrustning, inklusive mätkärnor/reläkärnor, för elkvalitetsövervakning skall uppfylla aktuella standarder och krav.

Insamlad elkvalitetsdata skall göras tillgänglig för Vattenfalls Eldistributions centrala system för elkvalitetsövervakning. Vattenfall Eldistribution använder PQ Secure som insamlingsystem för elkvalitetsövervakning.

Elkvalitetsmätare skall anslutas till UCN-router och tilldelas en fast IP-adress enligt stationens IP-plan.

Beställaren tillhandahåller elkvalitetsmätare om inget annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

### **10 Utformning av IEC 61850-system**

IEC 61850-8-1 stationsbuss skall användas i samtliga nya Vattenfall Eldistribution transformatorstationer som infrastruktur för stationskontroll. Stationsbuss utförs enligt *VTR04-05 Stationskommunikation*.

Detta kapitel anger kraven på IED som ansluts på stationsbussen samt utformningen av IEC 61850 systemet.

#### **10.1 Grundläggande krav**

Nedan anges de grundkrav som skall uppfyllas av IED anslutna på stationsbuss:

- Reläskydds-IED skall uppfylla kraven enligt IEC 61850-3.
- Reläskydds- och kontroll-IED skall ha ett IED-verktyg som kan importera/exportera ICD/CID/IID filer till/från ett systemkonfigurationsverktyg enligt IEC 61850-6 Ed. 2 (2009).
- Utrustningen skall vara provad och godkänd enligt IEC 61850-10 senaste utgåvan. Vilket skall intygas med certifikat, från oberoende testinstitut t.ex. KEMA. Certifikatet skall lista alla funktioner som har testats mot av leverantören specificerade PICS, PIXIT, MICS samt TICS.
- Stöd för minst fyra data set för GOOSE applikationer.

- Stöd för minst fyra data set för MMS applikationer.
- IED skall ha minst två stycken fiberportar med stöd för HSR och PRP för stationsbussanslutning.
- För ledningsskydd transmission skall, utöver portar för HSR/PRP, dessutom optiska kommunikationsportar för LDS-skydd finnas, specificerade beroende på projektspecifik kommunikationslösning som tas fram i samråd med Beställaren.
- Produkter skall ha stöd för både statiska och dynamiska dataset.

Minst följande skall vara certifierade för reläskydden enligt IEC 61850-10:

- Configuration file test (enligt kap. 6.2.4.4)
  - Data model test cases (enligt kap. 6.2.4.5)
  - Nedanstående ACSI mekanismer (enligt kap. 6.2.4.6)
  - Application association (sAss) (enligt kap. 6.2.4.7)
  - Server, Logical Device, Logical Node and Data attribute model (sSrv) (enligt kap. 6.2.4.8)
  - Data set model (sDs) (enligt kap. 6.2.4.9)
  - Substitution model (sSub) (enligt kap. 6.2.4.11)
  - Unbuffered report control block model (sRp) (enligt kap. 6.2.4.13)
  - Buffered report control model (sBr) (enligt kap. 6.2.4.14)
  - GOOSE (sGop and sGos) (enligt kap. 6.2.4.16)
  - Control model (sCtl) (enligt kap. 6.2.4.17)
  - Time and time synchronisation model (sTm) (enligt kap. 6.2.4.18)
  - File transfer model (sFt) (enligt kap. 6.2.4.19)
  - Network Redundancy (enligt kap. 6.2.4.20)
- Nedanstående testfall beskrivna i kapitlet skall vara certifierade:
- Test case sHsr1
  - Test case sHsr2

## 10.2 Funktioner på stationsbuss

Följande funktioner skall gå på stationsbussen (MMS) :

- Statusinformation (indikeringar, larm och händelser) till RTU
- Mätvärden till RTU
- Manövrar från RTU
- Störfilsinsamling från reläskydden till RTU
- Tidssynkronisering av samtliga utrustningar med intern klocka
- Service funktioner

Om det anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning kan följande funktioner tillåtas att gå på stationsbuss (GOOSE):

- Blockeringar av överliggande skyddsfunktioner från underliggande skyddsfunktioner
- Förregling av frånskiljare och jordningskopplare
- TM-blockering och deblockering

Om funktioner implementeras med GOOSE skall det dokumenteras i kretsschema i samråd med Beställaren.

## 10.3 Signalhantering

Nedan anges hur signaler mellan IED skall realiseras.

Signaler över GOOSE typ 1A Class P1 enligt 61850-5 (10 ms) i det fall GOOSE används

- Blockering av skydd

Signaler över GOOSE typ 1B Class P1 enligt 61850-5 (100 ms) i det fall GOOSE används

- Förregling av jordningskopplare
- Förregling av frånskiljare
- TM-blockering och deblockering
- Blockering av automatik

Signaler över MMS typ 2 (100ms)

- Mätvärden från skydd, automatiker och primärapparater till RTU

Signaler över MMS typ 3 (500ms)

- Indikeringar från skydd, automatiker och primärapparater
- Larmer från skydd, automatiker och primärapparater
- Manövrar av primärapparater

#### 10.4 IED-konfiguration

För varje IED skall det endast finnas en CID/ICD fil vilken skall innehålla all IEC 61850-information som behövs för att konfigurera IED. Ingen tilläggs- eller kompletterande konfiguration tillåts.

Funktioner skall modelleras med de för ändamålet standardiserade logiska noderna från IEC 61850-7-4. Endast funktioner som inte täcks in av IEC 61850-standarden får modelleras med generiska logiska noder som GGIO, GAPC etc.

Egendefinierade (Private) konfigureringsdelar i CID/ICD skall hållas på minimal nivå.

Beställaren accepterar inte att funktioner som redan finns modellerade av standardiserade logiska noder byggs upp externt av programmerbar logik.

I de fall programmerbar logik i IED behöver byggas skall det eftersträvas att koppla utsignaler från logiken till standardiserade logiska noder. De generiska logiska noderna GGIO, GAPC etc. skall undvikas. Om möjlighet finns skall dataobjektet "InRef" användas för knytning av signaler/funktioner från logik till standardiserade logiska noder.

Gränssnittet för konfigurering och parametrering av skydds- och kontroll IED samt HMI skall helt baseras på IEC 61850-datamodeller.

##### 10.4.1 IED namn

IED namnet skall sättas enligt struktur nedan:

- FACKLITTERA\_A11 = SUB1 Huvudskydd
- FACKLITTERA\_A12 = SUB1 Tillägsskydd (exv. JSrT för 70 kV, ljusbågsvakt)
- FACKLITTERA\_A13 = SUB1 Reservskydd
- FACKLITTERA\_A14 = SUB1 Reglerautomatik (LK-aut, NX-aut, etc.)
- FACKLITTERA\_A15 = SUB1 Fackkontrollenhet
- FACKLITTERA\_A16 = SUB1 Brytarsynkroniseringsdon
- FACKLITTERA\_A17 = SUB1 AFK/PFK
- FACKLITTERA\_A18 = SUB1 (vakant)
- FACKLITTERA\_A19 = SUB1 (vakant)

FACKLITTERA\_A21 = SUB2 Huvudskydd  
 FACKLITTERA\_A22 = SUB2 (vakant)  
 FACKLITTERA\_A23 = SUB2 (vakant)  
 osv...

FACKLITTERA\_A31 = Merging unit 1 (för framtida bruk)  
 FACKLITTERA\_A32 = Merging unit 2 (för framtida bruk)  
 FACKLITTERA\_A33 = Merging unit 3 (för framtida bruk)  
 osv...

IED-namnen får inte innehålla tecknen Å,Ä,Ö, bindestreck eller mellanslag. Bindestreck i littera ersätts med understreck.

I tabell nedan har IED namngivningsstruktur exemplifierats för några facktyper.

Objekt	IED-namn	Förklaring
Ledningsfack 130 kV (Ex. BL7 S8)	BL7S8_A11 BL7S8_A21	SUB1 Huvudskydd SUB2 Huvudskydd
Ledningsfack 70 kV (Ex. ÄL89 S1)	AL89S1_A11 AL89S1_A12 AL89S1_A21	SUB1 Huvudskydd SUB1 Tilläggs skydd JSr SUB2 Huvudskydd
Ledningsfack 20 kV (Ex. BL333)	BL333_A11 BL333_A13	Huvudskydd Reservskydd
Transformatorfack uppsida (Ex. T1-130)	T1_130_A11 T1_130_A14 T1_130_A21	SUB1 Huvudskydd Spänningsreglerautomatik (LK-aut.) SUB2 Huvudskydd
Transformatorfack nedsida (Ex. T1-20)	T1_20_A11	Huvudskydd (" <i>Samlingskeneskydd</i> ")

Nollpunktsreaktor	T1_N20_NX_A14  N20_NX_A14  NT2_N20_NX_A14	NX-automatik (reaktor ansluten till transformatornollpunkt)  NX-automatik (gemensam reaktor för flera transformatorer)  NX-automatik (reaktor ansluten till nollpunktsbildare)
Nollpunktbildare (Ex. NT2)	NT2_A11	Huvudskydd
Kondensatorbatteri (Ex. EK1)	EK1_A11 EK1_A16 EK1_A21	SUB1 Huvudskydd SUB1 Brytarsynkroniseringsdon SUB2 Huvudskydd
Samlingsskena (Ex. A130)	A130_A11 A130_A15 A130_A21	SUB1 Huvudskydd SUB1 Fackkontrollenhet SUB2 Huvudskydd
Samlingsskena (Ex. A40) fristående stv.	A40_A15	Fackkontrollenhet
Samlingsskena (Ex. A20 S1) mätfack	A20S1_A12 A20S1_A15	Ljusbågsvakt Fackkontrollenhet

Stationsgemensamma utrustningar (SG)	SG_SIGN_A1	Signalcentral 1 (objektsoberoende signaler)
	SG_SIGN_A2	Signalcentral 2 (objektsoberoende signaler)
	o.s.v.	
	SG_RTU_A1	RTU kommunikationsmodul 1
	SG_RTU_A2	RTU kommunikationsmodul 2
	o.s.v.	
	SG_GW_A1	Gateway kommunikationsmodul 1
	SG_GW_A2	Gateway kommunikationsmodul 2
	o.s.v.	
	SG_LTU_A1	LTU kommunikationsmodul 1
	SG_LTU_A2	LTU kommunikationsmodul 2
	SG_LS_A1	LS-system 1
	SG_LS_A2	LS-system 2
	SG_SSW_A11	HSR1 Stationsswitch 1
	SG_SSW_A12	HSR1 Stationsswitch 2
	SG_SSW_A21	HSR2 Stationsswitch 1
	SG_SSW_A22	HSR2 Stationsswitch 2
	o.s.v.	(om switchar ingår i SCD-fil)
	SG_AFK_A1	Automatisk förbrukningsfrånkoppling 1
	SG_AFK_A2	Automatisk förbrukningsfrånkoppling 2
o.s.v.		
SG_PFK_A1	Produktionsfrånkoppling 1	
SG_PFK_A2	Produktionsfrånkoppling 2	
osv..		

#### 10.4.2 Konfigurering av vertikal kommunikation (MMS)

Dataset för rapportering till klienter (RTU och stations-HMI) skall innehålla hela dataobjekten så att kvalitetsattribut och tidsstämpel följer med för varje signal.

Statusinformation (larm, indikeringar, händelser) och mätvärden skall inte användas i ett och samma dataset. Dataset för statusinformation respektive mätvärden skall konfigureras enligt nedan:



- Dataset **Stat** som styrs av rapport-kontrollblock **rcbStat**: Dataset **Stat** skall innehålla samtliga händelser, larmer och indikeringar. Rapport-kontrollblock **rcbStat** skall sända dataset **Stat** till klienter som buffrade rapporter när data ändras eller när kvalitet på data ändras. **Stat** får inte skickas cykliskt till klienter.
- Dataset **Meas** som styrs av rapport-kontrollblock **rcbMeas**: Dataset **Meas** skall innehålla samtliga mätvärden. Rapport-kontrollblock **rcbMeas** skall sända dataset **Meas** som obuffrade rapporter till klienter när data ändras eller när kvalitet på data ändras. **Meas** får inte skickas cykliskt till klienter.

Dataset **Stat** och **Meas** skall endast innehålla de relevanta dataobjekten som används av klienterna. Dessutom skall det i dataset **Stat** läggas in fem generiska dataobjekt som reservsignaler för framtida användning. Reservsignaler skall i stationens signallista namnges som Reserv 1, Reserv 2 o.s.v.

Endast statiska dataset skall användas.

### 10.4.3 Konfigurering av horisontell kommunikation (GOOSE)

Varje applikation som går över GOOSE-protokoll skall ha ett dedikerat dataset som styrs av en egen GOOSE-kontrollblock. Dataset för respektive applikation skall endast inkludera de dataattribut som är nödvändiga, d.v.s. det statusattribut som motsvarar själva signalen samt kvalitetsattribut för signalen.

Varje GOOSE-applikation i SCD-filen skall ha ett unikt App-ID. Detta innebär att om ett App-ID redan är upptaget i ett reläskydd får applikationer i något annat reläskydd inte få ha samma App-ID. Det samma gäller även MAC-adresser för GOOSE applikationer.

Tabellen nedan visar exempel på hur GOOSE-kontrollblock och tillhörande dataset skall namnges i konfigurationen.

Applikation	GCB namn	Dataset namn
ISm block av transformatorskydd från utgående ledningar	gcb_ISMBLOCK_<IED namn>	ISMBLOCK_<IED namn>
Extern block av LK vid över- och underspänning	gcb_LKBLOCK_<IED namn>	LKBLOCK_<IED namn>
Testmode	gcb_TESTMODE_<IED namn>	TESTMODE_<IED namn>

I de fall antal GOOSE-kontrollblock inte räcker till för antalet applikationer kan en gemensam kontrollblock med namn "Common" användas.

Endast statiska dataset skall användas.

### 10.4.4 Testläge

IED som innehåller skydd eller automatiker skall automatiskt gå in i testläge när provhandtag anbringas.

I testläge skall signaler sändas ut på bussen med testflagga så att mottagande IED kan ignorera förändringar i signalen. Funktionalitet skall konfigureras så att fullständig provning är möjlig. Fullständig funktion skall erhållas vid fallen; då både sändare och mottagare är i testläge, då varken sändare eller mottagare är i testläge.

Utebliven funktion skall erhållas då testmode har avvikande läge hos sändare och mottagare. Om möjligt skall testflaggan för funktionen, enligt beskrivning ovan, nyttjas för att erhålla denna funktionalitet.

I varje IED skall det också finnas en ingång som är konfigurerad för att starta de funktioner som i vanlig drift startas av GOOSE-meddelanden.

## 10.5 Systemkonfiguration

Systemkonfiguration skall normalt levereras i en komplett SCD-fil för hela stationen. I vissa anläggningar kan systemkonfigurationen med fördel delas upp i två SCD-filer. I de fall systemkonfigurationen skall delas upp två SCD-filer skall detta godkännas av Beställaren. SCD-filen skall exporteras från ett systemintegrationsverktyg och inkludera följande delar enligt IEC 61850-6:

- IED del (samtliga terminalers IEC 61850-struktur)
- Kommunikationsdel (konfiguration av rapporter, GOOSE, etc.)
- Datatyp del (logiska nod-, data objekt- och dataattributtyper)

Stationsdel i SCD-fil är inget krav.

## 10.6 Stationsspecifik signallista

När systemkonfigurationen är färdig skall utöver SCD-filen en komplett ifylld signallista enligt *Bilaga 4 Stationsspecifik signallista* levereras till Beställaren.

*Bilaga 4 Stationsspecifik signallista* skall innehålla samtliga relevanta signaler från *Bilaga 1 Generell Felsignallista*, *Bilaga 2 Objektlista* och *Bilaga 3 Instrumentlista* samt, vid behov kompletterad med ytterligare relevanta signaler för aktuell station.

I förekommande fall kan Beställaren tillhandahålla en förfylld variant av *Bilaga 4* vid projektuppstart. Entreprenör skall då utgå från den förfyllda signallistan och fylla i de tomma kolumnerna med relevant data. Entreprenör skall även jämföra den förfyllda signallistan med *Bilaga 1 Generell Felsignallista*, *Bilaga 2 Objektlista* och *Bilaga 3 Instrumentlista* samt selektivplanen och vid behov komplettera den med relevanta signaler för aktuell station.

## 10.7 Övervakning av IED/terminaler

Övervakning av stationsbuss skall ske enligt *VTR04-05 Stationskommunikation*.

Utöver övervakningen som anges i *VTR04-05* skall internt reläfel hårdtrådas från varje skydds-IED, för respektive spänningsnivå som summalarm till signalcentralen.

Automatik-IED skall på motsvarande sätt hårdtrådas som summalarm för respektive spänningsnivå till signalcentral.

Signalcentralen skickar larmet via stationsbussen till stations-HMI, fjärr och reservlarmsändare. Signalcentralen skall övervakas direkt till Stations-HMI och RTU.

Övervakning av GOOSE skall finnas så att om mottagning av GOOSE upphör, skall larm erhållas i stations-HMI, fjärr och reservlarmsändare. Övervakningstiden sätts efter funktionen som använder signalen medan larm ges efter max. 20 sekunder.

### **10.8 Dokumentation (Leverabler)**

Följande dokumentation skall ingå:

- IP-adressplan (xlsx)
- SCD-fil för station (xml/zip)
- Signallista enligt *Bilaga 4* (xlsx)
- IED-specifika konfigurationsfiler (zip)

## **11 Service PC**

Samtliga stationer skall förses med en service PC ansluten på stationsbussen. Service PC utformas enligt *Bilaga 6 Service-PC*.

## **12 Dokumentation och programvaror**

Med leveransen skall handlingar enligt VTR08-03 ingå. Se även övergripande dokumentationskrav för entreprenaden.

En backup på samtliga utrustningars konfigureringsprogramvara och filer samt provningsprotokoll skall förvaras i stationens Service-PC.

Licensnycklar och media för systemprogramvara skall ingå i leveransen. Licensnycklar och uppdateringar skall gälla för kontrollanläggningens totala livslängd.

## **13 Bilagor**

Bilaga 1 Generell Felsignallista

Bilaga 2 Objektlista

Bilaga 3 Instrumentlista

Bilaga 4 Stationsspecifik signallista (för ifyllnad av projektentreprenör)

Bilaga 5 Signalöversikt (Inkoppling av larmdon och reservlarmsändare (princip))

Bilaga 6 Service-PC (Instruktion för projektentreprenör)

## Teknisk Riktlinje för Kontrollanläggning, VTR02

**VTR02-03 Reläskydd****Sammanfattning**

Detta dokument specificerar krav på utförande av kontrollanläggning i Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer med konstruktionsspänning 7,2 - 420 kV.

**Historik:**

Ver. Nr.	Ändringar avser: (kort beskrivning, senaste ändring överst)	Datum
3	Justerade punkter 4.2, 4.3, 4.4, 5, 5.2, 5.4.1, 6.3, 7.2, 7.2.3, 7.2.4, 7.4.2, 7.5.2, 8.2.3, 8.3.1, 10.4, 11.1, 12.1, 12.2, 13, 14, 15.1 och 15.2 Nya punkter 5.3, 9.6 och 15.3. Bilagor justerade samt ny bilaga 8	2020-10-01
2	Revidering av VTR2 enligt loggbok version 1	2017-05-15

## Innehållsförteckning

1	Allmänt .....	5
2	Standarder .....	5
3	Funktions- och tekniska krav .....	5
3.1	Selektiv- och inställningsplaner .....	5
4	Reläskydd generellt .....	6
4.1	Provdon .....	7
4.2	Avställningsenhet .....	8
4.3	Reläskydd utan SUB-uppdelning .....	9
4.4	Reläskydd med SUB-uppdelning .....	9
5	Ledningsskydd 400-70 kV .....	11
5.1	Distansskydd (Z>) .....	11
5.2	Längsdifferentialskydd (3Id>) .....	12
5.3	Oriktat Överströmsskydd (3I>) .....	13
5.4	Jordfelsskydd .....	13
5.4.1	130 kV jordfelsskydd (I <sub>o</sub> >→) .....	13
5.4.2	70 kV jordfelsskydd (3I <sub>o</sub> >→+3U <sub>0</sub> >) .....	15
5.4.2.1	3U <sub>0</sub> > Undertidsfunktion (UTT) .....	16
5.4.2.2	Transientmätande jordfelsskydd (3I <sub>o</sub> > → IEF) .....	16
5.5	Obalans/Fasavbrottskydd (I <sub>2</sub> /I <sub>1</sub> >) .....	17
6	Ledningsskydd 50-6 kV .....	17
6.1	Oriktat 3-fas Överströmsskydd (3I>) .....	17
6.2	Riktat 3-fas Överströmsskydd (3I> →) .....	18
6.3	Reservskydd (parallellskydd) .....	18
6.4	Obalans/Fasavbrottskydd (I <sub>2</sub> /I <sub>1</sub> >) .....	18
6.5	Riktat Jordströmsskydd (3I <sub>o</sub> > →) .....	18
6.6	Transientmätande Jordfelsskydd 3I <sub>o</sub> > → IEF) .....	19
6.7	Nollföljdsspänningsskydd (3U <sub>0</sub> > steg 1) .....	19
6.8	3U <sub>0</sub> > Undertidsfunktion (UTT) .....	20
6.9	Distansskydd (Z>) .....	20
6.10	Längsdifferentialskydd (3Id>) .....	20
7	Transformatorskydd .....	20
7.1	Differentialsskydd (Id>) .....	21
7.2	Transformatorvakter .....	21
7.2.1	Gasvakt (G) .....	22
7.2.2	Tryckvakt för Lindningskopplare (PLK) .....	22
7.2.3	Oljetemperaturvakt (T) .....	22
7.2.4	Lindningstemperaturvakt (T) .....	22
7.2.5	Oljenivåvakt (N) .....	22
7.3	Överströmsskydd/Impedansskydd .....	23

7.3.1	Oriktat 3-fas Överströmsskydd ( $3I>$ ).....	23
7.3.2	Överströmsskydd för Lindningskopplare ( $3I>-LK$ ).....	23
7.3.3	Transformatorimpedansskydd ( $Z<$ ) .....	23
7.4	Jordfelsskydd uppsida .....	24
7.4.1	Direktjordat system .....	24
7.4.2	Isolerat/spoljordat system.....	25
7.4.3	Jordströmsdifferentialskydd ( $I0d>$ ).....	25
7.5	Jordfelsskydd nedsida .....	25
7.5.1	Jordströmsdifferentialskydd ( $I0d>$ ).....	25
7.5.2	Nollpunktsspänningsskydd ( $3U0>$ steg 2+3 samt höghmigt jordfel) .....	26
<b>8</b>	<b>Nollpunktsutrustning.....</b>	<b>26</b>
8.1	Nollpunktsmotstånd.....	26
8.2	Nollpunktsbildare .....	26
8.2.1	Jordströmsdifferentialskydd ( $I0d>$ ) .....	27
8.2.2	Oriktat 3-fas Överströmsskydd ( $3I>$ ).....	27
8.2.3	Vakter .....	27
8.2.3.1	Gasvakt (G).....	27
8.2.3.2	Oljetemperaturvakt (T) .....	28
8.2.3.3	Oljenivåvakt (N).....	28
8.3	Nollpunktsreaktor .....	28
8.3.1	Vakter .....	28
8.3.1.1	Gasvakt (G).....	28
8.3.1.2	Oljenivåvakt (N).....	28
<b>9</b>	<b>Kondensatorbatteriskydd .....</b>	<b>29</b>
9.1	Oriktat 3-fas Överströmsskydd ( $3I>$ ) .....	29
9.2	Jordströmsskydd ( $I0>$ , $I0> \rightarrow$ ).....	29
9.3	Obalansskydd ( $dI>$ ).....	29
9.4	Underströmsskydd ( $3I<$ ).....	29
9.5	Nollpunktsspänningsskydd ( $3U0>$ ).....	30
9.6	$3U0>$ Undertidsfunktion (UTT).....	30
<b>10</b>	<b>Shuntreaktor .....</b>	<b>30</b>
10.1	Oriktat Överströmsskydd ( $I>$ ).....	30
10.2	Jordströmsdifferentialskydd ( $dI0>$ ).....	30
10.3	Jordströmsskydd .....	31
10.3.1	Direktjordat system .....	31
10.3.2	Ojordad/spoljordat system.....	31
10.4	Shuntreaktorvakter .....	31
10.4.1	Gasvakt (G) .....	31
10.4.2	Oljetemperaturvakt (T).....	32
10.4.3	Oljenivåvakt (N) .....	32
<b>11</b>	<b>Samlingskeneskydd.....</b>	<b>32</b>

11.1	Samlingsskeneskydd transmissionsnät .....	32
11.2	Samlingsskeneskydd distributionsnät (50-6 kV).....	33
12	Brytarfelskydd (BFS) .....	34
12.1	BFS Transmissionsnät (130-70kV) .....	34
12.2	BFS Distributionsnät (50-6 kV) .....	35
12.2.1	BFS Transformator .....	35
12.2.2	BFS Ledning och övriga objekt.....	35
13	Ljusbågsvakt .....	35
14	Produktionsanslutning.....	36
14.1	Kompletterande skydd för ovanliggande nät.....	36
15	Telesamverkan/Reläskyddskommunikation .....	36
15.1	Kommunikation för reläskyddssamarbete .....	37
15.2	Kommunikation för fjärrutlösning, produktionsfrånkoppling och brytarblockering .....	37
15.3	Kommunikation för längsdifferentialskydd.....	38
16	Bilagor .....	39
	Bilaga 1 Enpoligt reläschem ledningsskydd 130 kV .....	39
	Bilaga 2 Enpoligt reläschem ledningsskydd 70 kV .....	39
	Bilaga 3 Enpoligt reläschem ledningsskydd 50-6 kV .....	39
	Bilaga 4 Enpoligt reläschem transformatorskydd 130 kV .....	39
	Bilaga 5 Enpoligt reläschem transformatorskydd 70 kV .....	39
	Bilaga 6 Enpoligt reläschem transformatorskydd 50-20 kV.....	39
	Bilaga 7 Enpoligt reläschem kondensatorskydd .....	39
	Bilaga 8 Avställningsenhet.....	39
	Bilaga 9 Exempel övervakning utlösningsskrets.....	39

## 1 Allmänt

Denna riktlinje avser Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer 7,2-420 kV.

## 2 Standarder

Anläggningar och utrustningar skall uppfylla de krav som finns i Svenska lagar och föreskrifter för elektriska starkströmsanläggningar. De skall dessutom uppfylla kraven i tillämpliga Svenska standarder om ej annat anges i detta eller andra VTR- och TR1-dokument. För standarder gällande kontrollanläggning skall *VTR02-01* tillämpas.

All utrustning, apparater, konstruktioner, dokumentation och montage ingående i levererade funktioner skall vara utförda så att de uppfyller Beställarens specificerade krav. Finns det speciella krav i den anläggningsspecifika tekniska beskrivningen som avviker från uppräknade normer, gäller dessa krav före normerna. Data och anläggningsbundna krav specificeras i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Levererad utrustning skall uppfylla kraven i gällande EU-direktiv och för lågspänningsutrustning kraven på CE-märkning.

Alla skydd och automatiker som har anslutning mot apparater i högspänningsanläggningen skall uppfylla störmiljöprov enligt norm i *Bilaga 1* i *VTR02-01*.

## 3 Funktions- och tekniska krav

Utrustningar skall vara konstruerade på sådant sätt att de har förutsättningar att kunna fungera på avsett sätt under minst 40 år utan större underhållsinsatser men för reläskydd, kommunikationsutrustning och annan elektronisk utrustning förväntas den hålla minst 20 år

Kontrollanläggningen skall struktureras så att hög driftsäkerhet och tillgänglighet säkerställs. Följande grundkrav skall tillämpas:

- Enstaka fel i kontrollanläggningen får inte äventyra stationens eller nätets säkerhet.
- Delfunktioner i kontrollanläggningen skall kunna provas och kontrolleras på ett betryggande sätt utan att anläggningen behöver tas ur drift.

Reläskydd får ej vara försedda med batterier av något slag för att säkra inställningar m.m. under hjälpspänningsavbrott.

### 3.1 Selektiv- och inställningsplaner

Beställaren ansvarar för selektivplanen och Entreprenören skall svara för underlag till selektivplanen.

Underlag som skall överlämnas till Beställaren i samband med att framtagandet av selektivplanerna påbörjas är:

- Enpoligt reläschema för respektive objekt.
- Definitiv skyddstyp inklusive "beställningsnyckel" och versionsnummer.
- Manual för specifikt skydd i pdf-format eller motsvarande.
- En lista innehållande skyddets samtliga inställbara parametrar. Listan ska vara sorterad och sökbar (EXCEL). Till varje parameter skall det ges en kort förklaring.



## 4 Reläskydd generellt

Reläskydd skall uppfylla följande grundläggande tekniska krav:

- Märkspänning 110 V VS huvudspänning, 50 Hz
- Märkström: 1 eller 5 A
- Hjälpspänning 24, 48, 110, 220 V LS (enligt stationsspec.)
- Max börda strömingång 1 VA vid 1 och 5 A
- Max börda spänningsingång 1 VA vid 110 V
- Strömtålighet  $4 \cdot I_n$  kontinuerligt,  $100 \cdot I_n$  i 1 s
- Spänningstålighet  $2 \cdot U_n$  kontinuerligt
- Relativ luftfuktighet  $< 95 \%$
- Återgångsförhållande reläskydd  $> 95 \%$
- Återgångstid reläskydd  $< 50$  ms
- Max funktionstid vid momentan utl.  $< 30$  ms
- Märkdata trip-reläer brytförmåga 3 A vid 110 V, L/R  $< 40$  ms

Reläskydd/reläer skall fungera korrekt vid en omgivningstemperatur inom intervallet 0 till +55 °C.

Tillåten avvikelse för hjälpspänning till reläer och skyddsutrustningar ska vara 80–110% av nominellt värde enligt *IEC 60255-1*.

Utlösning från reläskydd skall vara trefasig för alla feltyper.

Anslutning av strömtransformator-kretsar skall vara utförda för anslutning av minst två ledare med area 2,5 mm<sup>2</sup>. Spänningskretsar skall vara utförda för anslutning av minst två ledare med area 1,5 mm<sup>2</sup>. Övriga anslutningar skall klara minst två 1,0 mm<sup>2</sup> ledare. Anslutning skall göras med tillförlitliga kontaktdon.

Flatstift för anslutning accepteras ej.

Reläskyddsterminaler/IED skall vara försedda med erforderligt I/O och fritt programmerbara logikkretsar för den funktionalitet som krävs för anpassning mot övrig utrustning.

Beställarens inkopplingsanvisning skall följas i tillämpliga delar.

Skydd förses med intern klocka. Klockan skall vara av realtidsutförande. Klockan skall tidssynkroniseras över IEC 61850-8-1 stationsbuss med NTP-protokoll (Network Time Protocol) enligt *VTR04-05 Stationskommunikation*.

Samtliga reläskydd skall kommunicera med ett överliggande system. Gränssnitt för kommunikationen skall vara samma som för STINA enligt *VTR02-02 Stationskontroll*. Indikeringar av starter, utlösningar, felsignaler, lagrade händelser samt felströmmar och spänningar, inställningsvärden, val av inställningsgrupp "settinggroup" m.m. skall kunna analyseras och ställas om. Fleranvändarlicens för Vattenfall Eldistribution AB för erforderliga applikationsprogram skall ingå. Licensnycklar och installationskivor eller motsvarande skall ingå i entreprenadens slutdokumentation.

Reläutrustningen skall vara försedd med beständiga skyltar med entydig svensk text. Skyltar skall visa funktioner samt start- och utlösningssindikeringar.

Varje skydd skall vara försett med separata start- och utlösningssindikeringar för varje steg vilket skall framgå i stationens händelselista och fjärrkontroll. Start- och utlösningssindikeringar ska visas i klartext i skyddets display/dioder. Indikering skall vara optisk, icke självkvitterande. Skydd skall dessutom vara försett med individuella startindikeringar per fas vilket skall framgå i skyddets display.

Det ska vara möjligt att programmera funktioner så att till exempel endast senaste störningen visas.

Skyddet skall lagra information om mätdata vid start liksom vid utlösning, i en fil som senare kan föras över via kommunikationssystemet för stationen.

Utlösningsskretsen skall övervakas i både SUB1 och SUB2. Övervakningsskretsen skall ge signal lokalt och till fjärrkontroll och reservlarm. För att utlösningsskretsövervakningen inte ska störa provningsutrustning, eller ge missvisande mätvärden vid mätning i provplugg för utlösning, så skall den manöverplus (Q1+ alt. Q2+) som används för mätreferens till övervakningen dras via separat kontakt i avställningsenheten. Denna kontakt behöver dock ej förses med provpluggar.

Utrustningar får ej utföra oönskade funktioner i samband med avbrott i hjälpspänningsförsörjningen. De skall efter ett sådant avbrott automatiskt återstarta.

Indikeringar på reläskydd får ej raderas vid hjälpspänningsavbrott och skall med en dedikerad tryckknapp kunna återställas.

Reläskyddets funktion skall vara försedd med självövervakning.

#### **4.1 Provdon**

Provning av skydd skall kunna ske utan att primära anläggningsdelar tas ur drift. Samtliga skydd skall därför vara försedda med provdon av fabrikat ABB typ Combitest RTXP18 eller RTXP24. Om inte annat anges ska RTXP24 användas.

Alla mätspänningar, mätströmmar, starter till/från andra IED och utlösningssignaler skall passera provdonet.

Provdonet skall vara utformat så att omkopplingar, blockeringar av fjärrände för längsdiffskydd (3ld>), frånskiljningar och kortslutningar sker automatiskt. Mätspänningsskrets skall automatiskt frånskiljas utan risk för kortslutning av primär mätkrets, mätströmkrets skall automatiskt kortslutas och utlösningssignal skall automatiskt blockeras. Systemet skall vara så utformat att inga oönskade signaler sänds från skyddet vid insättning, under provning eller vid borttagning av provhandtaget från provdonet.

Samtliga uttag i provdon skall märkas med avsedd funktion, se *VTR02-08 Skyltning av kontrollanläggning*.

Provhandtag för samtliga typer av i leveransen ingående provdon skall ingå och märkas med stationslittera. I det fall det finns flera provdon för ett objekts skydd skall samma antal provhandtag ingå i leveransen.

## 4.2 Avställningsenhet

Reläskydd för samtliga objekt med spänning  $\geq 70$  kV samt för transformatorer (oberoende av spänningsnivå) skall alltid vara försedda med avställningsenhet (normalt endast för skydd uppsida). Reläskydd för objekt med spänning  $< 70$  kV ska förses med avställningsenhet om detta anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Avställningsenheten skall bestå av en (1) gemensam enhet för objektets samtliga skydds- och automatikfunktioner. Avställningsenhet placeras i skåpsfront direkt under objektets skyddsutrustning. Vid SUB-uppdelning skall separata avställningsenheter installeras för SUB1 resp. SUB2.

Avställningsenheten förses med ett avställningsvred (kamställare) med erforderligt antal separata kontakter, samt minst 2 stycken i reserv.

Vredet ska ha rubrikskylt "Avställningsenhet" samt skylttexterna "Avställd" (kl. 10) resp. "Drift" (kl. 2).

När vredet står i läge "Avställd" ska larm ges lokalt, till fjärr, samt reservlarm.

Avställningsenheten förses även med två provpluggar (mätuttag för 4 mm laboriepropp) för varje kontakt i avställningsvredet. Provpluggarna placeras i två rader till höger om avställningsvredet. Det vertikala c/c-måttet mellan raderna ska vara 19 mm för att möjliggöra förbikoppling av enskild kontakt med hjälp av kortslutningsdon. Det horisontella c/c-måttet mellan provpluggarna ska vara minst 22 mm.

Provpluggar B-sida (övre raden) = anslutningar från reläskyddsfunktioner internt i skåpet.

Provpluggar A-sida (nedre raden) = anslutningar ut mot process (brytarmagneter och övrig kontrollutrustning).

Provpluggar ska vara beröringsskyddade.

Utförande av avställningsenhet enligt *Bilaga 8 Avställningsenhet*.

För att underlätta framtida utbyte av vredet ska skåpledningar (förbindningar in resp. ut från avställningsenheten) alltid anslutas till provpluggarna.

Exempel på signaler och besked som alltid ska kopplas via avställningsenheten:

- Utlösning av brytare från reläskydd, vakter och automatiker
- Tillslag av brytare från automatiker (t.ex. ÅI)
- Start ÅI (som skickas till ett annat reläskydd)
- Start BFS (som skickas till ett annat reläskydd, t.ex. SS-skydd)
- Start BFS (som tas från kontakt i utlösningsskombination och skickas tillbaka till eget reläskydd)
- RSK-SS (sändning av accelerationssignal)
- FUT-S (sändning av fjärrutlösning)
- BBL-S (sändning av brytarblockering)
- PFK-S (sändning av produktionsfrånkoppling)
- Övriga funktioner som lämnar skåpet och som vid provning kan ge oönskad funktion
- Manöverplus för utlösningsskretsövervakning

Exempel på utlösningar som inte får kopplas via avställningsenhet:

- Utlösning som kommer från ett annat objekts reläskydd (p.g.a. att skyddsfunktionen för det andra objektet därmed skulle ställas av)
- Utlösning från FUT/PFK-mottagare (p.g.a. att skyddsfunktion i den sändande stationen därmed skulle ställas av)

### 4.3 Reläskydd utan SUB-uppdelning

Även när det inte finns krav på uppdelning skall redundans i felbortkopplingsfunktionen eftersträvas.

Det kan förekomma att enskilt objekt kan SUB-utformas i stationer utan SUB-uppdelning i övrigt.

Följande gäller vid anläggningar utan SUB-uppdelning:

- Reläskydds-IED får endast innehålla skydd för ett objekt.
- Samtliga skyddsfunktioner får placeras i samma IED för respektive objekt med undantag för transformatorskydd.
- För transformatorskydd skall skydd för transformatorns uppsida respektive nedsida utföras i olika IED. IED för uppsida skall innehålla ev. differentialskydd.
- Vaktenhet skall alltid utföras som egen enhet. Vaktenhet skall ha separat LS-matning och utlösa UM2.
- Brytarfelsskydd och samlingskeneskydd  $\geq 70$  kV får placeras i gemensam IED.
- Vakter för övriga objekt (reaktor m.fl.) samt Ljusbågsvakter skall ha separat LS-matning och utlösa UM2.
- Spänningsregleringsautomatik skall placeras i egen IED, övriga automatiker för resp. objekt får placeras i dess skydds-IED.
- Stationsövergripande automatiker och nätvärn placeras i egna IED.
- Skydd som agerar reserv för varandra skall ha separata LS-matningar och påverka olika utlösningmagneter.

### 4.4 Reläskydd med SUB-uppdelning

Lokal reserv - dubblering av reläskydden, s.k. SUB-uppdelning - installeras för objekt  $\geq 70$  kV då bortkoppling i fjärrändan inte är tillfyllest ur teknisk synpunkt, och/eller då anläggningens betydelse för kraftsystemet i sig medför att lokal reserv är nödvändigt.

Krav på SUB-uppdelning framgår av anläggningsspecifik teknisk beskrivning. I vissa fall kan en station byggas i kombination med och utan SUB-uppdelning, detta framgår av anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Se även *VTR02-05 Hjälpkraftsystem* och *VTR02-07 Montage av kontrollanläggning* samt beskrivning under respektive reläskydd.

I undantagsfall kan det förekomma att skydd för flera objekt placeras i samma IED, i dessa fall skall alltid utrustningen dubbleras och SUB-uppdelas. Detta utförande anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

För att uppfylla de höga krav som ställs på felbortkoppling vid SUB-uppdelning erfordras redundanta reläskydd som är oberoende av varandra. Uppbyggnaden skall vara mycket tillförlitlig så att felbortkopplingsfunktionen vidmakthålls både vid t.ex. brand eller mekanisk åverkan men även vid fel på enskild utrustning och ställer krav på att anläggningen utförs

som två separata oberoende system. Vid SUB-uppdelning tillämpas detta endast för objekt  $\geq 70$  kV, objekt med lägre spänning utförs normalt utan krav på SUB-uppdelning.

För station med SUB-uppdelning skall reläskydd indikeras lokalt och till fjärrkontroll individuellt för respektive SUB.

Följande gäller vid anläggningar med SUB-uppdelning:

- Ledningsskydd i SUB1 och SUB2 skall vara av olika fabrikat
- Ledningsskydd 130 kV:
  - Impedansskydd och överströmsskydd dubblas (SUB1 och SUB2)
  - Jordfelsskydd dubblas (SUB1 och SUB2)
  - Längsdiffskydd installeras i SUB1 och i förekommande fall även i SUB2
- Ledningsskydd  $\leq 70$  kV:
  - Impedansskydd och överströmsskydd dubblas (SUB1 och SUB2)
  - Jordfelsskydd 70kV (NUS+JSr) och transientmätande jordfelsskydd placeras i SUB1
  - NUS placeras i SUB2
  - NUS-UTT dubblas (SUB1 och SUB2)
  - Längsdiffskydd installeras i SUB1 och i förekommande fall även i SUB2
- Transformatorskydd:
  - För transformatorskydd skall skydd för transformatorns uppsida respektive nedsida utföras i olika IED. Endast uppsidan SUB-uppdelas (för transformatorer anslutna till stamnätet gäller SUB uppdelning för alla spänningsnivåer enligt SvK TR02)
  - Differentialskydd placeras i SUB1
  - Vaktenhet skall alltid utföras som separat enhet och placeras i SUB2
  - Överströmsskydd för uppsidan dubblas (SUB1 och SUB2)
  - Jordströmsskydd uppsida vid direktjordad nollpunkt, NIS placeras i SUB1
  - Jordströmsskydd uppsida vid direktjordad nollpunkt, JS placeras i SUB2
  - Jordströmsskydd uppsida JS vid höghmigt/ej jordad nollpunkt dubblas (SUB1 och SUB2)
  - Överströmsskydd eller impedansskydd för nedsida placeras i SUB1
  - Jordfelsskydd (NUS) för nedsida placeras i SUB1
  - Spänningsregleringsautomatik skall alltid utföras som separat enhet
- Övriga objektsskydd - t.ex. kondensatorbatteriskydd – samtliga skyddfunktioner dubblas (SUB1 och SUB2)
- Vakter för övriga objekt (reaktor m.fl.) placeras i SUB2
- Samlingskeneskydd utförs som egen IED och placeras i SUB1 (ej SUB-uppdelat)
- Brytarfelsskydd och samlingskeneskydd  $\geq 70$  kV får placeras i gemensam IED
- Ljusbågsvakter skall ha separat LS-matning och utlösa UM2
- Strömtransformatorer skall ha olika kärnor för SUB1 och SUB2 enligt VTR02-06 *Ställverksinterface*
- Spänningstransformatorer skall ha olika säkringsgrupper för SUB1 och SUB2 enligt VTR02-06
- Brytare skall ha olika utlösningmagneter för SUB1 och SUB2
- Objektsbundna automatikfunktioner placeras endast i SUB1
- Stationsövergripande automatiker och nätvärn placeras i egna IEDer i SUB1

- Skydd som tillhör olika SUB skall försörjas från olika LS-grupper tillhörande olika batterisystem

## 5 Ledningsskydd 400-70 kV

För ledningar anslutna mot stamnätet 220-400 kV, gäller funktionskrav enligt SvK TR02.

Ledningsskydden skall klara av att detektera kortslutningar och jordfel längs hela ledningssträckan och momentant ge frånslagsimpuls till brytare.

Ledningsskydd 130-70 kV skall om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning ha följande utformning, se även *Bilaga 1 Ledningsskydd 130 kV* och *Bilaga 2 Ledningsskydd 70 kV*.

- 5.1 Distansskydd (Z>)
- 5.2 Längsdifferentialskydd (3Id>) (i förekommande fall)
- 5.3 Oriktat Överströmsskydd (3I>)
- 5.4 Jordfelsskydd 130 (3IO>→) alternativt 70kV (3IO>→+3UO>)
- 5.5 Obalans/Fasavbrottskydd (I2/I1>)
- 12.1 Brytarfelsskydd (3I>/3IO>BF)
- Automatiker enligt *VTR02-04*, (U0, SÅI+FÅI och FPS/PS)
- Störnings- och händelseregistrering enligt *VTR02-02 Stationskontroll*
- Avställningsenhet

Lednings-IEDer innehållande flera skyddsfunktioner skall anpassas till övrig kontrollanläggning gällande in- och utgångar BI/BO. Det skall vid färdig anläggning finnas minst två ingångar och två utgångar i reserv.

### 5.1 Distansskydd (Z>)

Distansskyddet skall fungera för kortslutning, med eller utan jordberöring i direkt- och spoljordat nät, samt för jordfel i direktjordade nät. Skyddet ska vara stabilt mot inkopplingsströmstötter. Skyddet skall kunna koppla bort dubbla jordfel på olika ledningar. Räckvidden för varje mätzon skall kunna ställas in i fram- eller backriktning.

Skyddet skall vara av numerisk typ och ha kvadratisk funktionskaraktäristik. Skyddet skall ha minst fyra riktade mätzoner och en oriktad zon. Varje zon/steg skall vara individuellt inställbara med avseende på riktning, impedans och tidsfördröjning.

Skyddets karakteristika skall kunna anpassas till förekommande last (lastinskränkning/load encroachment) genom s.k. "blindern".

Riktungsverkan skall bibehållas vid närliggande trefasfel.

Funktionstidskrav skall uppfyllas vid strömtransformatormätning.

Skyddet skall ha funktion för kortare utlösningstid vid brytartilslag mot fel (ZS-SOTF).

Räckvidden (känsligheten) för funktionen ska vara valbar mellan zon 2 och zon 3. Skyddet ska under denna sekvens ha oriktad och momentan funktion. Aktivering ska normalt ske med hjälp av brytarläge. Efter att brytaren gått till ska funktionen automatiskt återgå efter en inställbar tid, normalt 1–5 sekunder.

Skyddet skall blockeras vid säkringsbrott i mätspänningskretsen med inbyggd logik för detta eller med signal från externt säkringsövervakningsskydd till ingången för extern blockering.

Skyddets zon1 och zon2 skall kunna blockeras från annat internt och externt skydd.

Skyddet ska vara förberett för reläskyddssamverkan (RSK) med distansskyddet i andra ledningsändan via kommunikationskanal.

Följande kommunikationsprinciper ska kunna användas:

- tillåtande underräckande skyddssystem (permissive underreach)
- tillåtande överräckande skyddssystem (permissive overreach)

Vid underräckande system ska ZS1 ge sändning av accelerationssignal (RSK-SS) till motsatt ledningsände.

Vid överräckande system ska normalt ZS2 momentant ge sändning av accelerationssignal (RSK-SS) till motsatt ledningsände.

Mottagen accelerationssignal (RSK-SM) ska normalt ge momentan funktion av ZS2.

Skyddet skall ha funktion för blockering vid strömreversering.

Skyddet skall initiera start av brytarfelsskydd (BFS).

## 5.2 Längsdifferentialskydd (3Id>)

Vid fel utanför skyddszonen skall skyddet vara opåverkat medan fel innanför skyddszonen skall kopplas bort momentant. Skyddet ska kunna mäta såväl enfas- som två- och trefasfel. Funktionsvärdet ska vara samma oavsett feltyp, vid impedansjordat nät skall bortkoppling av enfasfel kunna tidsfördröjas separat.

Skyddet ska kunna anslutas till strömtransformatorer med olika primär eller sekundär märkström utan behov av mellanströmtransformatorer. Anpassning av strömmar ska ske internt i skyddet. Skyddet ska vid installation i tvåbrytarställverk mäta separata strömmar från respektive strömtransformator, vilket innebär att extern summering av fasströmmar inte tillåts.

Skyddet skall blockeras och ge signal vid kommunikationsfel samt automatiskt återgå till normal drift när kommunikationen fungerar igen.

Skyddet skall ha en mätning med larmutgång för 3-fasig stigande differentialström samt funktion för blockering av LDS om denna ström går över funktionsgräns. Nivå för larm respektive blockering ska vara fritt inställbar.

Skyddet skall vara anpassat för kommunikation både via direktfiber eller Beställarens aktiva kommunikationssystem (UCN). Gränssnitt ska vara enligt C37.94.

Vid kommunikation via aktivt nät ska Multimode med våglängd 820 nm användas.

Kontakttyp "ST".

Vid anslutning till aktivt nät ska en mediaomvandlare C37.94 till G703-E1 installeras mellan reläskydds-IED och interface på UCN-router. Mediaomvandlare ska ställas in som "clock slave".

I förekommande fall skall skyddet kunna välja alternativ kommunikationsväg om det blir avbrott i den normala förbindelsen. Det ska vara möjligt att sända utlösningssignal från ena ändan till den andra på samma kommunikationskanal som mätvärden överförs.

Skyddet skall ha funktion för kompensering av kapacitiv generering av jordfelsström från den egna ledningen.

Vid funktion skall skyddet lösa ut brytare i samtliga ändrar av ledningen, oavsett om felström matas in från flera håll eller inte.

I det fall längsdiffskyddets IED även är försett med impedansskydd skall impedansskyddet uppfylla krav enligt *kap. 5.1 Distansskydd (Z>)*.

Skyddet skall kunna blockera distans- och jordfelsskydd. Vid SUB-uppdelning skall endast skydd i samma SUB blockeras.

Vid införande av provhandtag i provdon ska skydden i båda ändrar blockeras.

Skyddet ska initiera start av brytarfelsskydd (BFS).

### **5.3 Oriktat Överströmsskydd (3I>)**

Överströmsskydd ska vara oriktat trefas med minst tre ström- och tidssteg. Stegen ska vara individuellt blockerbara.

Samtliga tidssteg skall vara individuellt valbara mellan konstanttid- och inverteidskaraktistik enligt *IEC*.

Överströmsskyddet utgör en reserv för distansskyddet och frisläpps när distansskyddet är blockerat (t.ex. vid säkringsavbrott).

Skyddet ska initiera start av brytarfelsskydd (BFS).

### **5.4 Jordfelsskydd**

#### **5.4.1 130 kV jordfelsskydd ( $I_{0>}$ )**

Skydd för bortkoppling av jordfel i direktjordat nät skall bestå av ett 4-stegs jordströmsskydd med tre riktade steg (JS1, JS2 och JS23) samt ett oriktat steg (JS3), samtliga steg skall vara försett med andratonsstabilisering.

Skyddet ska beräkna eller mäta nollföljdsströmmen  $3I_0$  och för de riktade stegen även beräkna nollföljdsspänningen  $3U_0$ . Normalt beräknas dessa värden i skyddet utifrån fasströmmar och fasspänningar.

Riktfunktionen skall ha följande funktion:

Mätning  $3I_0 \cdot \cos(\varphi - 65^\circ) > I_{inst}$  (inställt strömvärde),  $\varphi$  är vinkeln mellan  $3U_0$  och  $3I_0$ , karakteristisk vinkel  $+65^\circ$  induktivt,  $U_0$  ligger före  $I_0$ .

Inom vinkeln  $+30^\circ - +100^\circ$  skall riktningsfunktionen fungera. Inom ett vinkelområde  $180^\circ$  mot ovan nämnda vinkelområde skall reläet inte ge funktion.

Vid strömreversering accepteras att funktionstid ökar med 5 ms.

Inom vinkelområdet  $+30^\circ - +100^\circ$  ska riktfunktionen fungera med angivna krav på funktionstid i polarisationsspänningsområdet. Inom ett vinkelområde  $180^\circ$  mot ovannämnda vinkelområde ska reläet inte ge funktion.



Polarisationsspänningsområde:

Funktion minst inom området  $1 \leq 3U_0 \leq 110$  % av märkspänningen.

JS1, JS2 och JS23 skall konstanttidsfördröjas. Stegen ska ha följande inställningsområde:

- Strömskala: 0,1–25 x  $I_n$  upplösning: 0.01
- Tidsskala: 0–2 s upplösning: 10 ms
- JS1 och JS2 skall kunna blockeras från annat skydd

Det oriktade steget JS3 skall ha konstanttidsfunktion

- Inställningsområde ström valbart: 0,01–10 x  $I_n$  (80–120 A primärt)
- Tidsskala: 0–5 s upplösning: 10 ms

JS3 ska ha undertidsfunktion, d.v.s. så länge brytaren är fränkopplad och under en inställbar tid efter tillkoppling av brytaren ska skyddet fungera på en kortare tid.

Denna funktion aktiveras då brytaren är i frånläge (i tvåbrytarfack då båda brytarna är i läge från). Funktionen ska återgå några sekunder efter det att första brytaren är i läge.

- Tid som undertid ska vara aktiverad 0–5 s
- Fördröjning vid undertidsutlösning 0,1–0,5 s

Övertonsberoende:

Vid förekomst av övertoner av tredje ordningen (150 Hz) upp till 2 % av grundtonens (50 Hz) märkspänning i mätspänningskretsen samt upp till 20 % av mätströmmen ska skyddet stabiliseras så att funktionsvärdet blir 2 ggr inställt funktionsvärde; samtidigt som lägsta erforderliga polarisationsspänningen tillåtes öka till 0,75 % av märkspänning (50 Hz).

Skyddet skall ha andratonsstabilisering för att förhindra funktion vid inkoppling av krafttransformatorer. Stabiliseringsgraden ska kunna väljas i intervallet 15 - 35 % av uppmätt ström över hela funktionsområdet. JS3 skall alltid vara försett med stabilisering för andraton, för övriga steg skall stabilisering kunna väljas till samtliga steg oberoende av varandra.

Skyddet ska vara förberett för reläskyddssamverkan (RSK) med jordströmsskyddet i ledningens motsatta ände via kommunikationskanal. Följande kommunikationsprinciper ska kunna användas:

- tillåtande underräckande skyddssystem (permissive underreach)
- tillåtande överräckande skyddssystem (permissive overreach)

Vid underräckande system ska JS1 ge sändning av accelerationssignal (RSK-SS) till motsatt ledningsände.

Vid överräckande system ska steg JS2 eller JS23 valbart kunna ställas in att momentant ge sändning av accelerationssignal (RSK-SS) kommunikationssignal till motsatt ledningsände.

Mottagen accelerationssignal (RSK-SM) ska valbart kunna ge momentan funktion av JS2 eller JS23.

Skyddet skall initiera start av brytarfelsskydd (BFS).

## 5.4.2 70 kV jordfelsskydd (3I0→+3U0)

Skydd för bortkoppling av jordfel i spoljordat nät, skall bestå av ett riktat jordströmsskydd i två steg (JSr, NUS+JSr) och ett oriktat nollföljdsspänningsskydd (NUS). Ström och spänningsnivåer skall vara inställningsbara.

Skyddet skall anslutas till uppmätt nollföljdsström (3I0, summaströmkoppling) och nollföljdsspänning (3U0, öppet delta). För reläskyddsfunktion får ej beräknade värden användas.

Riktfunktionen skall ha följande funktion:

Mätning  $3I0 \cdot \cos\varphi > I_{inst}$  (inställt strömvärde),  $\varphi$  är vinkeln mellan 3U0 och 3I0.

Karakteristisk vinkel ( $\varphi$ ): normalt 0°.

Inom vinkeln +86° från 3U0 skall riktningfunktionen fungera. Vinkeln skall vara inställbar.

Karakteristisk vinkel skall kunna ställas -90° (kapacitiv ström).

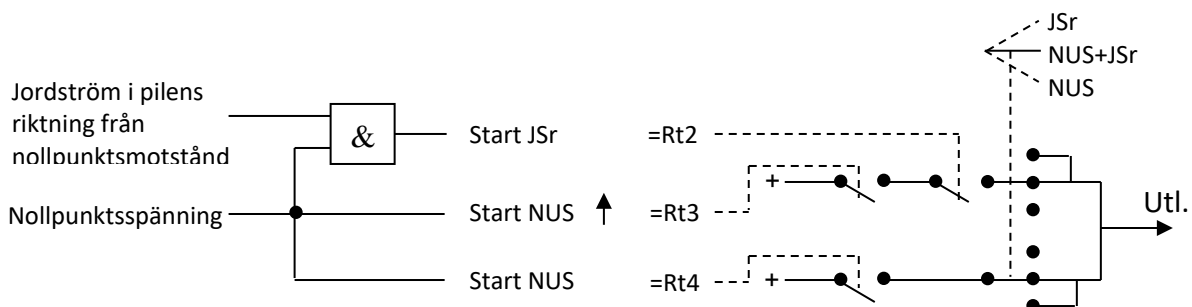
Funktionen skall ha separata signaler för fel i fram- och backriktningen.

Skyddet skall vara försett med "omkopplare" i tre lägen för val av:

- NUS
- NUS+JSr
- JSr

Skyddet skall ha följande funktion vid val av läge på omkopplare:

- Riktat jordströmsskydd (JSr)  
Utlösning skall ske för nollpunktspänning och riktad jordström. Tidsfördröjningen för JSr (Rt2) ställs kortare än för NUS (Rt3). Selektivitet skall kunna erhållas även när felströmmen i en nätslinga är för liten för att ge riktningsskriterium. När nätslingan öppnas skall utlösning ske på en kort tid från Rt2 när tillräcklig felström erhålles för funktion av JSr.
- Nollpunktsspänning + riktat jordströmsskydd (NUS+JSr)  
Utlösning skall ske som för "JSr". Utlösning skall även ske från nollpunktsspännings tidsfördröjning (Rt4).
- Nollpunktsspänning (NUS)  
Utlösning skall erhållas från enbart nollpunktsspänning med tidsfördröjning (Rt4). Denna tidsfördröjning skall ställas längre än övriga tidsfördröjningar. Detta NUS-steg är att betrakta som reservsteg.



Skyddet skall vid utlösning från riktat steg (Rt2 och Rt3) starta Fördröjd återinkoppling, Fåi se VTR02-04 Automatiker.

Skyddet ska vara förberett för reläskyddssamverkan. Skyddet skall utöver stationens övriga konstruktion ha två ingångar och två utgångar fria för framtida anslutning av följande överföringsfunktioner:

- Sänd "Tilläge på egen brytare"
- Mottagen "Tilläge på brytare i fjärrände"
- Signal Sänd (SS)
- Signal Mottagen (SM)

Skyddet ska ha en logik för "tillslag mot fel", (NUS-UTT) enligt *kap. 5.4.2.1*.

Skyddet skall ha funktion för Transientmätande jordfelsskydd enligt *kap. 5.4.2.2*.

Skyddet skall inte initiera start av brytarfelsskydd (BFS)

#### **5.4.2.1 3U0> Undertidsfunktion (UTT)**

Nollpunktsspänning (NUS-UTT) skall finnas vid 70 kV jordfelsskydd och fungera för tillslag av brytare mot jordfel.

Utlösning skall erhållas från enbart nollpunktsspänning vid brytartilslag med separat inställbar tid.

Funktionen skall aktiveras under viss tid (ca 3 s) vid tillkoppling av ledningsbrytare, och ge bortkoppling (ca 0,3 s) kortare än ledningens riktade jordfelsskydd.

#### **5.4.2.2 Transientmätande jordfelsskydd (3I0> → IEF)**

Skydd för bortkoppling av jordfel i kabelnät/blandade nät.

Det transientmätande jordfelsskyddet skall vara anpassat för att ge korrekt funktion vid intermittenta/återtändande jordslutningar i nätet.

Reläskyddet ska korrekt riktningsbestämma transienta jordslutningar. Riktningen ska utvärderas kontinuerligt på samtliga intermittenta/återtändande jordslutningar i nätet. Det krävs en mycket snabb utvärdering av riktning för skyddet.

Skydd som är installerade i maskat nät skall vara försett med funktion för att sända riktningsfunktionens startsignal och brytarläge till angränsande station samt mottagning av riktningsfunktionens startsignal och brytarläge från angränsande station. För detta krävs fritt programmerbar logik samt två fria ingångar och utgångar.

Skyddet skall företrädesvis vara digitalt mätande. Analog mätning kan accepteras om funktionaliteten är likvärdig med digitalt mätande.

Reläskyddet ska klara av att korrekt kunna riktningsbestämma en ny transient omedelbart efter återgång av funktion.

Skyddsfunktionen ska vara stabil mot normala skötselåtgärder i nätet som t.ex. inkopplingar och urkopplingar av anläggningsdelar.

Vid funktionsstart ska skyddet aktivera störningskrivaren.

- Inställningsområde för strömingången skall vara minst 30–500 mA
- Tiden för bortkoppling ska vara ställbar från 0–10 s
- Undertryckningstiden för start ska vara inställbar 0–1 s
  
- Reläskydden kan komma att provas i Vattenfall Eldistributions labb för klarställning av funktionaliteten. Test utförs av Vattenfall eller av Vattenfall utsedd representant och leverantören ska för dessa prov tillhandahålla skydds-IED och teknisk support.

## 5.5 Obalans/Fasavbrottsskydd (I2/I1>)

Skyddet ska detektera fasavbrott i impedansjordade nät  $\leq 70$  kV.

Funktionen ska baseras på kvoten mellan minusföljdström och plusföljdström.

Skyddet ska mäta trefasigt och tiden ska vara ställbar från 0 till 60 s.

Skyddet skall endast ge indikering lokalt och till fjärrkontroll.

Vid SUB-uppdelning placeras skyddet i SUB1.

## 6 Ledningsskydd 50-6 kV

Ledningsskydd 50-6kV skall om inte annat anges i anläggningspecifik teknisk beskrivning ha följande utformning som standard, se även *Bilaga 3 Ledningsskydd 50-6 kV*.

- 6.1 Oriktat Överströmsskydd (3I>)
- 6.2 Riktat överströmsskydd (3I> →)
- 6.4 Obalans/Fasavbrottsskydd (I2/I1>)
- 6.5 Riktat Jordströmsskydd (3I0> →)
- 6.6 Transientmätande Jordfelsskydd (3I0> → IEF)
- 6.7 Nollföljdsspänningsskydd (3U0> steg1) (övriga 3U0> steg, se transformatorskydd)
- 6.8 3U0> Undertidsfunktion (UTT)
- 12.2 Brytarfelsskydd (3I>/3I0>BFS)
- Automatiker enligt *VTR02-04 (SÅI+FÅI)*
- Störnings- och händelseregistrering enligt *VTR02-02 Stationskontroll*

Tillägg som anges i anläggningspecifik teknisk beskrivning om de skall ingå.

- 6.3 Reservskydd
- 6.9 Distansskydd (Z<)
- 6.10 Längsdifferentialskydd (3Id>)
- 14 Produktionsanläggningar

Lednings-IEDer innehållande flera skyddsfunktioner skall anpassas till övrig kontrollanläggning gällande in- och utgångar BI/BO. Samtliga skyddsfunktioner skall fungera oberoende av varandra. Det skall vid färdig anläggning finnas minst två ingångar och två utgångar i reserv.

### 6.1 Oriktat 3-fas Överströmsskydd (3I>)

Överströmsskydd ska vara oriktat trefas med minst tre ström- och tidssteg. Stegen ska vara blockerbara.

Samtliga tidssteg skall vara individuellt valbara mellan konstanttid- och inverttidskarakteristik enligt *IEC*.

Skyddet skall ha blockeringsutgång från startfunktion.

För ledningar som är utrustade med längsdifferentialskydd utgör överströmsskyddet en reserv för längsdifferentialskyddet samt framförliggande objekts skydd.

Skyddet ska initiera start av brytarfelsskydd (BFS).

## **6.2 Riktat 3-fas Överströmsskydd (3I> →)**

Överströmsskydd ska vara riktat 3-fas med minst tre ström- och tidssteg med individuellt inställbar riktning. Stegen ska vara blockerbara.

Samtliga tidssteg skall vara individuellt valbara mellan konstanttid och inverttidskaraktistik enligt IEC.

Skyddet skall ha blockeringsutgång från startfunktion.

Riktningfunktionen skall utföras genom att detektera vinkeln mellan felströmmen och en referensspänning. För att fungera vid olika nätapplikationer och nätkonfigurationer skall referensspänningen kunna rotera via en justerbar vinkel. Vektorn på den roterande referensspänningen skall kunna justeras till en vinkel nära felströmmens vektor.

Riktningssverkan ska bibehållas även vid närliggande trefasfel genom minnesfunktion för riktningssbesked, minnesspänningens varaktighet skall minst vara 2 s.

Skyddet ska initiera start av brytarfelsskydd (BFS).

## **6.3 Reservskydd (parallellskydd)**

Lokal reserv - dubblering av reläskydden, s.k. reservskydd - installeras då bortkoppling från överliggande transformatorskydd är svårt eller omöjligt att erhålla.

Reservskyddet skall uppfylla följande:

- 3-fasigt oriktat överströmsskydd i 2 steg utan återinkoppling, skyddet skall inte blockera överliggande skydd (3I>)
- 3-fasigt riktat överströmsskydd i 2 steg vid ansluten produktion. Skyddet skall blockera överliggande skydd (3I>)
- Brytarfelsskydd (BFS)
- Matas från egen reläkärna
- Lösa ut egen UM2-spole
- Eget provdon, typ RTXP
- Matas av egen LS-matning
- Störnings- och händelseregistrering enligt *VTR02-02 Stationskontroll*
- Tydlig indikering lokal/fjärr att det är reservskyddet som löst ut

## **6.4 Obalans/Fasavbrottsskydd (I2/I1>)**

Detekterar fasavbrott. Funktionen ska baseras på kvoten mellan minusföljdström och plusföljdström.

Skyddet ska mäta trefasigt och tiden ska vara ställbar från 0 till 60 s.

Skyddet skall endast ge indikering lokalt och till fjärrkontroll.

## **6.5 Riktat Jordströmsskydd (3I0> →)**

Riktat jordströmsskydd skall vara grundtonsmätande, känslighet minst 5000  $\Omega$ , med hänsyn tagen till hela mätkretsen (strömtransformator + spänningstransformator + skydd). Ström och spänningsnivåer skall vara inställbara.

Skyddet skall anslutas till uppmätt nollföljdsström (3I0, normalt kabelström) och nollföljdsspänning (3U0, öppet delta). För reläskyddsfunktion får ej beräknade värden användas.

Riktfunktionen skall ha följande funktion:

Mätning  $3I_0 \cdot \cos(\varphi) > I_{inst}$  (inställt strömvärde),  $\varphi$  är vinkeln mellan 3U0 och 3I0.

Karakteristisk vinkel ( $\varphi$ ): normalt 0°.

Inom vinkeln  $\pm 86^\circ$  från 3U0 skall riktningsfunktionen fungera. Vinkeln skall vara inställbar.

Vinkelfelet mellan I0 och U0 får som högst uppgå till 120 min.

- 3I0 ströminställning 5–100 mA i steg om 1 mA
- 3U0 nollföljdsspänning 2-50% av fullt utbildat jordfel
- Tidsinställningen 0,5–10 s

Skyddet skall inte starta brytarfelsskydd (BFS).

## 6.6 Transientmätande Jordfelsskydd 3I0 > → IEF)

Skydd för bortkoppling av jordfel i kabelnät/blandade nät.

Det transientmätande jordfelsskyddet skall vara anpassat för att ge korrekt funktion vid intermittenta/återtändande jordslutningar i nätet.

Reläskyddet ska korrekt riktningsbestämma transienta jordslutningar. Riktningen ska utvärderas kontinuerligt på samtliga intermittenta/återtändande jordslutningar i nätet. Det krävs en mycket snabb utvärdering av riktning för skyddet.

Skyddet skall företrädesvis vara digitalt mätande. Analog mätning kan accepteras om funktionaliteten är likvärdig med digitalt mätande.

Reläskyddet ska klara av att korrekt kunna riktningsbestämma en ny transient omedelbart efter återgång av funktion.

Skyddsfunktionen ska vara stabil mot normala skötselåtgärder i nätet som t.ex. inkopplingar och urkopplingar av anläggningsdelar.

Vid funktionsstart ska skyddet aktivera störningskrivaren.

- Inställningsområde för strömingången skall vara minst 30–500 mA
- Tiden för bortkoppling ska vara ställbar från 0–10 s
- Undertryckningstiden för start ska vara inställbar 0–1 s

Reläskydden kan komma att provas i Vattenfall Eldistributions labb för klarställning av funktionaliteten. Test utförs av Vattenfall eller av Vattenfall utsedd representant och leverantören ska för dessa prov tillhandahålla skydds-IED och teknisk support.

## 6.7 Nollföljdsspänningsskydd (3U0 > steg 1)

Skyddet skall vid separat inställd nollpunktsspänning, (NUS steg1) och valbar tid bortkoppla egen brytare oberoende av det riktade jordfelsskyddet.

## 6.8 3U0>Undertidsfunktion (UTT)

Nollpunktsspänning (NUS-UTT) skall finnas för jordfelsskydd/NUS och fungera för tillslag av brytare mot jordfel.

Utlösning skall erhållas från enbart nollpunktsspänning vid brytartilslag med separat inställbar tid.

Funktionen skall aktiveras under viss tid (ca 3 s) vid tillkoppling av ledningsbrytare, och ge bortkoppling (ca 0,3 s) kortare än ledningens riktade jordfelsskydd.

## 6.9 Distansskydd (Z>)

I det fall distansskydd erfordras gäller krav enligt distansskydd 400-70 kV.

## 6.10 Längsdifferentialskydd (3Id>)

I det fall längsdifferentialskydd erfordras gäller krav enligt längsdifferentialskydd 400-70 kV.

## 7 Transformatorskydd

För transformatorer anslutna mot stamnätet 220-400 kV, gäller funktionskrav enligt SvK TR02.

Transformatorer skall förses med transformatorskydd.

Transformatorskydd skall bortkoppla fel på transformatorn samt utgöra reserv för fel på samlingskena och utgående ledningar.

Transformatorn ska ha separata skydds-IED för varje lindning.

För SUB-uppdelning se *kap. 4.4*.

Transformatorskydd för transformatorer  $\geq 20$  MVA skall om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning ha följande utformning, se även *Bilaga 4 och 5*.

- 7.1 Differentialskydd (Id>)
- 7.2 Transformatorvakter
- 7.3 Överströmsskydd (upsida) (3I>)
- 7.3.2 Överströmsskydd för Lindningskopplare (3I>-LK)
- 7.4.1 Jordfelsskydd,  $\geq 130$ kV: uppsida (I0d> och NIS/JS) Sparkopplad transformator (I0d>+NIS+JS)
- 7.4.2 Jordfelsskydd,  $< 130$ kV: uppsida (I0>  $\rightarrow$ /I0>)
- 7.5 Jordfelsskydd nedsida (3U0>)
- 7.5.2 NUS för detektering av höghmigt jordfel (nedsida)
- 11.2 Samlingsskeneskydd distributionsnät
- 12.1 och 12.2 Brytarfelsskydd (BFS)
- Automater enligt VTR02-04 (U0-aut, Sp.regl)
- Störnings- och händelseregistrering enligt VTR02-02 Stationskontroll
- Inkopplingsförbud (TM-block) vid inre fel
- Avställningsenhet

Tillägg som anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning om de skall ingå.

- 7.3.3 Impedansskydd (Z<)
- 7.4.3 eller 7.5.1 Jordströmsdifferentialskydd (dI0>)

- Automatikerna enligt *VTR02-04* (Brytarsynkdon)

Transformatorskydd för transformatorer 50-10 kV samt transformatorer < 20 MVA skall om inte annat anges i anläggnings-specifik teknisk beskrivning ha följande utformning, se även *Bilaga 6*.

- 7.2 Transformatorvakter
- 7.3.1 Överströmsskydd (uppsida) (3I>)
- 7.3.2 Överströmsskydd för Lindningskopplare (3I>-Lk)
- 7.4.2 Jordfelsskydd uppsida (3Io>), vid produktion även 3U0>
- 7.5 Jordfelsskydd nedsida (3U0>)
- 7.5.2 NUS för detektering av högohmigt jordfel (3U0>nedsida)
- 11.2 Samlingsskeneskydd distributionsnät
- 12.2 Brytarfelsskydd (BFS)
- Automatikerna enligt *VTR02-04* (Sp.reg)
- Störnings- och händelseregistrering enligt *VTR02-02 Stationskontroll*
- Inkopplingsförbud (TM-block) vid inre fel
- Avställningsenhet

Transformator-IEDer innehållande flera skyddsfunktioner skall anpassas till övrig kontrollanläggning gällande in- och utgångar BI/BO. Det skall vid färdig anläggning finnas minst två ingångar och två utgångar i reserv.

### 7.1 Differentialsskydd (Id>)

Differentialskyddets funktionskaraktär ska enkelt kunna anpassas för olika kraft- och strömtransformatorkopplingar.

Skyddet skall kunna användas på en transformator där anslutningar sker via kabel och där kablarna ingår i skyddsområdet.

Skyddet skall ha trefasig mätning. Differentialskyddet skall vara konstruerat så att yttre mellanströmtransformatorer inte behövs.

Skyddet ska vara stabiliserat mot oönskad funktion vid fel som ligger utanför skyddets område.

Skyddet ska vara stabiliserat mot andra övertoner för att ge skydd mot oönskad funktion vid inkopplingsströmstöt samt stabiliserat mot femte övertonen för att ge skydd mot oönskad funktion vid övermagnetisering av transformator.

Stabiliseringsgraden ska vara inställbar mellan 15–35 % av  $I_n$  över hela funktionsområdet. Utlösningstiden ska vara < 20 ms.

Utlösning ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Skyddet ska initiera start av brytarfelsskydd (BFS).

### 7.2 Transformatorvakter

Transformatorns utlösande vakter skall anslutas till en vaktenhet. Vaktenhet får inte integreras i annan skydds-enhet och skall matas från egen LS-grupp. Utlösning m.m. skall vara fristående från annan skydds-enhet. Vaktenheten skall utöver utlösande vakter ha minst två



vakter i reserv. Vaktenhet ska vara försedd med snabbverkande relä för utlösning enligt *VTR02-06 Ställverksinterface kap. 3.1*, individuell indikering per vakt samt provdon RTXP18.

Utlösande vakter skall starta störningsskrivare i skyddet för transformatorn.

### **7.2.1 Gasvakt (G)**

Vid svag gasbildning skall signal ges och vid kraftig gasbildning, oljerusning och låg oljenivå skall transformatorn lösas ut.

Signal och utlösning kommer från två av varandra galvaniskt skilda kontakter. Utlösningspulsen från gasvakten ska kopplas till en vaktenhet och impulsfångas samt tidskorrigeras till 250 ms så att en definierad puls av bestämd längd erhålls.

Utlösning ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Gasvakt för transformatorer skall initiera start av BFS.

### **7.2.2 Tryckvakt för Lindningskopplare (PLK)**

Utlösningspulsen från tryckvakten skall kopplas till en vaktenhet och impulsfångas samt tidskorrigeras till 250 ms så att en definierad puls av bestämd längd erhålls.

Utlösning ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Tryckvakt för transformatorer skall initiera start av BFS.

### **7.2.3 Oljetemperaturvakt (T)**

Temperaturvakt skall mäta temperaturen på toppoljan i transformator kärlet och vara försedd med instrument för temperaturvisning samt vara försedd med kontakter för start av fläktar och signal vid 80°C. Ej utlösning för denna vakt.

Varvtalsstyrda kylfläktar:

Börvärden för reglering av kylfläktar bestäms av transformator tillverkaren. Som riktvärde kan 35° C användas som börvärde (ca ±5 K) för toppoljetemperaturen. Vid flera steg kan 30° C och 40° C användas. Nyare transformatorer utrustas normalt med varvtalsstyrning och regleras utifrån toppoljetemperaturen i ett intervall på tex 15-35 C. Det finns även konventionell temperaturstyrning ifall varvtalsstyrningen inte fungerar.

Konventionellt temperaturstyrda kylfläktar:

Start av kylfläktar ställs på 50 °C.

### **7.2.4 Lindningstemperaturvakt (T)**

Lindningstemperaturvakt skall vara försedd med instrument för temperaturvisning i de olika lindningarna och med kontakter för signal vid 110°C. Ej utlösning för denna vakt.

### **7.2.5 Oljenivåvakt (N)**

Oljenivåvakt skall vara försedd med ett instrument för nivåvisning som mäter nivån i transformatorns expansionskärl. Oljenivåvakten skall ge signal vid hög eller låg oljenivå.

Ej utlösning från denna vakt.

## 7.3 Överströmsskydd/Impedansskydd

### 7.3.1 Oriktat 3-fas Överströmsskydd (3I>)

Överströmsskydd skall vara oriktat trefas med minst tre steg, funktionsstegen ska vara individuellt blockerbara.

Skyddet skall mäta på uppsidan av transformator.

Skyddet ska vara möjligt att stabilisera mot övertoner.

Utlösning från överströmsskyddet skall starta BFS.

### 7.3.2 Överströmsskydd för Lindningskopplare (3I>-LK)

Skyddet skall installeras för samtliga transformatorer med lindningskopplare. För transformatorer med "snabbgående" LK skall skyddet, momentant, blockera LK-manöver vid överström. Skyddet skall mäta trefasig ström genom lindningskopplaren, d.v.s. på den sida lindningskopplaren är elektriskt placerad (normalt uppsidan).

Överströmsskyddet skall blockera både hand- och automanöver, lokalt och på fjärr genom att bryta upp manöverspänningen till lindningskopplarens manöverdon.

För transformatorer med "långsamgående" LK skall skyddet ge utlösning vid samtidig överström och LK i mellanläge. Vid enbart överström skall LK-manöver blockeras. Skyddet ska mäta trefasig ström genom lindningskopplaren samt ge momentan utlösning.

Skyddet skall vid utlösning även initiera start av BFS.

### 7.3.3 Transformatorimpedansskydd (Z<)

Impedansskyddet skall fungera för kortslutning, med eller utan jordberöring i direkt- och spoljordat nät, samt för jordfel i direktjordade nät.

Skyddet ska ha trefasig mätning samt samma räckvidd för två- och trefasfel.

Skyddet ska ha ett inställningsområde som täcker transformator, samlingskenor och del av dess anslutna objekt.

Skyddet ska vara av numerisk typ och ha kvadratisk funktionskaraktär. Skyddet ska ha minst fem mätsteg (4 steg + ett startsteg). Varje steg ska vara individuellt inställbara med avseende på riktning, impedans och tidsfördröjning. Skyddets karakteristik skall kunna anpassas till förekommande last genom s.k. blinders.

Riktungsverkan skall bibehållas vid närliggande trefasfel. Skyddet ska vara stabilt mot inkopplingsströmstötter.

Skyddet ska blockeras vid säkringsbrott i mätspänningskretsen.

Skyddet ska initiera start av BFS.

## 7.4 Jordfelsskydd uppsida

### 7.4.1 Direktjordat system

Transformatorer med direktjordad nollpunkt skall förses med strömskydd (NIS) som mäter ström i transformatornollpunkten.

Skyddet skall vid direktjordad nollpunkt mäta ström i transformatorns nollpunkt. (NIS)  
Skyddet skall vid ojordad nollpunkt mäta nollföljdsström (3I0) i de tre faserna (JS).

Vid SUB uppdelning av transformatorskyddet skall NIS placeras i SUB1 och ett jordströmsskydd JS med mätning av nollföljdsström 3I0 och samma funktionalitet som NIS placeras i SUB2.

Skyddet skall ha två steg, steg 1 ska kunna stabiliseras för andraton, steg 2 skall alltid vara stabiliserat för andraton.

Steg 1 skall ha konstanttidsfunktion

- Strömskala: 0,1–25 x In upplösning: 0.01
- Tidsskala: 0–2 s upplösning: 10 ms

Steg 2 skall ha konstanttidsfunktion (130kV)

- Inställningsområde ström valbart: 0,01–10 x In (80–200 A primärt)
- Tidsskala: 0–5 s upplösning: 10 ms

I det fall skyddet används för transformator ansluten till stamnätet (400–220 kV) skall skyddet även vara försett med inverttidskaraktistik (SvK log-karakteristik, se *SvK TR02-05-07 Transformatorskydd*) (Svenska kraftnät hemsida/tekniska riktlinjer).

Steg 2 skall vara stabiliserat mot andraton för att undvika funktion vid de inkopplingsströmstötar som förekommer vid inkoppling av både egen och andra krafttransformatorer i nätet. Andratonsstabiliseringen ska mäta andraton i samma ström som skyddet mäter vilket innebär nollföljdsström för JS och nollpunktsström för NIS. Steg 2 ska även ha en funktion som innebär stabilitet mot inkopplingsströmmar med parallella transformatorer. Denna extra stabilitet mot inkopplingsströmmar med parallella transformatorer ska kunna aktiveras med en inställning.

Stabiliseringsgraden ska kunna väljas i intervallet 15–35 % av uppmätt ström över hela stegets funktionsområde.

Steg 2 skall vara försett med undertidsfunktion som är aktiverad då brytarna på båda spänningsnivåerna av transformatorn är frånkopplade samt då brytaren på en av spänningsnivåerna är frånslagen. Detta innebär att undertidsfunktion är aktiverad då transformatorn inte har genomgående effekt.

Undertidsfunktionen löser steg 2 på en kortare konstanttid. Funktionen skall återgå några sekunder efter att brytare på båda spänningsnivåerna av transformatorn är i läge till. I tvåbrytarfack är frånslaget läge då båda brytarna i facket är från och tillslaget läge då en av två brytare i facket är till. Om transformatorn har mer än två lindningar skall funktionen återgå några sekunder efter att två av lindningarnas brytare är i läge till. Detta innebär att undertidsfunktionen återgår några sekunder efter att transformatorn har genomgående effekt.

- Tid som undertid ska vara aktiverad 0–5 s
- Fördröjning vid undertidsutlösning 0,1–0,5 s

Skyddet skall initiera start av BFS.

#### **7.4.2 Isolerat/spoljordat system**

Transformatorns uppsida skall förses med ett riktat grundtonsmätande jordströmsskydd (JSr). Om spänningstransformator saknas skall uppsidan förses med ett oriktat grundtonsmätande jordströmsskydd (JS).

Skyddet skall mäta nollföljdsström ( $3I_0$ ) och vara försett med minst ett tidsfördröjt steg. Jordströmsskydd på uppsida transformator ska kunna blockeras från överströmsskydd för utgående ledningar alternativt överströmsskydd nedsida transformator.

Då spänningssättning kan ske från underliggande nät, ska transformatorn även förses med NUS på uppsidan. Skyddet skall ha två tidssteg, steg 1 friges om uppsidans brytare är från och kopplar bort nedsidans brytare efter inställd tid (0,1–10 s). Steg 2 skall koppla bort brytare på transformatorns upp- och nedsida efter inställd tid oberoende av brytarläge. Skyddet ska mäta nollföljdsspänning ( $3U_0$ ).

Jordströmsskyddet skall inte initiera start av BFS.

#### **7.4.3 Jordströmsdifferentialskydd ( $I_{0d}>$ )**

Skyddet skall mäta differensen mellan summan av fasströmmarna på transformatorns uppsida och nollföljdsströmmen i transformatorns nollpunkt på uppsidan. Skyddet skall vara stabilt mot yttre fel samt vara stabiliserat mot oönskad funktion vid inkopplingsströmstöt. Stabiliseringsgraden ska kunna väljas i intervallet 15–35 % av uppmätt ström över hela funktionsområdet.

Differentialskyddet skall vara konstruerat så att yttre mellanströmstransformatorer inte behövs.

Utlösning skall ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Skyddet skall initiera start av BFS.

### **7.5 Jordfelsskydd nedsida**

#### **7.5.1 Jordströmsdifferentialskydd ( $I_{0d}>$ )**

Skyddet skall mäta differensen mellan summan av fasströmmarna på transformatorns nedsida och nollföljdsströmmen i transformatorns nollpunkt på nedsidan. Skyddet skall vara stabilt mot yttre fel samt vara stabiliserat mot oönskad funktion vid inkopplingsströmstöt. Stabiliseringsgraden ska kunna väljas i intervallet 15–35 % av uppmätt ström.

Differentialskyddet skall vara konstruerat så att yttre mellanströmstransformatorer inte behövs.

Utlösning ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Skyddet skall initiera start av BFS.

## 7.5.2 Nollpunktsspänningsskydd (3U0> steg 2+3 samt högohmigt jordfel)

Nollpunktsspänningsskyddet (NUS) är huvudskydd för jordfel på samlingsskenan och transformator nedsida samt reservskydd för utgående ledningsskydd. Skyddet skall vara grundtonsmätande och ha två steg.

Nollpunktsspänningsskydd uppdelas på lednings- och transformatorskydd. Ledningsskydden skall ha egen NUS-funktion (steg 1), se *kap. 6.7*. Transformatorskyddet skall ha följande funktionalitet:

- Transformator-NUS matas från öppet delta i en spänningstransformatorsats placerad i transformatorns brytarfack på nedsidan alternativt från en spänningstransformator i transformatorns nollpunkt (-NUT).
- Skyddet skall ha 2 tidssteg. Steg 2 kopplar bort transformatorns nedsida. Steg 3 kopplar bort transformatorns uppsida och nedsida. Utlösning från steg 3 ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Nollpunktsspänningsskydd i stationer med ansluten produktion:

- Transformator-NUS matas från en spänningstransformator placerad i transformatorns brytarfack på uppsidan eller nedsidan.
- Skyddet skall ha 2 tidssteg. Steg 1 kopplar bort transformatorns nedsida. Steg 2 kopplar bort transformatorns uppsida och nedsida. Utlösning från steg 3 blockerar ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

För lokal övervakning av högohmigt jordfel används gränsvärdesövervakning av nollföljdsspänningen i IED. Övervakningen skall kunna ställas på 2–20 V sekundärt för att känna 20 000  $\Omega$ , samt ge signal högohmigt jordfel. Tiden som felet skall ligga på innan det larmar skall vara 300 sekunder.

Transformatorns NUS-skydd samt övervakning av högohmigt jordfel får integreras i samma IED som samlingsskeneskyddet för distributionsnät.

## 8 Nollpunktsutrustning

Nollpunktsutrustning består av en eller flera av följande utrustningar.

- Nollpunktsbildare
- Nollpunktsreaktor
- Nollpunktsmotstånd

Respektive nollpunktsutrustning skall om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning ha utformning enligt nedan.

### 8.1 Nollpunktsmotstånd

Nollpunktsmotstånd skall förses med skydd mot termiskt överlast samt ge signal för utlöst motståndsbrytare.

### 8.2 Nollpunktsbildare

Nollpunktsbildare skall om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning ha följande skyddsutformning.

- 8.2.1 Jordströmssdifferentialskydd  $dI_0 >$  ( $\geq 70\text{kV}$ )
- 8.2.2 Oriktat 3-fas överströmsskydd ( $3I >$ )

- 8.2.4 Vakter
- 12.2 Brytarfelsskydd (BFS)
- Störnings- och händelseregistrering enligt *VTR02-02 Stationskontroll*
- Inkopplingsförbud (TM-block) vid inre fel.
- Avställningsenhet ( $\geq 70$  kV)

### 8.2.1 Jordströmssdifferentialskydd (I0d>)

Jordströmssdifferentialskydd installeras för nollpunktsutrustningar  $\geq 70$  kV. Skyddet mäter differensen mellan summan av fasströmmarna på nollpunktsbildarens uppsida och nollföljdsströmmen i nollpunkten.

Skyddet ska vara stabilt mot yttre fel samt vara stabiliserat mot oönskad funktion vid inkopplingsströmstöt. Stabiliseringsgraden ska kunna väljas i intervallet 15 - 35 % av uppmätt ström.

Differentialskyddet skall vara konstruerat så att yttre mellanströmtransformatorer inte behövs.

Utlösning ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Skyddet ska initiera start av BFS.

### 8.2.2 Oriktat 3-fas Överströmsskydd (3I>)

Överströmsskydd skall vara oriktat trefas med minst tre ström- och tidssteg.

Samtliga tidssteg skall vara individuellt valbara mellan konstanttid- och inverttidskarakteristik enligt *IEC*.

Skyddet skall ha blockeringsutgång från startfunktion.

Skyddet ska initiera start av BFS.

### 8.2.3 Vakter

Utlösande vakter på nollpunktsbildare skall anslutas till en vaktenhet. Vaktenhet får inte integreras i annan skydds-enhet och skall matas från egen LS-grupp. Utlösning m.m. skall vara fristående från annan skydds-enhet.

Vaktenhet ska vara försedd med snabbverkande relä för utlösning enligt *VTR02-06 Ställverksinterface* samt provdon RTXP18. Om nollpunktsbildare är ansluten direkt till transformator kan samma vaktenhet som transformator användas.

Utlösande vakter ska starta störningsskrivare i skyddet för nollpunktsbildaren

#### 8.2.3.1 Gasvakt (G)

Vid svag gasbildning skall signal ges och vid kraftig gasbildning, oljerusning och låg oljenivå skall nollpunktsbildare och transformator lösas ut.

Signal och utlösning kommer från två av varandra galvaniskt skilda kontakter.

Utlösningspulsen från gasvakten ska anslutas till en vaktenhet och impulsfångas samt tidskorrigeras till 250 ms så att en definierad puls av bestämd längd erhålls.

Utlösning ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Gasvakt för nollpunktsbildare skall initiera start av BFS.

### **8.2.3.2 Oljetemperaturvakt (T)**

Temperaturvakter skall mäta temperaturen på toppoljan i kärlet och vara försedd med ett instrument för temperaturvisning samt kontakt för signal och utlösning.

Signal 80 °C och utlösning 90 °C.

Temperaturvakten ska skyltas ” OBS! UTLÖSNING FRÅN OLJETEMPERATURVAKT”.

Utlösningspulsen från tempvakten ska kopplas till en vaktenhet och impulsångas samt tidskorrigeras till 250 ms så att en definierad puls av bestämd längd erhålls.

Vid utlösning från tempvakt skall det inte skickas signal för blockering av tillslag (inkopplingsförbud).

Tempvakt skall inte initiera start av BFS.

### **8.2.3.3 Oljenivåvakt (N)**

Oljenivåvakt mäter nivå och skall vara försedd med ett instrument för nivåvisning samt ge signal vid hög och låg oljenivå.

Ej utlösning från denna vakt.

## **8.3 Nollpunktsreaktor**

Nollpunktsreaktor skall om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning ha följande skyddsutformning.

### **8.3.1 Vakter**

Utlösande vakter på nollpunktsreaktor skall anslutas till en vaktenhet. Vaktenhet kan integreras i vaktenhet för nollpunktsbildare eller vaktenhet för krafttransformatorn om den är ansluten till transformatorns nollpunkt. Det ska dock vara separata signaler lokalt och på fjärr så att det framgår att det är fel på nollpunktsreaktorn. Vid separat vaktenhet för nollpunktsreaktorn gäller samma krav som för nollpunktsbildare/transformatorvaktenhet.

Utlösande vakter ska starta störningsskrivare i skyddet för transformatorn eller nollpunktsbildaren.

#### **8.3.1.1 Gasvakt (G)**

Vid svag gasbildning skall signal ges och vid kraftig gasbildning, oljerusning och låg oljenivå skall nollpunktsbildare eller transformator lösas ut.

Utlösning ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Statonskontroll* av nollpunktsbildare eller transformator.

Gasvakt för nollpunktsreaktor skall initiera start av BFS.

#### **8.3.1.2 Oljenivåvakt (N)**

Oljenivåvakt mäter nivå och skall vara försedd med ett instrument för nivåvisning samt ge signal vid hög och låg oljenivå.

## 9 Kondensatorbatteriskydd

Kondensatorbatteri skall om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning ha skyddsutformning enligt nedan, se även *Bilaga 7*.

- 9.1 Oriktat Överströmsskydd (3I>).
- 9.2 Oriktat alternativt riktat Jordströmsskydd (I<sub>o</sub>>)
- 9.3 Obalansskydd (dI>)
- 9.4 Underströmsskydd (3I<)
- 9.5 Nollpunktsspänningsskydd (3U<sub>0</sub>>)
- 9.6 3U<sub>0</sub>>Undertidsfunktion (UTT)
- 12.2 Brytarfelsskydd BFS
- Automater enligt *VTR02-04* (Brytarsynkdon)
- Störnings- och händelseregistrering enligt *VTR02-02 Stationskontroll*
- Avställningsenhet ( $\geq 70$  kV)

Kondensatorn skall vid felbortkoppling och vid frånslag vara tillslagsblockerad, tills kondensatorbatteriet är urladdat.

### 9.1 Oriktat 3-fas Överströmsskydd (3I>)

Överströmsskydd ska vara oriktat trefas med minst två ström- och tidssteg. Ett av stegen ska mäta sant effektivvärde.

Samtliga tidssteg skall vara individuellt valbara mellan konstanttid- och inverttidskarakteristik enligt *IEC*.

Skyddet skall ha blockeringsutgång från startfunktion.

Skyddet ska initiera start av brytarfelsskydd (BFS).

### 9.2 Jordströmsskydd (I<sub>o</sub>>, I<sub>o</sub>> →)

I impedansjordade nät installeras ett riktat alternativt oriktat jordfelsskydd som skall uppfylla samma krav som jordfelsskydden för övriga ledningar.

I direktjordade nät erhålles skyddsfunktion genom att batteriet utrustas med trefasigt överströmsskydd eller en strömtransformator med enfasigt jordströmsskydd i batteriets nollpunkt.

### 9.3 Obalansskydd (dI>)

Obalansskyddets uppgift är att koppla från batteriet då obalans uppstått på grund av defekta kondensatorenheter.

Skyddet skall vara ett grundtonsmätande enfasigt strömrelä med kompensering för naturlig obalans och kunna ställas in enligt batteritillverkarens rekommendationer. Skyddet ska ha två steg, det första ger signal och det andra löser ut.

### 9.4 Underströmsskydd (3I<)

Underströmsskyddet skall vara trefasigt med oriktad funktion. Skyddet skall vid underström slå från kondensatorbatteriet samt blockera för tillslag under inställd tid samt ge signal till driftcentralen.

Tillslagsblockeringstiden skall vara inställbar mellan 0–60 minuter.



## 9.5 Nollpunktsspänningsskydd (3U0>)

Skyddet skall vid inställd nollpunktsspänning, (NUS steg1) och valbar tid bortkoppla egen brytare.

## 9.6 3U0>Undertidsfunktion (UTT)

Nollpunktsspänning (NUS-UTT)

Utlösning skall erhållas från enbart nollpunktsspänning vid brytartilslag med separat inställbar tid.

## 10 Shuntreaktor

Reläskydd för shuntreaktorer skall om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning ha utformning enligt nedan.

- 10.1 Oriktat överströmsskydd (3I>)
- 10.2 Jordströmsdifferentialskydd (dlo>)
- 10.3 Jordströmsskydd (Io>)
- 10.4 Vakter
- Automater enligt *VTR02-04* (Brytarsynkdon)
- Störnings- och händelseregistrering enligt *VTR02-02 Stationskontroll*
- Inkopplingsförbud (TM-block) vid inre fel
- Avställningsenhet ( $\geq 70$  kV)

### 10.1 Oriktat Överströmsskydd (I>)

Överströmsskydd ska vara oriktat trefas med minst tre strömsteg och tre tidssteg, tidsstegen ska vara blockerbara.

Samtliga tidssteg skall vara individuellt valbara mellan konstanttid- och inverttids-karakteristik enligt *IEC*.

Skyddet skall ha blockeringsutgång från startfunktion.

Skyddet ska vara möjligt att stabilisera mot övertoner alternativt enbart ställas in som grundtonsmätande.

Utlösning skall starta BFS.

### 10.2 Jordströmsdifferentialskydd (dlo>)

Skyddet används vid direktjordad nollpunkt. Skyddet skall mäta differensen mellan summan av fasströmmarna på reaktorns uppsida och nollföljdsströmmen i reaktorns nollpunkt på uppsidan.

Skyddet skall vara stabilt mot yttre fel med strömtransformatormätning, samt mot inkopplingsströmmen vid spänningssättning av reaktor eller av i nätet ingående krafttransformatorer. Stabiliseringsgraden ska kunna väljas i intervallet 15–35 % av uppmätt ström.

Differentialskyddet skall vara konstruerat så att yttre mellanströmtransformatorer inte behövs.

Utlösning ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Utlösning skall starta BFS.

## 10.3 Jordströmsskydd

### 10.3.1 Direktjordat system

Strömskydd (NIS) i reaktornollpunkten ska vara stabiliserat mot andra deltonen för att skydda mot inkopplingsström i nollpunkten.

Stabiliseringsgraden ska kunna väljas i intervallet 15–35 % av uppmätt ström.

Skyddet skall ha två steg, steg 1 med konstanttidskaraktistik och steg 2 med konstanttid och inverttidskaraktistik (SvK-log-karaktistik, se *SvK TR02-05-07 Transformatorskydd*) (Svenska kraftnät hemsida/tekniska riktlinjer).

Steg 2 ska vara försett med undertidsfunktion, d.v.s. efter till och frånslag av brytaren ska skyddet fungera på en inställbar kortare tid (normalt 0,3 s).

Utlösning skall starta BFS.

### 10.3.2 Ojordad/spoljordat system

Riktat jordströmsskydd skall vara grundtonsmätande, känslighet minst 5000  $\Omega$ , med hänsyn tagen till hela mätkretsen (strömtransformator + spänningstransformator + skydd). Ström och spänningsnivåer skall vara inställbar.

Skyddet skall anslutas till uppmätt nollföljdsström ( $3I_0$ , normalt kabelström) och nollföljdsspänning ( $3U_0$ , öppet delta). För reläskyddsfunktion får ej beräknade värden användas.

Riktfunktionen skall ha följande funktion:

Mätning  $3I_0 \cdot \cos(\varphi) > I_{inst}$  (inställt strömvärde),  $\varphi$  är vinkeln mellan  $3U_0$  och  $3I_0$ .

Karakteristisk vinkel ( $\varphi$ ): normalt  $0^\circ$ .

Inom vinkeln  $\pm 86^\circ$  från  $3U_0$  skall riktningsfunktionen fungera. Vinkeln skall vara inställbar.

Skyddet skall inte starta brytarfelsskydd (BFS).

## 10.4 Shuntreaktorvakter

Utlösande vakter på en shuntreaktor skall anslutas till en vaktenhet. Vaktenhet får inte integreras i annan skyddsenshet och skall matas från egen LS-grupp. Utlösning m.m. skall vara fristående från annan skyddsenshet. Vaktenhet ska vara försedd med snabbverkande relä enligt *VTR02-06 Ställverksinterface kap. 3.1* för utlösning samt provdon RTXP18.

Utlösande vakter ska starta störningsskrivare i skyddet för shuntreaktorn

### 10.4.1 Gasvakt (G)

Vid svag gasbildning skall signal ges och vid kraftig gasbildning, oljerusning och låg oljenivå skall shuntreaktorn lösas ut.

Signal och utlösning kommer från två av varandra galvaniskt skilda kontakter.

Utlösningspulsen från gasvakten ska anslutas till en vaktenhet och impulsfångas samt tidskorrigeras till 250 ms så att en definierad puls av bestämd längd erhålls.

Utlösning ska ge TM-block (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Gasvakt för shuntreaktorer ska initiera start av brytarfelsskydd (BFS).

### 10.4.2 Oljetemperaturvakt (T)

Temperaturvakter skall mäta temperaturen på toppoljan i kärlet och vara försedd med ett instrument för temperaturvisning samt kontakt för signal och utlösning.

Signal 80 °C och utlösning 90 °C.

Temperaturvakten ska skyltas ” OBS! UTLÖSNING FRÅN OLJETEMPERATURVAKT”.

Utlösningspulsen från tempvakten ska kopplas till en vaktenhet och impulsångas samt tidskorrigeras till 250 ms så att en definierad puls av bestämd längd erhålls.

Vid utlösning från tempvakt skall det inte skickas signal för blockering av tillslag (inkopplingsförbud).

Tempvakt för transformatorer skall inte initiera start av BFS.

### 10.4.3 Oljenivåvakt (N)

Oljenivåvakt skall mäta nivå och vara försedd med ett instrument för nivåvisning samt ge signal vid hög och låg oljenivå.

Ej utlösning från denna vakt.

## 11 Samlingsskeneskydd

### 11.1 Samlingsskeneskydd transmissionsnät

Samlingsskeneskydd transmissionsnät skall installeras på alla samlingsskenor 70-130 kV. Vid enkel skena räcker det med en skyddszone, vid flera skenor skall det vara en skyddszone per skena samt ev. en yttre frigivande zon.

Skyddet ska vid flera skenor korrekt kunna bestämma vilken skena som är felbehäftad och ge utlösning av till denna anslutna brytare. Vid två samlingsskenor, s.k. tvåbrytarställverk ska varje samlingsskena förses med ett separat skydd.

Skyddet skall om så erfordras ha valkretsar för anpassning till rådande driftläge, både vad avser inkoppling av rätt strömtransformatorer och styrning av manöver till rätt brytare.

Skyddet skall uppfylla följande funktionskrav:

Funktionstid: < 20 ms vid mer än två gånger inställt funktionsvärde  
< 30 ms vid 1–2 gånger inställt funktionsvärde  
Stabiliserat mot genomgående felström.

Skyddet ska termiskt och dynamiskt kunna tåla maximal genomgångsström.

- Kontinuerligt genomgående maximal lastström för stationen (skenan).
- Under 1 sekund genomgående maximal felström för stationen (skenan).

Skyddet ska ge funktion för fel inom skyddszone även vid strömtransformatormättning.

Skyddet ska inte ge obehörig funktion för fel utanför skyddszone även vid strömtransformatormättning.

Skyddet ska kunna anpassas till fasvridningar och använda strömtransformatorer med olika omsättningar för olika objekt. Omsättningsanpassning skall kunna göras utan yttre mellanströmtransformatorer.

Frigivningskriteriet skall vara baserat på ström i storleksordningen 70 % av normal driftström i något fack. Värdet skall vara inställbart.

Samlingsskeneskydd för inmatande stationer i impedansjordade system (t.ex. 220/70 kV) skall fungera för jordfel på samlingsskenan och därför kunna ställas in för låg funktionsström (ca 20–100 A) med i stationen förekommande strömtransformatoromsättningar. För att skyddet inte skall fungera för obefogad differentialström skall skyddsfunktionen frisläppas från extern spänning (NUS).

Skyddet ska vara okänsligt för fel i sekundärkretsar t.ex. avbrott i strömkretsar och valkretsar. Vid fel ska skyddet blockeras och ge larmsignal.

Skyddet ska vara försett med övervakningszon (checkzon) då valsystem används. Detta gäller för ställverk med hjälpskena och då objekt (speciellt ledningar) har jordning placerad på samlingsskenesidan av strömtransformatorn.

Utlösning från skyddet ska kunna ske via det interna valet (strömvalet) eller i yttre valsystem.

Skyddet skall matas från egen strömtransformator kärna och ha fasvis mätning.

Skyddet skall ha minst en utlösning utgång per skyddszone. Utlösningen ska vara trefasig.

I det fall möjlig felströmsinmatning kan förekomma från anslutna transformatorers nedsida skall samlingsskeneskyddet vara försett med brytarfelsskydd för transformatorernas uppsidesbrytare. Brytarfelsskyddet skall startas från samlingsskeneskyddet och fränkoppla transformatorernas nedsidesbrytare.

Vid sektioneringsfack med endast en strömtransformator skall skyddet ge mycket snabb felbortkoppling även vid fel mellan brytare och strömtransformator.

Utlösning från samlingsskeneskyddet skall starta BFS för samtliga anslutna fack/brytare. Dubblering (SUB1 och SUB2) av samlingsskeneskydd anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

## **11.2 Samlingsskeneskydd distributionsnät (50-6 kV)**

Blockerbart överströmsskydd skall installeras som samlingsskeneskydd för alla samlingsskenor 50-6 kV.

Skyddet är huvudskydd för fel på samlingsskenan men är även reservskydd för utgående ledningar. Skyddet mäter på nedsidan av transformator och får integreras i samma IED som NUS-skyddet för transformator.

Skyddet skall ha blockeringsutgång från startfunktion.

Överströmsskydd ska vara oriktat alternativt riktat trefas med minst två steg, tidsstegen ska vara blockerbara.

Skyddet ska vara möjligt att stabilisera mot övertoner alternativt enbart ställas in som grundtonsmätande.

Utlösning från överströmsskyddet skall starta BFS.

## 12 Brytarfelskydd (BFS)

Brytarfelsskydd skall installeras för samtliga brytare (lednings- transformatorbrytare m.m.) oberoende av spänningsnivå.

Brytarfelsskyddet skall direkt eller via val fungera när ordinarie brytare inte löst ut. Skyddet skickar, efter inställd tid, utlösningsspul till intelligande/överliggande brytare så att dessa kopplar bort felet.

Brytarfelsskydd arbetar normalt bara inom stationen och löser där alla brytare som angränsar till den felande brytaren.

I ”påsticksstationer” eller radialmatade stationer som saknar ledningsbrytare kan det även vara aktuellt att skicka FUT (fjärrutlösning) till angränsande stationer vid utlöst BFS, detta anges i så fall i den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen.

Brytarfelsskydd ska startas av samtliga skydd utom jordfelsskydd/NUS i icke direktjordade nät.

### 12.1 BFS Transmissionsnät (130-70kV)

BFS för transmissionsnät skall ha separat inställbar strömmätning. Skyddet skall startas av objektets felströmmätande skydd och utlösande vakter.

Skyddsfunktionen skall vara oberoende av övriga felströmmätande funktioner. Skyddet får integreras i objekts-IED eller samlingssskeneskyddets IED.

Brytarfelsskyddet ska vara uppbyggt med två steg. Det första steget är en så kallad Retrip-funktion, vars uppgift är att minska konsekvenserna vid en obefogad start av brytarfelsskyddet. Retrip innebär att det första steget momentant ska lösa ut objektets egen brytare (d.v.s. samma brytare som brytarfelsskyddet är avsett för).

Om brytaren inte går från inom viss tid ska det andra steget lösa ut samtliga brytare som är anslutna till samlingssskenan.

Vid s.k. tvåbrytarställverk skall även fackets brytare mot andra samlingssskenan ”tvillingbrytare” bortkopplas av brytarfelsskyddets andra steg för att koppla bort fel mellan brytare och strömtransformator.

Vid direktjordat nät skall skyddet mäta i samtliga faser och nollan. Skyddet skall ha logik för 1 av 4 koppling för att säkerställa mot obefogade funktioner. Vid icke direktjordat nät skall skyddet mäta i samtliga faser. Skyddet skall ha logik för 2 av 3 koppling för att säkerställa mot obefogade funktioner.

Start av BFS skall vara kopplat via objektsskyddets provdon och avställningsenhet.

Utlösningsspulsen skall passera skyddets provdon och avställningsenhet.

Dubblering (SUB1 och SUB2) av BFS anges i anläggningspecifik teknisk beskrivning.

## **12.2 BFS Distributionsnät (50-6 kV)**

### **12.2.1 BFS Transformator**

BFS för transformatorer i distributionsnät skall ha separat inställbar strömmätning. Skyddsfunktionen skall vara oberoende av övriga felströmsmätande funktioner och ha separat "startgång" från t.ex. vakter. Skyddet får integreras i objekts-IED.

Start av BFS skall ske via objektsskyddet och utlösande vakter. Start från vakter skall vara kopplat via objektsskyddets provdon.

Utlösningsspulsen/startpulsen skall passera skyddets provdon och avställningsenhet.

### **12.2.2 BFS Ledning och övriga objekt**

BFS för ledningar och övriga objekt i distributionsnät skall ha separat inställbar strömmätning.

Skyddsfunktionen skall vara oberoende av övriga felströmsmätande funktioner. Skyddet får integreras i objekts-IED.

Skyddet skall startas av objektets felströmsmätande skydd.

Vid eventuellt reservskydd skall även reservskyddet initiera BFS. BFS får integreras i reservskyddet.

Utlösningsspulsen eller i förekommande fall startpulsen skall passera skyddets provdon.

## **13 Ljusbågsvakt**

Kapslade typprovade inomhusställverk skall förses med ljusbågsvaktssystem för varje spänningsnivå. Samtliga celler i ställverket skall övervakas.

Utlösning från vakt skall vara bestående tills en aktiv lokal kvittering sker.

Transformatorbrytare skall dessutom TM-blockeras (inkopplingsförbud) enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.

Varje enskild detektor som löser skall indikeras separat. Utrustning ska monteras så att indikeringar och viktig information på utrustningen kan avläsas och kvitteras på skåpfront med stängd dörr.

Vakten ska vara säkerställd mot obefogad funktion, detektorer skall vara placerade så att oavsiktlig påverkan, t.ex. solljus, undviks. Vid placering av detektorer skall provningsmöjligheter beaktas.

Strömvillkor för ljusbågsvakt ska inte användas

Funktionstid från ljusbåge till aktivering av utlösningsspole skall vara mindre än 10 ms inklusive tid för utlösningseenhet.

Optofiberledningar ska förläggas mekaniskt skyddade i hela sin längd, t.ex. i flexibel slang. Vid användning av elektriska detektorer skall kablarna vara skärmade.

Detektorer bör vara övervakade. Från och med **2021-01-01** skall detektorer vara övervakade. Samtliga detektorer skall vara individuellt övervakade och larmhanteras.

Samtliga brytare anslutna till den berörda skenan skall slås ifrån inklusive eventuell sammankopplingsbrytare. Transformatorn som är kopplad till berörd skena skall fränkopplas på både upp- och nedsidorna oberoende om det är en två- eller trelindad transformator.

Vaktenheten skall vara försedd med avställningsenhet. Signal skall ges för avställd vakt samt internt fel.

Utlösning från ljusbågsvakt ska starta störningsskrivare i inkommande fack.

## 14 Produktionsanslutning

För krav på reläskydd i produktionsanläggningar hänvisas till separata riktlinjer, normer och avtal.

För transformatorstationer med ansluten produktion skall skydden utformas enligt följande om inte annat anges i anläggningsspecifik tekniskbeskrivning.

Skydd för ledningar 130-70 kV med ansluten produktion skall om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning förses med skydd enligt normal ledningsskyddsutformning.

Skydd för ledningar 50-6 kV med ansluten produktion skall **utöver** normal skyddsutformning förses med ö-driftskydd innehållande:

- Riktat överströmsskydd (ISmr) 4 st. blockerbara steg, individuellt valbar riktning
- Över/underfrekvensskydd i två steg
- Trefasigt över/underspänningsskydd med två steg vardera för över- respektive underspänning.

Skyddfunktioner implementeras i ordinarie ledningsskydd. Skydden ska fränkoppla egen ledningsbrytare.

Där så erfordras enligt anläggningsspecifik teknisk beskrivning skall "Två-stegs frigivnings NUS" installeras enligt separat krav som tillhandahålls när skyddfunktionen erfordras.

### 14.1 Kompletterande skydd för ovanliggande nät

När det anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning skall det kompletteras med skydd för överliggande nät. Om stationen som ansluter produktionsaggregaten är radiellt matad kan hela stationen gå i ö-drift om ledningen på ovanliggande nät löst i borte änden.

Vid transformatorer med isolerad nollpunkt (130)70-6 kV kompletteras med ett NUS på uppsida transformator enligt *kap. 7.4.2*.

## 15 Telesamverkan/Reläskyddskommunikation

Telesamverkan delas in i reläskyddssamverkan, fjärrutlösningar och brytarblockeringar. Val och typ av kommunikation anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Vid skyddsfunktioner med SUB-uppdelning skall även kommunikationen vara fysiskt separerad. Vid t.ex. längdiffskydd (3Id>) i SUB1 och RSK/FUT i SUB2 får dessa inte dela kommunikationsöverföring.

För telesamverkan krävs att kommunikationsutrustningen är stabil mot störningar och har en hög tillgänglighet. Signalöverföringstiden skall vara så kort som möjligt med bibehållen säkerhet mot oönskad funktion.

Grundkravet på signalöverföringstid för fjärrutlösning (FUT) och reläskyddssamverkan är att en total felbortkopplingstid på 90 ms (inklusive bryartid) för fel inom ledningsskyddens första steg uppfylls och att alla fel på hela ledningen ska vara bortkopplade inom 130 ms.

För telesamverkan installeras i vissa fall TPE (Tele Protection Equipment), krav på dessa framgår av SvK TR02-05-03-02.

### **15.1 Kommunikation för reläskyddssamarbete**

Genom att låta ledningsskydden samverka med varandra via en reläskyddskanal kan man uppnå en selektiv bortkoppling av fel.

När ledningen är mycket kort, eller när man vill snabba upp bortkopplingstiden, ställs skydden in för att sända en accelerationssignal (RSK-SS) till den andra ledningsändan, där den mottagna signalen (RSK-SM) tillåter något av de tidsfördröjda riktade stegen att lösa momentant.

Signalöverföringen mellan skydden kan innehålla analoga eller binära värden. Överföringsmediet kan vara galvaniskt, optiskt eller trådlöst.

Sändning och mottagning ska passera provdon RTXP, antingen kan ledningsskyddets provdon användas alternativt ska ett separat provdon installeras

Mellan reläskydd och den kommunikationsutrustning som ska överföra signalen skall följande funktioner finnas (funktioner kan integreras i reläskydd):

- Signal Sänd (RSK-SS), signal skall indikeras på utrustningen samt i störnings- och händelseskrivare
- Signal Mottagen (RSK-SM), signal skall indikeras på utrustningen samt i störnings- och händelseskrivare
- Övervakning av kommunikationsutrustningen som ger signal till felsignalsystem vid kommunikationsfel och internfel
- En tryckknapp för provsändning av signal

Vid SUB-uppdelade ledningsskydd bör kommunikationen delas upp på separata kommunikationskanaler.

### **15.2 Kommunikation för fjärrutlösning, produktionsfrånkoppling och brytarblockering**

För fjärrutlösning (FUT) och produktionsfrånkoppling (PFK) ställs stora krav på säkerhet. Oönskad sändning av signaler tolereras ej. Om transformatorer saknar en lokal brytare sänds förutom fjärrutlösning även brytarblockeringssignal (inkopplingsförbud enligt VTR02-02 Stationskontroll) för att förhindra manuellt tillslag av brytare mot fel i transformator. Ytterligare en signal krävs för att upphäva blockeringen.

Sändning och mottagning av signaler mellan stationer skall ske via fristående TPE-utrustning (Tele Protection Equipment) för telesamverkan. För FUT skall en



utlösningsskanal/kommunikationsutrustning användas för varje objekt, om möjligt skall man upprätta redundans genom att även sända utlösningssimpuls "korsvis" genom att utnyttja annat objekts förbindelse.

För sändning av FUT, PFK och brytarblockering ska en "fjärrutlösningssändare" respektive "fjärrutlösningssmottagare" vara gränssnitt mellan kommunikationsutrustningen (TPE) och kontrollanläggningen.

Sändare och mottagare ska vara försedda med separata provdon RXP18.

Sändning av FUT, PFK och inkopplingsförbud ska passera objektets avställningsenhet. Utförd sändning skall indikeras antingen i fjärrutlösningssändaren eller med lysdiod på lokalt objektsskydd, samt lokalt och till fjärr.

Fjärrutlösningssmottagare skall innehålla utlösningsskombination (snabbt + övertagande + släckdiod) för utlösning av brytare.

Mottagaren ska övervaka kommunikationsutrustningen. Vid fel på kommunikationen ska mottagna signaler kunna ignoreras och larm skall ges lokalt, till fjärr samt reservlarm.

Mottagen/utlöst signal skall indikeras i fjärrutlösningssmottagaren eller med lysdiod på lokalt objektsskydd samt lokalt och till fjärr.

Fjärrutlösningssmottagare får inte vara beroende av lokalt objektsskydd för att lösa ut brytaren och utlösningen får inte påverkas av skyddets avställningsenhet.

Samma krav gäller för PFK sändare/mottagare som för FUT sändare/mottagare.

I vissa fall kan sändning och mottagning av FUT (eller PFK) ske direkt mellan reläskydd via binär signalöverföring i kommunikationskanal för LDS, detta anges i så fall i den anläggningsspecifika tekniska beskrivningen. Exempel på detta kan vara utlösning från en transformatorbrytares BFS i en radialmatad station som saknar ledningsbrytare.

I dessa fall ska logik finnas i sändande skydd som gör att sändning av FUT (eller PFK) ej sker när provhandtag är anslutet eller när avställningsenhet är avställd.

Mottagande skydd ska ha separata reläkontakter för utlösning av brytare vid mottagen FUT (eller PFK) och denna utlösningssimpuls får ej passera genom lokalt provdon eller lokal avställningsenhet.

### **15.3 Kommunikation för längsdifferentialskydd**

Kommunikation för längsdifferentialskydd kan utföras antingen via direktfiber eller via Vattenfalls aktiva kommunikationssystem (UCN). Kommunikationsutformning framgår av den anläggningsspecifika tekniska beskrivningen.

Vid kommunikation via aktivt nät ska Multimode med våglängd 820 nm användas. Kontakttyp "ST". En mediaomvandlare C37.94 till G703-E1 installeras mellan reläskydds-IED och interface på UCN-router. Mediaomvandlare ska ställas in som "clock slave".

Vid kommunikation via direktfiber ska det kommunikationsgränssnitt väljas som är lämpligast för kommunikationsutformning och avstånd till motstående station.

## 16 Bilagor

Bilaga 1 Enpoligt reläschemat ledningsskydd 130 kV

Bilaga 2 Enpoligt reläschemat ledningsskydd 70 kV

Bilaga 3 Enpoligt reläschemat ledningsskydd 50-6 kV

Bilaga 4 Enpoligt reläschemat transformatorskydd 130 kV

Bilaga 5 Enpoligt reläschemat transformatorskydd 70 kV

Bilaga 6 Enpoligt reläschemat transformatorskydd 50-20 kV

Bilaga 7 Enpoligt reläschemat kondensatorskydd

Bilaga 8 Avställningsenhet

Bilaga 9 Exempel övervakning utlösningsskrets

## Teknisk Riktlinje för Kontrollanläggning, VTR02

**VTR02-04 Automatiker****Sammanfattning**

Detta dokument specificerar krav på utförande av kontrollanläggning i Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer med konstruktionsspänning 7,2 - 420 kV

**Historik:**

Ver. Nr.	Ändringar avser: (kort beskrivning, senaste ändring överst)	Datum
3	Justerade pkt: 4, 6, 7, 8 och 9. Nya punkter: 12 och 14.	2020-10-01
2	Revidering av VTR2 enligt loggbok version 1	2017-05-15

## Innehållsförteckning

1	Allmänt.....	3
2	Standarder.....	3
3	Funktions- och tekniska krav .....	3
4	Automatiker och nätvärn generellt .....	3
5	Återinkoppling (SÅI+FÅI).....	4
5.1	Funktionskrav Snabbåterinkoppling SÅI.....	5
5.2	Funktionskrav Fördröjd återinkoppling FÅI.....	6
6	Fasning- Parallellning- och Spänningssättningsutrustning (FPS).....	7
7	Brytarsynkroniseringsdon.....	8
8	Spänningsregleringsautomatik - LK-aut. ....	8
8.1	Samstyrning.....	9
9	Avstämningsautomatik NX-automatik (Nollpunktsreaktor).....	10
10	Nollpunktsautomatik NM-automatik (Resistor/Motstånd).....	11
11	Nollspänningsautomatik – U0-automatik .....	11
12	Överkopplingsautomatik - ÖK-automatik .....	12
13	Lokalkraft – omkopplingsautomatik .....	12
14	Nätvärn.....	12
14.1	Extremspänningsautomatik – EXA .....	13
14.2	Automatisk förbrukningsfrånkoppling – AFK .....	13
14.3	Produktionsfrånkoppling – PFK.....	13

## 1 Allmänt

Denna riktlinje avser Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer 7,2-420 kV.

Denna riktlinje omfattar automatiker och nätvärn.

## 2 Standarder

Anläggningar och utrustningar skall uppfylla de krav som finns i Svenska lagar och föreskrifter för elektriska starkströmsanläggningar. De skall dessutom uppfylla kraven i tillämpliga Svenska standarder om ej annat anges i detta eller andra VTR- och TR1-dokument. För standarder gällande kontrollanläggning skall *VTR02-01* tillämpas.

All utrustning, apparater, konstruktioner, dokumentation och montage ingående i levererade funktioner skall vara utförda så att de uppfyller beställarens specificerade krav. Finns det speciella krav i den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen som avviker från uppräknade normer, gäller dessa krav före normerna. Data och anläggningsbundna krav specificeras i anläggnings-specifik teknisk beskrivning.

Levererad utrustning skall uppfylla kraven i gällande EU-direktiv och för lågspänningsutrustning kraven på CE-märkning.

Alla skydd, automatiker och nätvärn som har anslutning mot apparater i högspänningsanläggningen skall uppfylla störmiljöprov enligt norm i *Bilaga 1 i VTR02-01*.

## 3 Funktions- och tekniska krav

Utrustningar skall vara konstruerade på sådant sätt att de har förutsättningar att kunna fungera på avsett sätt under minst 40 år utan större underhållsinsatser men för reläskydd, kommunikationsutrustning och annan elektronisk utrustning förväntas den hålla minst 20 år

Automatiker och nätvärn skall uppfylla samma grundläggande tekniska krav som reläskydd.

Utrustningar får ej vara försedda med batterier av något slag för att säkra inställningar m.m. under hjälpspänningsavbrott.

## 4 Automatiker och nätvärn generellt

Vid SUB-uppdelad anläggning placeras automatiker endast i en SUB, normalt i SUB1. Återkopplingsautomatik i SUB1 skall startas av reläskydd i SUB1 och SUB2.

Vid SUB-uppdelad anläggning placeras nätvärn endast i en SUB, normalt SUB1, vissa nätvärn kan dock få startsignal från skydd i både SUB1 och SUB2. Nätvärns huvudsakliga uppgift är att undvika överlast i samband med snabba händelser i nätet och har ingen felbortkopplande funktion.

Samtliga generella krav nedan gäller både för automatiker och nätvärn.

Utrustning skall ha självövervakning och en fri kontakt som ger signal vid internt fel. Felsignal ska avges lokalt och till fjärrkontroll.

Automatiker enligt detta dokument ska utföras i IED som leverantör levererar specifikt förprogrammerad för funktionen (t. ex. NX-aut., brytarsynkdon) alternativt ska automatiken utföras i en IED från reläskyddsleverantör (skydds- eller fackkontrollterminal). Varje automatikfunktion skall individuellt kunna manövreras lokalt och på fjärr.

Utrustningar får ej utföra oönskade funktioner i samband med avbrott i hjälpspanningsförsörjningen. De skall efter ett sådant avbrott automatiskt återstarta.

Provning av utrustning skall kunna ske utan att primära anläggningsdelar tas ur drift. Samtliga utrustningar, utom NX-automatik, skall därför vara försedda med provdon av fabrikat ABB typ Combitest RTXP18 eller RTXP24. Provhandskar för samtliga typer av i leveransen ingående provdon skall ingå.

Provdonet skall vara utformat så att omkoppling, frånskiljning och kortslutning sker automatiskt. Mätspänningskrets skall automatiskt frånskiljas utan risk för kortslutning av primär mätkrets, mätströmkrets skall automatiskt kortslutas och frånslag/tillslag skall automatiskt blockeras. Systemet skall vara så utformat att inga oönskade funktioner sänds från automatiken vid insättning, under provning eller vid borttagning av provhandtaget ur provdonet.

Alla mätspänningar, mätströmmar, starter och manöverpulser skall passera provdonet.

Utrustningar som har funktion för från- eller tillslag av brytare ska vara försedda med avställningsenhet enligt *VTR02-03*. Undantag för Återinkopplingsautomatik på distributionsledningar. Samtliga utlösningar och tillkopplingar samt ev. starter av funktioner i andra IEDer ska passera avställningsenheten. Automatiker som är installerade i gemensam IED med reläskydd ska använda samma avställningsenhet.

## 5 Återinkoppling (SÅI+FÅI)

Alla ledningsobjekt ska innehålla funktion för återinkoppling. Det framgår av den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen om den ska användas.

Automatik för återinkoppling (SÅI och FÅI) ska ingå i skydds-IED och startas av utlösningsspulser från ledningsskydd.

Det ska finnas möjlighet till två återinkopplingsförsök, dels snabbåterinkoppling och dels fördröjd återinkoppling.

Snabbåterinkopplingen sker i de flesta fall utan kontroll av spänning och fasläge. Fördröjd återinkoppling ska i transmissionsnätet 70 - 130 kV ske med hjälp av fasnings-, parallellnings-, och spänningssättningsutrustning eller motsvarande.

Endast ledningsskydd får starta SÅI och FÅI. Samlingsskeneskydds-, transformatorskydds-, och brytarfelsskyddsutlösningar får inte leda till SÅI eller FÅI.

Återinkopplingsautomatiken skall kunna tas ur drift och i drift såväl via lokal HMI som från fjärr. Vid denna manöversekvens ska både snabbåterinkopplingen och fördröjda återinkopplingen tas ur/i drift. Driftformsindikering som hämtas direkt från reläskyddet ska fjärröverföras som dubbelindikering.

Automatiken ska vara försedd med ingångar för start, frigivning, avställning och blockering av återinkoppling. Vid trycksatt brytare ska densitetskontrollen steg 2 och ospänd fjäder manöverdon blockera återinkoppling.

Automatiken ska vara försedd med minst en utgång för tillslag av brytare.

Automatiken ska vara försedd med minst två fria kontakter vardera för att ge signal vid start SÅI och start FÅI. Automatiken ska vara försedd med minst två fria kontakter för att ge signal vid tillslagspuls till brytare.

Automatiken ska vara försedd med indikeringar. Separata indikeringar ska finnas för SÅI respektive FÅI. Dessa kan utföras av någon form av flaggrelä, räkneverk, lysdioder eller teckenfönster. Start och tillslagspuls ska indikeras. Indikeringen ska valbart kunna återställas manuellt eller automatiskt.

Automatiken kan vara integrerad i en lednings-IED och måste då kunna startas av ledningsskydd som inte är integrerat med den IED som automatiken byggts in i. Ett villkor för återinkoppling är att fjädern är spänd.

Vid förlust av hjälpspänning samtidigt som en ÅI-cykel pågår, skall ÅI-cykeln avbrytas.

#### Tekniska krav

Tidsfördröjningar:		Inställningsmöjligheter:
Fördröjning av tillslagspuls	SÅI	0,1–3 sekunder
	FÅI	10–90 sekunder
Blockeringstid efter	tillmanöver	1–15 sekunder
	ÅI	1–15 sekunder
Tillslagspulsens längd		0,1–0,5 sekunder

### **5.1 Funktionskrav Snabbåterinkoppling SÅI**

Snabbåterinkoppling tillämpas för transmissionsnätet 70 - 130kV.

För distributionsnätet 6 - 50 kV tillämpas normalt inte SÅI.

Snabbåterinkopplingsutrustningen (SÅI) ska kunna startas av ledningens kortslutnings- och jordfelsskydd (för 70 kV ledningsskydd ska SÅI inte startas av jordfelsskyddet) och ge tillslagspuls till brytarna med ett försök vid selektiv utlösning.

För transmissionsnätet 70 - 130 kV utgörs selektiv utlösning alltid av ledningsskyddens momentana steg 1 samt normalt det tidsfördröjda steg 2 (0,4 s) alternativt vid reläskyddskommunikation det accelererade steget. Utlösningar från övriga tidsfördröjda steg får ej leda till SÅI.

Utlösning från längsdifferentialskydd skall kunna starta SÅI.

Tillslagspuls ska ges efter en i automatiken inställbar tid efter det att automatiken fått utlösningssignal från skyddet.

SÅI ska blockeras om brytaren ej öppnar i alla faser vid utlösning från skydd.

Omedelbart efter alla tillslag av brytaren ska SÅI blockeras under en inställbar tid (blockeringstid).

Endast en brytare som fått utlösningsspuls och före utlösningen varit tillslagen längre tid än 3 sekunder får snabbåterinkopplas.

I stationer med 2-brytarsystem där båda brytarna är tillslagna ska SÅI ske först med en brytare och sedan med den andra om den första lyckas. Tidsfördröjningar för tillslagspulsen till respektive brytare ska kunna ställas in separat. Om endast ena brytaren varit tillslagen före störningen ska automatiskt den kortare tidsfördröjningen användas före tillslaget och den andra brytaren skall inte få tillslagspuls.

När SÅI ska frigges med synkroniseringskontroll ska denna omfatta kontroll av spännings- och fasvinkelavvikelse samt i vissa fall frekvensavvikelse. Utrustningen ska snabbt och säkert avgöra om villkoren är uppfyllda.

## **5.2 Funktionskrav Fördröjd återinkoppling FÅI**

Fördröjd återinkoppling tillämpas för transmissionsnätet 70 - 130kV och för distributionsnätet 6 - 50 kV.

Fördröjda återinkopplingsutrustningen (FÅI) ska kunna startas av ledningens kortslutnings- och jordfelskydd (för 70 kV ledningsskydd ska FÅI startas av jordfelskyddets riktade utlösningsteg (steg2+steg3)) och ge tillslagspuls till brytarna med ett försök vid selektiv utlösning (efter misslyckad SÅI om SÅI används).

I transmissionsnät 70 - 130 kV utgörs selektiv utlösning alltid av ledningsskyddens momentana steg 1 samt normalt det tidsfördröjda steg 2 (0,4 s) alternativt vid reläskyddskommunikation det accelererade steget. Utlösningar från övriga tidsfördröjda steg får inte leda till FÅI.

Utlösning från längsdifferentialskydd skall kunna starta FÅI.

Ledningsskyddets nollspänningsautomatik (Uo) ska inte leda till FÅI.

För distributionsnät 6 - 50 kV skall normalt samtliga utlösande steg, exklusive NUS1 och undertidsfunktion, starta FÅI.

Automatiken startas av utlösningsspuls från ledningsskydd. Tillslagspuls ska ges efter en i automatiken inställbar tid efter det att automatiken fått utlösningsspuls från skyddet.

FÅI ska blockeras om brytaren ej öppnar i alla faser vid utlösning från skydd.

Omedelbart efter alla tillslag av brytaren ska FÅI blockeras under en inställbar tid (blockeringstid).

I stationer med 2-brytarsystem där båda brytarna är tillslagna ska FÅI ske först med en brytare och sedan med den andra om den första lyckas. Tidsfördröjningar för tillslagspulsen till respektive brytare ska kunna ställas in separat. Om endast ena brytaren varit tillslagen före störningen ska automatiskt den kortare tidsfördröjningen användas före tillslaget och den andra brytaren skall inte få tillslagspuls. Funktionen ska säkerställa funktion för s.k. pumpning, om ena brytaren gjort en misslyckad spänningssättning ska den andra blockeras.



Fördröjd återinkoppling på 70-130 kV ska normalt frigges med synkroniserings-kontroll, denna ska omfatta kontroll av spännings- och fasvinkelavvikelse samt i vissa fall av frekvensavvikelse. Utrustningen ska snabbt och säkert avgöra om villkoren är uppfyllda.

## 6 Fasning- Parallellning- och Spänningssättningsutrustning (FPS)

Alla tillslag av brytare för ledningar där skillnad i spänning eller fasvinkel kan förekomma, skall ske med hjälp av en automatisk Parallellnings- och Spänningssättningsutrustning. Detta innebär att alla stationer med spänning 70 - 130 kV som är försedda med ledningsbrytare skall ha utrustning för PS-funktion.

Stationer med ansluten produktion skall ha utrustning för automatisk Fasning (för de objekt som kräver infasning), Parallellnings- och Spänningssättningsutrustning.

I de fall det krävs FPS-utrustning gäller funktionskrav enligt SvK-TR02-06-02.

Nedan ställda krav gäller enbart i de fall det räcker med PS funktion.

PS-funktionen skall vara individuell för varje objekt via s.k. syncrocheck. Utrustningen placeras i samma IED som reläskydd.

Förhållanden som under mätperioden förändras ska medföra att pågående funktion spärras och ny mätning med de nya kriterierna startar.

Parametrar för inkopplingskriterierna ska vara inställbara och valbara för varje delfunktion (P och S).

Blockeringsgång för yttre mätspänningsövervakning ska finnas.

Det ska finnas en övervakningsfunktion som efter inställbar tid avbryter inkopplad PS om kallad brytare inte slagits till.

Vid fjärr och närmanöver ska det vara möjligt att förbigå PS-donet genom att välja "Rak manöver". Rak manöver skall vara möjlig/aktiverad enbart under en inställd tid på max 30 sekunder varefter PS-donet kopplas in igen. Manöver från reservmanöverplats ska inte utföras via FPS.

Fas- eller huvudspänning ska hämtas från spänningstransformatorer. Donets mätspänningsingångar ska vara avsedda för nominella spänningar upp till 110 V. Mätområdet ska täcka 0–160 V. Maximal börda per mätingång 3 VA.

Fasning pågår skall indikeras lokalt och på fjärr.

Synkroniseringsfunktionen:	Inställningsmöjligheter:
Fasavvikelse $\Delta\varphi$	5–90 grader
Spänningsskillnad $\Delta U$	0–50 % av $U_n$
Frekvensskillnad $\Delta f$	0,03–0,5 Hz

## 7 Brytarsynkroniseringsdon

Kondensatorbatterier och shuntreaktorer samt vissa transformatorer för spänningsnivåer 70-130 kV eller som kopplas ofta förses med switchsynk för tillslag och frånslag.

Utrustning installeras för brytare med enpoliga manöverdon, men kan i vissa fall även installeras vid ett trepoligt manöverdon. I sådana fall utförs fördröjningen mellan faserna mekaniskt på brytaren. I det fall brytarsynkroniseringsdon ska installeras anges det i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Donet ska styra till- och frånkoppling vid lämplig tidpunkt på spänningshalvvågen. Efter lämplig fördröjning ska donet ge manöver till brytaren så att brytaren går till och från vid gynnsammaste tidpunkt.

Brytarsynkroniseringsdonet skall vara adaptivt.

Donet/IEDn ska företrädesvis ha inbyggd störningsskrivare som kopplas till STINA, i det fall inbyggd störningsskrivare saknas ska störningsskrivare för påverkat objekt startas.

Vid avbrott i strömförsörjningen till brytarsynkroniseringsdonet ska inställningen bibehållas så att brytaren går att manövrera efter det att strömförsörjningen återvänt. Säkerställandet får inte ske med batteriuppsatt minne.

Vid fel på donet ska detta med ett enkelt handgrepp kunna förbikopplas lokalt, via ett vred placerat vid donet. Brytaren ska då manövreras från fjärr- och närmkontroll med samtidigt tillslag av samtliga faser. Förbikopplat don ska indikeras till fjärrkontroll.

## 8 Spänningsregleringsautomatik - LK-aut.

Transformator med lindningskopplare skall förses med LK-automatik. Automatiken är till för att reglera spänningen på nedsidan av transformatorn.

Automatik för spänningsreglering skall utföras i separat IED för varje objekt och får inte ingå i skydds-IED.

Det skall finnas möjlighet att kompensera för det reaktiva effektflödet.

Reglerautomatiken skall mäta huvudspänningen i aktuell reglerpunkt. Inställningsområdet för spänningsbörvärde skall ligga inom 90–110 % av märkspänningen. Upplösning och dödband skall anpassas till lindningskopplare av olika typer, såväl av nyare som äldre typer. Tidsfördröjning mellan steg skall vara inställbar mellan 15 och 120 s.

Spänningsregleringsautomatiken skall blockeras vid överström (ISm-LK) och vid onormal spänning (över- och underspänning).

Över och underspänningsblockering samt ISm-LK ska kunna provas via provdon.

Överströmsskydd för Lindningskopplare (ISm-LK) utförs enligt VTR02-03.

ISm-LK får integreras i automatiken under förutsättning att krav enligt VTR02-03 uppfylls.

ISm-LK skall blockera både hand- och automanöver av lindningskopplaren genom att bryta upp lindningskopplarens manöverspänning.

Över- och underspänningsblockeringen utförs med två parallella oberoende funktionsenheter, en extern samt automatikens interna blockeringsfunktion. Parametrarna ska vara steglöst inställbara. Vid överspänning skall endast ökamanöver blockeras. Vid underspänning ska endast minskamanöver blockeras. Över- och underspänningsblockering skall endast blockera spänningsregleringsautomatiken, Manuell manöver (hand) skall inte blockeras av över- eller underspänningsblockering.

Start reglering "minska/öka" skall indikeras på lysdiod eller display.

Automatikfunktionen ska blockeras om spänningsmätningen kan kopplas bort, t.ex. med blockering från brytarläge på både upp- och nedsida.

Regleringen utförs som impulser med inställbar tid. Tiden mellan dessa impulser skall också kunna ställas in valbart mellan inverttid eller konstanttid. Inverttid erfordrar att den genomflutna strömmen indikeras.

För att regleringen ej skall arbeta kontinuerligt skall finnas ett okänslighetsområde (dödband) som är inställbart.

En funktion som mäter spänningen i ett snitt utanför aktuella mättransformatorer skall finnas. För att erhålla denna funktion erfordras antingen en parameter Z, eller parametrarna R och X.

#### Tekniska krav

Inställningsområde	90–110 % av $U_n$ , upplösning $\leq 1$ % av $U_n$
Tillåten avvikelse (dödband)	$\pm 0,5$ % till $\pm 3$ % av $U_n$ , upplösning $\leq 1$ % av $U_n$
Tidskaraktistik	konstanttid och inverttid
Funktionstid (konstant)	15, 30, 60, 90, 120 s
Reglerpuls	En puls efter varje fördröjningsperiod eller kontinuerlig vid bestående avvikelse. Pulslängden ska vara inställbar mellan 1-10 s
Underspänningsblockering	70–110 % av $U_n$ Steglöst
Överspänningsblockering	90–130 % av $U_n$ Steglöst

### **8.1 Samstyrning**

Vid parallellmatande transformatorer skall samstyrning användas för att fördela lasten jämt och minimera cirkulationsströmmen mellan transformatorerna. Om transformatorer ska ha samstyrning framgår i den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen.

Automatiken ska kunna manövreras/indikeras SÄR/SAM-drift samt i förekommande fall Master/Slave lokalt och på fjärr.

Om LK-donen har avvikande läge (tidsfördröjt) vid samdrift ska automatiken blockeras och larm avges. Vid omkoppling till "hand" och frånkoppling av styrande transformator skall samdrift automatiskt frånkopplas/blockeras.

För parallellstyrning väljs någon av följande principer, cirkulationsström-principen används om inte annat anges i den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen

### **Cirkulationsström - principen**

Cirkulationsström uppkommer, mellan två lika transformatorer, då lindningskopplarnas läge inte överensstämmer. Cirkulationsströmmen är i huvudsak av reaktiv karaktär. Metoden bygger på att man mäter resp. transformators reaktiva andel, som bildar ett kompensationsvärde.

### **Master/Slav - principen**

Principen kan användas om respektive lindningskopplare är försedd med lägeskontakter. Alternativt kan den analoga motståndindikeringen användas, under förutsättning att upplösningen säkerställs.

Valet mellan MASTER/SLAV ska kunna ske godtyckligt mellan ingående transformatorer. Säkerställning ska ske så att endast en automatikutrustning kan vara MASTER.

Vid utgående reglerorder måste masterns LK-don vänta på att slavens LK-don innan ny reglerorder får utgå.

Vid inkoppling av samstyrning då de aktuella LK-donen står olika, ska slaven via impulser justeras in till samma omsättning som mastern. Mastern ska under tiden vara blockerad.

## **9 Avstämningsautomatik NX-automatik (Nollpunktsreaktor)**

Automatiken skall kunna ställas in för antingen avstämt eller under- respektive överkompensering. Inställningen skall valbart kunna göras i procent eller ampere. Larm skall avges om inte automatiken kan justera avstämningen till önskat resultat.

Automatiken ansluts till öppet deltalindning på spänningstransformator. Företrädesvis via spänningstransformator på krafttransformators nedsida. Vid nollpunktsbildare via spänningstransformator på samlingskena.

Avstämningsautomatik skall ställas 2A överkompenserat om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

När NX-automatiken noterat en förändring i nollföljdspänningen skall det momentant initieras en avstämning och ev. en reglering av nollpunktsreaktorn. Finns återinkoppling (ÅI) skall tiden för initiering av avstämningen fördröjas och ställas in på 10 s längre än tiden för ÅI.

Gällande detektering av höghögliga jordfel se *VTR02-02 kapitel 6.3*.

Automatiken ska kunna manövreras/indikeras Hand/Auto samt Minska/Öka lokalt och på fjärr. Reaktorläge i Ampere ska kunna avläsas lokalt och på fjärr. Se även *VTR02-02*.

Automatiken ska vara försedd med ströminjicering (inkl.) arbetsbrytare för avstämning i symmetriska, dämpade nät, med mycket låg nollpunktsspänning om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Avstämningsautomatik placeras i egen IED och automatiken skall inte vara försedd med särskild anordning för avställning och provning, ABB Combitest.

## 10 Nollpunktsautomatik NM-automatik (Resistor/Motstånd)

För nollpunktsmotstånd ska det i vissa fall installeras nollpunktsautomatik som vid inställd nollpunktsspänning kopplar ifrån nollpunktsmotståndet i syfte att vid övergående jordfel ge nollpunktsreaktorn möjlighet att "släcka" ljusbågen i felstället.

Efter en inställbar tid ska nollpunktsmotståndet kopplas in igen. Det framgår av den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen om funktionen skall ingå.

Automatiken skall ha följande besked för funktion, automatik i drift + brytare (nollpunktsmotstånd) till + NUS (nollpunktsspänning) över inställd nivå 30 V (10-50 V). Vid nollpunktsspänning över inställd nivå skall motståndsbrytaren fränkopplas momentant (0,0–0,5 s) och efter 1,5 s (0,5–1,5 s) skall motståndsbrytaren tillkopplas oberoende av om det fortfarande kvarstår nollpunktsspänning eller inte.

För att undvika "pumpning" ska automatiken ha en inställbar återhämtningstid (0–60 s) efter funktion.

Nollpunktsautomatik ska ha manöver/indikering Hand/Auto lokalt och på fjärr.

Vid varmt motstånd ska motståndsbrytaren kopplas från oavsett driftläge på automatiken och tillslag från automatiken skall förhindras under den tid insignalen är aktiv. Larm för varmt motstånd skall överföras till felsignalutrustning och vidare på fjärr.

Nollpunktsautomatiker kan i vissa fall ha unik stationsspecifik funktion. Detta är vanligt förekommande i maskade spoljordade nät.

## 11 Nollspänningsautomatik – U0-automatik

Nollspänningsautomatiker används i nätet för att förbereda återuppbyggnad efter störning. Objekt anslutna till samlingsskenor, 70 – 130 kV skall vara försedda med nollspänningsautomatik. Den skall efter inställd tid slå ifrån brytaren vid spänningslöshet i stationen. Grundprincipen är att om samlingsskenan förlorar spänning skall, till skenan anslutna brytare, slås ifrån. Transformatorer med direkt ansluten lokalkraft skall endast fränkopplas på nedsidan för att säkerställa stationens lokalkraftsmatning i samband med spänningssättning av överliggande nät. Transformatorer utan direkt ansluten lokalkraft fränkopplas på både upp- och nedsida.

Samtliga tre faser ska sjunka under inställt värde för funktion. Automatiken skall ha en fördröjning som för varje individuellt objekt är inställbar inom området 3 till 12 sekunder.

En brytare som redan är från, skall inte ges ny frånslagspuls av automatiken. Automatiken skall också blockeras om en brytare manövreras till i spänningslöst tillstånd, t.ex. vid prov.

I vissa stationer med inbesparingar av brytare och/eller spänningstransformatorer får man en osäker funktion. Härvid ska vid utformningen, risken för obefogad funktion väga tyngre än risken för utebliven.

Automatiken utförs som separata enheter per fack/objekt, automatiken integreras i objektets skydds-IED.

Automatiken skall inte blockeras från säkringsövervakning förutom vid utförande med automatsäkring där blockeringssignal från hjälpkontakt för utlöst automat ansluts.

#### Tekniska krav

Inställningsområde	20–60 V
Överbelastning kontinuerlig	120 % av $U_n$
Överbelastning 1 s	150 % av $U_n$

## **12 Överkopplingsautomatik - ÖK-automatik**

ÖK-aut. installeras för att snabbt och automatiskt spänningssätta ett eller flera objekt vid störning så att matningen flyttas över till en redundant matningsväg. Det framgår av anläggningsspecifik teknisk beskrivning om funktionen ska ingå.

Överkopplingsautomatikens uppgift är att möjliggöra en snabb spänningssättning av objekt vid en störning från en annan förutbestämd redundant matningsväg. En överkoppling sker ej avbrottsfritt utan möjliggör enbart snabb spänningssättning från redundant matningsväg.

Startkriterium för automatiken är normalt spänningslös anläggningsdel (ledning, samlingsskena eller motsvarande) ofta i kombination med utlöst brytare och kontroll att alternativ matning är spänningssatt. Tidsfördröjda från- och tillkopplingar används normalt. Blockering/förregling för att inte inkoppla en felbehäftad anläggning skall finnas i automatiken.

Beroende på utformning kan inkopplingen ske direkt (med kort tidsfördröjning) alternativt via FPS- eller PS-utrustning.

Spänningsmätning skall var trefasig med säkringsövervakning.

Larm ska avges vid misslyckad överkoppling.

Automatiken ska kunna tas i och ur drift lokalt i stationen samt via fjärrkontroll.

Automatiken ska ha störningsskrivare och kopplas till STINA.

Automatiken får inte integreras i IED med annan automatik eller reläskydd och ska placeras i separat objektskåp.

## **13 Lokalkraft – omkopplingsautomatik**

Behandlas i *VTR02-05 Hjälpkraftsystem*.

## **14 Nätvärn**

Nätvärn installeras i kraftsystemet för att om möjligt rädda detta vid drifttillstånd som kan leda till sammanbrott i kraftsystemet. Dessa tillstånd kan vara över- eller underskott av produktion, extrema spänningar eller brist på överföringsförmåga.

### **14.1 Extremspänningsautomatik – EXA**

EXA utförs enligt *SvK-TR02-05-11-03*. Det framgår av den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen om funktionen skall ingå.

Automatiken ska kunna tas i och ur drift lokalt i stationen samt via fjärrkontroll.

Automatiken ska ha störningsskrivare och kopplas till STINA.

EXA för ett enstaka objekt får integreras i IED med skyddsfunktioner för berört objekt. Vid stationsövergripande EXA med flera objekt får den inte integreras i IED med annan automatik eller skydd.

### **14.2 Automatisk förbrukningsfrånkoppling – AFK**

AFK ska utformas enligt gällande föreskrift från Affärsverket Svenska Kraftnät angående utrustning för förbrukningsfrånkoppling (SvkFS). Det framgår av den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen om funktionen skall ingå.

AFK är ett nätvärn som installeras för att koppla bort belastning vid stort produktionsunderskott för att kraftbalansen skall återställas. AFK skall mäta frekvensen och koppla bort belastningar i olika steg enligt anläggnings-specifik teknisk beskrivning. Utrustningen ska ha möjlighet till flera olika samtidiga steg.

Automatiken ska kunna tas i och ur drift lokalt i stationen samt via fjärrkontroll. Respektive objekt som omfattas av AFK ska kunna tas i drift/ur drift via HMI på IEDn samt via stations-HMI och fjärr.

Automatiken ska ha störningsskrivare och kopplas till STINA.

Automatiken får inte integreras i IED med annan automatik eller skydd och ska placeras i separat objektskåp.

### **14.3 Produktionsfrånkoppling – PFK**

PFK utförs enligt *SvK-TR02-05-11-01*. Det framgår av den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen om funktionen skall ingå.

PFK är ett nätvärn som installeras för att koppla bort produktion vid försvagat nät för att förebygga överbelastning. Det vanligaste tillvägagångssättet är att utlösande reläskydd via logik kopplar bort produktion i den egna stationen eller via fjärrutlösning-FUT till angränsande stationer. Det kan även förekomma att automatiken löser ut matande ledningar.

GOOSE ska inte användas för aktivering eller andra tillämpningar.

Automatiken ska kunna tas i och ur drift lokalt i stationen samt via fjärrkontroll. Respektive objekt som omfattas av PFK ska kunna tas i drift/ur drift via HMI på IEDn samt via stations-HMI och fjärr.

Automatiken ska ha störningsskrivare och kopplas till STINA.

Automatiken får inte integreras i IED med annan automatik eller skydd och ska placeras i separat objektskåp.



Teknisk Riktlinje för Kontrollanläggning, VTR02

## VTR02-05 Hjälpkraftsystem

### Sammanfattning

Detta dokument specificerar krav på utförande av hjälpkraftsystem i Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer med konstruktionsspänning 7,2 - 420 kV.

### Historik:

Ver. Nr.	Ändringar avser: (kort beskrivning, senaste ändring överst)	Datum
3	Justerade punkter: 3.1, 4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 5.1, 5.2, 5.3 och 5.5. Nya punkter: 6 och 7. Justerade bilagor: 1-5, ny bilaga 6	2020-10-01
2	Revidering av VTR2 enligt loggbok version 1	2017-05-15

## Innehållsförteckning

1	Allmänt.....	4
2	Standarder.....	4
3	Funktions- och tekniska krav .....	4
3.1	Betydelseklassning .....	4
4	Växelströmsmatning.....	7
4.1	Växelströmcentraler.....	7
4.2	Uttag.....	8
4.3	Omkopplingsautomatik.....	9
4.4	Växelriktare .....	10
4.4.1	Funktionskrav .....	10
4.4.2	Tekniska krav .....	11
4.4.3	Utförande .....	11
4.5	Mobil Reservkraft.....	12
5	Likströmsmatning .....	12
5.1	Kontrollanläggning med SUB-uppdelning .....	13
5.2	Kontrollanläggning utan SUB-uppdelning .....	13
5.3	Battericentral, LS-central .....	13
5.4	Batterier .....	15
5.4.1	Åldring och ofullständig laddning .....	16
5.4.2	Belastningsprofil .....	16
5.4.3	Märkdata .....	17
5.4.3.1	Cellspänning och cellantal.....	17
5.4.3.2	Polspänning.....	17
5.4.3.3	Densitet.....	17
5.5	Laddningslikriktare.....	17
5.5.1	Funktionskrav .....	19
5.5.2	Tekniska krav .....	19
5.5.2.1	Statisk reglernoggrannhet.....	20
5.5.2.2	Dynamisk reglernoggrannhet.....	20
5.5.3	Utförande .....	20
5.5.3.1	Elektriska krav .....	21
5.5.3.2	Mekaniska krav .....	21
5.6	Likströmsövervakning .....	22
5.6.1	Funktionskrav .....	22
5.6.1.1	Spänningsövervakning .....	23
5.6.1.2	Jordfelsövervakning .....	24
5.7	Säkringsövervakning.....	24
5.8	LS-omvandlare.....	25
5.8.1	Funktionskrav .....	25
5.8.2	Tekniska krav .....	25

5.8.3	Utförande .....	26
6	Utrustning batterirum .....	26
7	Märkning/Skyltning .....	26
8	Dokumentation .....	27
8.1	Utförande .....	27
9	Provning .....	27
10	Bilagor .....	28
	Bilaga 1 Principschema uppbyggnad LS-system vid B1 och B2-1 .....	28
	Bilaga 2 Principschema uppbyggnad LS-system vid B2-2 utan SUB-uppdelning .....	28
	Bilaga 3 Principschema uppbyggnad LS-system vid B2-2, B3 och B4 med SUB-uppdelning .....	28
	Bilaga 4 Principschema uppbyggnad VS-system TN-S .....	28
	Bilaga 5 Principschema uppbyggnad VS-system TN-C .....	28
	Bilaga 6 Omkopplingsautomatik lokalkraft .....	28

## 1 Allmänt

Denna riktlinje avser Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer 7,2-420 kV.

## 2 Standarder

Anläggningar och utrustningar skall uppfylla de krav som finns i Svenska lagar och föreskrifter för elektriska starkströmsanläggningar. De skall dessutom uppfylla kraven i tillämpliga Svenska standarder om ej annat anges i detta eller andra VTR- och TR1-dokument. För standarder gällande kontrollanläggning skall VTR02-01 tillämpas.

All utrustning, apparater, konstruktioner, dokumentation och montage ingående i levererade funktioner skall vara utförda så att de uppfyller beställarens specificerade krav. Finns det speciella krav i den anläggningsspecifika tekniska beskrivningen som avviker från uppräknade normer, gäller dessa krav före normerna. Data och anläggningsbundna krav specificeras i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Levererad utrustning skall uppfylla kraven i gällande EU-direktiv och för lågspänningsutrustning kraven på CE-märkning.

## 3 Funktions- och tekniska krav

Utrustningar skall vara konstruerade på sådant sätt att de har förutsättningar att kunna fungera på avsett sätt under minst 40 år utan större underhållsinsatser men för reläskydd, kommunikationsutrustning och annan elektronisk utrustning förväntas den hålla minst 20 år.

Stationens hjälpkraftsystem skall ha följande grunddata om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning:

VS-system	230/400 V
LS-system	110 V
LS-system	24 V matat via LS-omvandlare från 110 V systemet.

Eventuellt behov av VS-matning genom UPS, växelriktare och/eller dieselgeneratoraggregat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

### 3.1 Betydelseklassning

Anläggningarna indelas i fyra betydelseklasser. I anläggningsspecifik teknisk beskrivning anges stationens betydelseklass.

#### Eltekniskt utförande B1

- Växelströmshuvudcentralen kan matas från ett enkelt kraftsystem. Försörjning kan ske från t.ex. lokaltransformator, lokalkraftledning eller matning från yttre nät. I de fall växelströmshuvudcentralen kan försörjas från två skilda håll skall den utformas med automatisk omkoppling mellan matningar.
- Intag skall finnas för anslutning av mobil reservkraft.
- Likströmssystemet kan bestå av ett enkelt batterisystem varifrån övriga spänningar normalt erhålls via LS-omvandlare. (Se *Bilaga 1 "Batterisystem B1"* och anläggningsspecifik teknisk beskrivning.) Felbortkopplingsfunktioner får ej matas via LS-omvandlare.

- Stationsbatterier skall ha en drifttid längre än 12 timmar utan att manuella åtgärder behöver vidtas.
- Laddningslikriktare dimensioneras för hela stationens  $I_g$  (grundlastström) +  $(0,10 \times C_{10})^*$ .
- Möjlighet skall finnas att enkelt ansluta yttre LS-matning.
- Batterier skall normalt vara av typen fritt ventilerade.
- Möjlighet skall finnas att enkelt koppla från batterisystemet vid långa elavbrott.
- Utrymme ska finnas för att utöka likriktar- och batterikapacitet motsvarande reservplatser i ställverk.

\*( $C_{10}$  = Nominell 10-timmars kapacitet i Ah vid 20 °C)

## Eltekniskt utförande B2

- Växelströmshuvudcentralen skall försörjas från minst två skilda håll med automatisk omkoppling. Försörjning kan ske från t.ex. lokaltransformator, lokalkraftledning kombinerad med nollpunktsbildare eller matning från yttre nät.
- Intag för mobil reservkraft skall finnas ansluten till prioriterad 400V skena.
- Möjlighet till manuell sektionering av prioriterad förbrukning skall finnas d.v.s. bortkoppling av oprioriterad last.
- Likströmssystemet kan bestå av ett enkelt batterisystem varifrån övriga spänningar normalt erhålles via LS-omvandlare. Separata batterier kan utgöra alternativ till LS-omvandlare. Stationsbatterier skall ha en drifttid större än 12 h utan att manuella åtgärder behöver vidtas. (Se *Bilaga 1 "Batterisystem B2-1"*.)
- För stationer med stor lokal betydelse i stadsnät med ett stort antal utmatande fördelningsledningar och/eller försörjning till flertalet samhällsviktiga verksamheter (B2-2)\* gäller följande undantag. I detta fall ska dubbla galvaniskt skilda batterisystem finnas. Vid dubbla batterisystem skall dessa vara sammankopplade och tillsammans ha en drifttid större än 15 h utan att manuella åtgärder behöver vidtas. (Se *Bilaga 2-3 "Batterisystem B2-2"*.)  
Utformning anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.
- Laddningslikriktare var för sig dimensioneras för hela stationens  $I_g$  (grundlastström) +  $(0,10 \times C_{10})$ .
- Batterier skall vara av typen fritt ventilerade.
- Möjlighet skall finnas att enkelt koppla från batterisystemet vid långa elavbrott.
- Utrymme ska finnas för att utöka likriktar- och batterikapacitet motsvarande reservplatser i ställverk.

\*) Följande kriterier kan tillämpas för B2-2:

- Spänning: > 50 kV
- Transformatoreffekt:  $\geq 1 \times 40$  alternativt  $2 \times 20$  MVA
- Antal ledningar 10 kV,  $\geq 10$  utledningar
- Antal ledningar 20 kV,  $\geq 8$  utledningar
- Samhällsviktig verksamhet; viss typ av industri, sjukhus etc.

## Eltekniskt utförande B3

- Växelströmshuvudcentralen skall försörjas från minst två skilda håll med automatisk omkoppling. Försörjning kan ske från t.ex. lokaltransformator, lokalkraftlindningar kombinerad med nollpunktsbildare eller matning från yttre nät.
- Intag för mobil reservkraft skall finnas ansluten till prioriterad 400V skena.
- Möjlighet till manuell sektionering av prioriterad förbrukning skall finnas d.v.s. bortkoppling av oprioriterad last.
- Likströmssystemet skall bestå av två batterisystem varifrån övriga spänningar erhålls via LS-omvandlare. Separata batterier kan utgöra alternativ till LS-omvandlare. (Se *Bilaga 3 "Batterisystem B3"*.)
- Vid galvaniskt skilda batterisystem ska även LS-omvandlare dubbleras och matas från batterisystem B1A- respektive B1B.
- Batterisystemen skall drivas som två galvaniskt skilda system.
- Laddningslikriktare var för sig dimensioneras för hela stationens  $I_g$  (grundlastström) +  $(0,10 \times C_{10})$ .
- Varje batterisystem skall, om ej annat har specificerats, klara minst 12 timmars drift om anläggningen är en stamnätstation och minst 15 timmar drift om anläggningen är en regionstation, utan att manuella åtgärder behöver vidtas.
- Batterisystemen B1A respektive B1B skall placeras i skilda brandceller.
- Batterier skall vara av typen fritt ventilerade.
- Larm "Mycket låg batterispänning" (1,91 V/cell) skall finnas med maximalt 60 sek. fördröjning.
- Möjlighet ska finnas att enkelt koppla från batterisystemen vid långa elavbrott.
- Utrymme ska finnas för att utöka likriktar- och batterikapacitet motsvarande reservplatser i ställverk.

## Eltekniskt utförande B4

- Växelströmshuvudcentralen skall försörjas från minst två skilda håll med automatisk omkoppling. Försörjning kan ske från t.ex. lokaltransformator, lokalkraftlindningar kombinerad med nollpunktsbildare eller matning från yttre nät.
- Fast installerad, automatstartad reservkraft som skall klara minst 96 timmars drift utan bränslepåfyllning skall finnas.
- Automatisk sektionering av prioriterad förbrukning skall finnas dvs. bortkoppling av oprioriterad last.
- Intag för mobil reservkraft skall finnas ansluten till prioriterad 400 V skena.
- Likströmssystemet skall bestå av två batterier varifrån övriga spänningar erhålls via LS-omvandlare. Separata batterier kan utgöra alternativ till LS-omvandlare. (Se *Bilaga 3 "Batterisystem B4"*.)
- Batterisystemen skall drivas som två galvaniskt skilda system enligt Svenska Kraftnäts tekniska riktlinje TR02-09-01 i de fall strömförsörjning sker till ställverksdelar i stamnätet.
- Vid galvaniskt skilda batterisystem ska även LS-omvandlare dubbleras och matas från batterisystem B1A respektive B1B.
- Laddningslikriktare var för sig dimensioneras för hela stationens  $I_g$  (grundlastström) +  $(0,10 \times C_{10})$ .

- Varje batterisystem skall, om ej annat har specificerats, klara minst 12 timmars drift om anläggningen är en stamnätstation och minst 15 timmar drift om anläggningen är en regionstation utan att manuella åtgärder behöver vidtas.
- Batterisystemen B1A respektive B1B skall placeras i skilda brandceller.
- Batterier skall vara av typen fritt ventilerade.
- Larm "Mycket låg batterispänning" (1,91 V/cell) skall finnas med maximalt 60 sek. fördröjning.
- Utrymme ska finnas för att utöka likriktar- och batterikapacitet motsvarande antalet reservplatser i ställverk.

## 4 Växelströmsmatning

Stationen skall förses med ett VS-system avsett för anläggningens hjälpkraftbehov avseende kraft, värme, kyla, belysning och kontrollanläggning.

Entreprenören har dimensioneringsansvaret att VS-systemet har tillräcklig kapacitet för anläggningens behov och skall till beställaren överlämna och redovisa beräkningar som styrker dimensioneringen.

Erforderliga kraft- och biledningskablar samt förläggning och anslutning skall ingå till driftklart skick.

Lokalkraften utförs enligt TN-S (princip enligt *Bilaga 4*).

I undantagsfall kan lokalkraften utföras enligt TN-C (princip enligt *Bilaga 5*) i de fall befintlig anläggning är utförd enligt TN-C och ersättning av befintligt växelströmssystem inte är aktuellt. Utformning enligt TN-C anges det i den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen.

### 4.1 Växelströmcentraler

En huvudcentral (VHC) avsedd för kraft, värme och belysning, dimensionerad för att försörja stationens utrustning skall monteras i utrymme lämpligt för tillträde och personsäker betjäning. Beroende på stationens komplexitet förses anläggningen med erforderligt antal undercentraler (VCx).

Vid fel på både ordinarie och reservmatning/reservmatningar skall det finnas möjlighet att inkoppla mobilt reservkraftaggregat.

Möjlighet till manuell alternativt automatisk sektionering av prioriterad förbrukning skall finnas. Prioriterad utrustning utgörs om inte annat specificeras av likriktare, nödbelysning, DC/DC-omvandlare och annan kontrollutrustning.

Inkommande matningar ska förses med lastbrytare godkänd för frånskiljande funktion med tillförlitlig lägesindikering för möjlighet till säker frånkoppling av respektive matning oberoende av omkopplingsautomatiken.

VHC-skenor samt inkommande matningar till VHC skall förses med voltmeter för spänningsmätning 0–500 V och med 7-läges voltmeteromkopplare. Instrument skall vara av enhetlig typ, normalt av kvadratisk form, med horisontellt nolläge och avsedda för infällt montage.

VHC skenor samt inkommande matningar till VHC skall förses med avsäkrade mätuttag (4 mm) för L1, L2, L3, N för kontroll av rotation och faslikhet. Mätuttag placeras vid voltmeter samt förses med skylt som visar rotationsriktning.

VHC skenor skall förses med trefasig övervakning av nollspänning som ger signal till lokalt signalsystem samt fjärr och reservlarmsändare.

Inkommande matningar till VHC ska förses med åskskydd (avledare) :

Tröskelspänning 0,4 kV

Avledningsklass 10 kA

Kapslade centraler skall inomhus vara utförda enligt kapslingsklass IP20 och utomhus vara av rostfri plåt med kapslingsklass IP54 samt vara försedda med ventilationsflänsar och tak. Ställverk och centraler skall placeras/utformas så att skenor, förbindningar, anslutningar m.m. är enkelt åtkomliga. Centraler skall levereras komplett bestyckade med inre förbindningar, säkringsautomater alternativt säkringar, säkringssocklar, passdelar, propphuvar, kopplingsplintar, täckplåtar samt utomhus kabelförskruvningar i metall. Vid säkringsautomater skall dessa uppfylla föreskrifternas krav på frånskiljning vid arbete. Centraler utomhus innehållande säkringsautomater skall vara försedda med värme. Kopplingsplintar för utgående grupper i VHC behöver inte vara frånskiljbara eftersom de föregås av säkring eller omkopplare, övriga plintar skall vara frånskiljbara, försedda med mätuttag och enkelt tillgängliga.

Gruppförteckning av plast skall fästas på insidan av kapslingslock/-dörr i enlighet med VTR08-03.

Huvudcentralen skall förses med inplastat översiktsschema, beroende på komplexitet skall även undercentralerna förses med detsamma.

Central skall vara försedd med noll- respektive skyddsledarskena.

Säkringshållare för högst 63A märkström kan vara försedd med diazedsäkringar medan säkringshållare för större märkström skall vara avsedda för knivsäkringar. Säkringsgrupper för knivsäkringar skall vara utförda så att byte av säkring kan ske spänningslöst och utan risk. Ledningar till säkringsapparaterna skall vara kortslutningssäkert utförda. Trepoliga grupper skall vara försedda med brytare och anslutna till plint. Varje grupp skall vara försedd med nollplint. Grupper utrustade med knivsäkringar skall vara försedda med lastbrytare.

I centraler skall finnas reservgrupper till ett antal om minst 30 % per gruppstorlek. Hållare för reservsäkringar inkluderat reservsäkringar för alla säkringsstorlekar, erforderliga gruppsschemor, skyltar samt verktyg för byte av knivsäkringar skall finnas.

Kraven på jordfelsbrytare i elsäkerhetsföreskrifter skall följas. Utlöst jordfelsbrytare skall indikeras via signalkontakt till stationens lokala felsignalsystem och fjärr.

## 4.2 Uttag

Vid huvudcentral (VHC) och varje undercentral (VCx) samt på erforderligt antal platser i utomhusställverk skall följande uttag installeras:

- 2 st. uttag 10 A, 230 V
- 2 st. kraftuttag 16 A, 400 V typ CEE 416-6



- Utförs med uttagscentral matat från VHC eller undercentral. Avstånd från apparat/utrustning där underhåll utförs till närmsta vägguttag får ej överstiga 25 m.

Vid varje transformatoruppställning skall det finnas följande uttag:

- 2 st. uttag 10 A, 230 V
- 2 st. kraftuttag 16 A, 400 V typ CEE 416-6
- Utförs med uttagscentral matat från VHC eller undercentral.

Samtliga uttag utomhus skall vara utförda enligt kapslingsklass IP54 och väderbeständigt monterade.

I ställverksrum och kontrollrum skall 2-vägs vägguttag monteras på ett flertal ställen dock minst i vardera änden av ställverksrum samt vid dörrar och skrivbord i kontrollrum. Avstånd mellan vägguttag får ej överstiga 10 m.

Övriga rum/utrymmen (förråd, toalett, GIS-rum, högbyggd kabelkällare o.s.v.) förses med 2-vägs vägguttag 10 A, 230 V i respektive rum/utrymme. Avstånd mellan vägguttag får ej överstiga 10 m.

### 4.3 Omkopplingsautomatik

Huvudcentral skall förses med utrustning för automatisk omkoppling mellan matningsvägar enligt *Bilaga 6 Omkopplingsautomatik lokalkraft*. Om inte annat specificeras i den anläggnings-specifika tekniska beskrivningen skall utrustningen utföras för ett lokalkraftsystem med minst två (2) inmatningar till en VHC-skena.

Normalt tas matningen från stationens huvudtransformatorers hjälplindningars 0,4 kV uttag, i det fall stationen saknar två huvudtransformatorer tas matningen från annan matning t.ex. nollpunktsbildare eller det lokala distributionsnätet.

Val av prioriterad matning skall kunna göras fritt. Vald matning skall tydligt vara märkt med för ändamålet lämplig skylt. Alternativ matning från eventuell dieselgenerator skall inte kunna väljas som prioriterad matning. Inkoppling av mobilt reservkraftaggregat och omkoppling för aktuellt driftläge skall göras manuellt. Omkopplare skyltas "OBS! Kontrollera att VHC är spänningslös innan inkoppling av reservkraftaggregat om inte reservkraftaggregatet är försett med fasningsdon. Blockera omkopplare från övriga inmatningar i öppet läge för att förhindra hopkoppling vid återkommande spänning på ordinarie inmatningar".

Logiken skall mäta fasspänning lägre än 208 V och högre än 254 V på den invalda matningens samtliga faser. Omkopplingsautomatiken ska övervaka samtliga faser från respektive inmatning. Vid onormal spänning skall automatiken fränkoppla felbehäftad inmatning och automatiskt tillkoppla alternativ matning under förutsättning att denna är funktionsriktig. Omkoppling skall ske efter en kort tidsfördröjning (c:a 5 sek.). Då spänningen återkommer på den prioriterade matningen skall automatiken återgå till denna. Återgången skall dock inte ske förrän en viss inställbar tid förflutit (c:a 15 min.), vilket innebär att den prioriterade matningen kan anses vara stabil. Vid manuellt byte av prioriterad matning skall inte tidsfördröjning inväntas. Manuellt vred skall utformas på så vis att omkoppling sker via ett nollspänningsläge t.ex. T1-0-T2 så att en kort tidsfördröjning uppnås då vredet ändras från en inmatning till den andra.

För att undvika onödig koppling, vid exempelvis primära omkopplingar eller vid tillfällig spänningssänkning föranledd av kortslutning i lokalkraftsystemet, skall det finnas en tidsfördröjning på ca 5 sekunder.

Automatiken skall lokalt kunna ställas i läge "Hand" respektive "Auto".  
Valfri matning skall kunna slås till även om automatiken är i läge "Hand".  
Det skall tydligt framgå på VHC vilken inmatning som matar VHC-skenan. Indikering skall även visas på Stations-HMI och på fjärr .

Förregling mot sammanslagning av flera matningar skall finnas oberoende av om automatiken är i drift eller ur drift. Förregling kan utföras antingen mellan reservkraftsaggregat och sektioneringsfrånskiljare för prioriterad skena eller mellan reservkraftsaggregat och ordinarie matning.

I det fall lokalkraftsystemet är utrustat med överströmsskydd, jordfelsbrytare eller ljusbågsvakter skall utlösningen därifrån blockera omkopplingsautomatiken.  
I det fall lokalkraftsystemet/VHC är utrustat med ljusbågsvakter skall krav enligt *VTR02-03 kapitel 13* gälla.

Omkopplingsautomatikens manöverspänning skall tas från inkommande nät, före kopplingsapparater i VHC.

Automatiken skall utföras med reläteknik. Automatikreläer skall vara synligt placerade (t.ex. placerade i ramverk med öppningsbar lucka av transparent glas).

#### **4.4 Växelriktare**

Stationer skall om så behövs vara försedda med växelriktare.  
Växelriktare skall uppfylla krav enligt SS-EN 60146.

##### **4.4.1 Funktionskrav**

Växelriktarens utspänning får inte pendla vid något statiskt belastningsfall.  
Vid provning m.m. skall växelriktaren kunna drivas separat med den ordinarie belastningen överkopplad till stationens växelströmsnät.  
Växelriktaren får för sin drift inte på något sätt vara beroende av eventuellt anslutet växelströmsnäts spänning.

Växelriktaren skall vara försedd med automatik för omedelbar överkoppling av belastningen till växelströmsnätet när utspänningen varierar mer än tillåtet från märkspänning.  
Överkoppling får inte ske för säkringsutlösningar och andra tillfälliga spänningsändringar med varaktighet mindre än 5 sek. Överkoppling till nät skall även kunna ske manuellt.  
Då växelriktaren automatiskt går över till nätdrift skall larm erhållas. Återgång till växelriktardrift skall ske automatiskt.

Vid kortslutning på utgående växelspänningsgrupp skall växelriktaren lämna tillräcklig kortslutningsström för att säker funktion skall erhållas hos normal säkring/automatsäkring i utgående grupp.  
Utgående grupper skall vara övervakade.

Växelriktarens frekvenshållning skall normalt synkroniseras med yttre

växelströmsnät, synkroniseringen skall ske mjukt.

Vid frekvensavvikelse större än tillåtna skall synkroniseringen bortkopplas och intern styrning ske.

Växelriktaren ska normalt matas från likströmssystemet.

Växelriktaren ska vara försedd med strömbegränsning som begränsar strömuttaget från LS-systemet till högst  $3 \cdot I_N$  vid start, reglering samt vid kortslutning på växelströmssidan.

Växelriktaren skall driva ett direktjordat växelströmsnät.

#### 4.4.2 Tekniska krav

Nominell växelspanning: 230 V 50 Hz.

Nominell likspanning: 110 V

Märkeffekt anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning. Effektfaktorn får variera mellan 0,7 och 1,0 induktivt.

Störmiljö EMC krav: Klass 3 enligt SS-EN 61000-6-5 under förutsättning att ingen galvanisk anslutning finns mot utrustning utanför kontrollbyggnaden.

Växelriktarens ljudnivå får normalt inte överskrida 60 dB(A) mätt 1 m från växelriktaren.

In och utgångar ska vara galvaniskt skilda.

Utspänning 230 V  $\pm$  5 %.

Utspänningen skall kunna justeras inom  $\pm$  5 %, kontinuerligt eller stegvis.

Frekvens, vid synkron drift med växelströmsnätet tillåts en frekvensavvikelse på  $\pm$  0,5 % från nominell frekvens. Vid avvikelse större än 1 % skall växelriktaren övergå till intern styrning.

Vid intern styrning tillåts en frekvensavvikelse på  $\pm$  0,1 %.

Spänningsdistorsionen får inte överstiga 5 % (THD) i något belastningsfall.

Under och efter en störningssekvens härrörande från belastningsökning, belastningsminskning eller primärspänningsändring inom nominellt toleransområde och i samband med säkringsutlösning får inte utspänningens amplitud avvika mer än:

- 25 % från nominell toppspanning under mer än 2 halvperioder
- 10 % från nominell toppspanning under mer än 20 halvperioder

Växelriktaren ska fungera utan att ta skada, men utan att angivna data behöver innehållas när likspänningen kortvarigt (mindre än 5 sek.) stiger till 115 % av  $U_N$  (beroende på likriktaren) eller faller till mindre än 85 % av  $U_N$  (beroende på kortslutningar i LS-systemet).

Växelriktaren får inte i något driftfall bidra till att den på likspänningen överlagrade växelspanningskomponentens toppvärde ökar mer än vad SS-EN 50272-2 anger.

#### 4.4.3 Utförande

Växelriktaren skall vara utrustad med strömställare för till- och frånkoppling på likspänningssidan samt strömställare för överkoppling av belastningen mellan växelriktare och alternativ matning.

Växelriktaren eller by-pass skall förses med volt- och amperemeter, klass 1,5 eller bättre. Instrumenten kan vara av analog eller digital typ. Display eller instrument skall vara lättåtkomlig och får ej placeras bakom dörr. Instrumenten skall visa växelspanning och -ström både i växelriktardrift och nätdrift.

Växelriktarens kapslingsklass skall vara minst IP20. Kopplingsplintar skall sitta på lätt åtkomlig plats och vara tydligt märkta och så arrangerade att kabelanslutning kan ske utan svårighet. Skyltar som medföljer växelriktaren skall ha svensk text.

På växelriktarens front skall tydlig indikering finnas för:

- Växelriktare i drift
- Belastning inkopplad till växelriktare
- Belastning inkopplad till nät
- Asynkron drift

Fri kontakt skall finnas för "Växelriktare fel" för signal till felsignalsystem.

Väl synligt placerad dataskylt skall innehålla följande uppgifter:

- Fabrikat och typ
- Tillverkningsnummer och -datum
- Referensnummer (för spårbarhet)
- Primärspänning
- Sekundärspänning

#### **4.5 Mobil Reservkraft**

Stationer med betydelseklass B1-B3 skall vara försedda med intag för mobil reservkraft. Intaget utförs som ett kabelskåp anslutet till VHC, placerat på utsida byggnad. Intaget ska vara placerat så att det är möjligt att ansluta det mobila elverket maximalt 15 meter från intaget. Kabelskåpet förses med beröringsskyddade kopplingsplintar för anslutning av kabel från reservkraftaggregatet. Kabelskåp skyltas "Får endast användas för reservkraftsinmatning".

Reservkraftsutrustningen skall mata stationens prioriterade utrustning, likriktare, nödbelysning och DC/DC-omvandlare samt ev. annan prioriterad utrustning.

## **5 Likström��matning**

Stationen skall förses med komplett likströmsförsörjning omfattande laddningslikriktare med övervakning, batterier med spännings- samt jordfelsövervakning, likströmsfördelning med säkringsövervakning. Leveransen skall omfatta 110 V försörjning till kontrollutrustning. Leveransen skall även omfatta ett 24 V likströmssystem för fjärrkontroll med samma krav på övervakning som för 110 V. Båda systemen skall vara höghmigt jordade.

Med likströmssystem avses de system och komponenter som ingår i strömförsörjning av kontrollutrustning, skydd, teleutrustning, motorer och manöverdon. Erforderliga kraft- och biledningskablar samt förläggning och anslutning skall ingå till driftklart skick.

### **5.1 Kontrollanläggning med SUB-uppdelning**

Likströmssystemen skall i sina primära delar vara redundant uppbyggda i separata A- respektive B-system. Varje batteri skall vid utförande B3 klara hela 110 V systemets last och vid B2-2 ska de gemensamt klara hela systemets last. Vid två batterier dimensioneras batterierna för att klara lasten på det mest belastade batteriet. En batteridel skall dock ovillkorligen klara fullständig utlösning av hela stationen i samband med störning.

### **5.2 Kontrollanläggning utan SUB-uppdelning**

Vid avsaknad av krav på SUB-uppdelning tillämpas två olika krav på batteriutformning. Utformningen framgår av anläggnings-specifik teknisk beskrivning.

Stationer med eltekniskt utförande enligt B1 skall förses med ett stationärt 110 V blybatteri i batterirum. Batteriet skall klara hela 110 V systemets last.

Stationer med eltekniskt utförande enligt B2 skall förses med ett (B2-1) eller två (B2-2) stationära 110 V blybatterier som placeras i gemensamt batterirum i stationsbyggnaden. Vid B2-2 skall likströmssystemen i sina primära delar vara redundant uppbyggt i separata A- respektive B-system fram till huvudcentraler LHC1 och LHC2.

Batterier skall gemensamt klara hela 110 V systemets last. En batteridel skall dock ovillkorligen klara fullständig utlösning av hela stationen i samband med störning. Batterirummet skall vara utformat så att två batterier med hela stationens kapacitet var för sig får plats.

### **5.3 Battericentral, LS-central**

Battericentral skall placeras så nära batteriet som möjligt. Centralen skall vara utförd med skilda lådor för plus- och minuspol, samt vara utförd i isolerande material utan jordade detaljer samt ha genomskinligt lock. Mellan batteri och battericentral skall finnas frångiljningsmöjlighet via kniv, säkringar eller elkopplare får ej finnas.

Battericentralen skall vara försedd med uttag för kapacitetsprovning. Samtliga uttag, anslutningar och plintar m.m. ska vara utförda för kapacitetsprovets strömbelastning.

Battericentral skall vid enkelbatteri vara försedd med möjlighet att enkelt ansluta yttre LS-matning.

Beroende på stationens komplexitet och betydelseklass förses anläggningen med erforderligt antal huvudcentraler (LHCx) och fördelning/gruppcentraler (LCx). Vid dubbla system B1A och B1B skall respektive huvudcentral (LHCx) matas av separat grupp från respektive battericentral. Centraler tillhörande olika delsystem skall placeras åtskilda. Centraler skall monteras i utrymmen lämpliga för tillträde och personsäker betjäning.

I centraler skall finnas reservgrupper till ett antal om minst 30 % per säkringsstorlek. Hållare för reservsäkringar inkluderat reservsäkringar för alla säkringsstorlekar, erforderliga grupschemor, skyltar samt verktyg för byte av knivsäkringar skall ingå.

Kapslade centraler skall inomhus vara utförda enligt kapslingsklass IP20 och utomhus vara av rostfri plåt med kapslingsklass IP54 samt vara försedda med ventilationsflänsar och tak. Centraler skall levereras komplett bestyckade med inre förbindningar, diazedsäkringar säkringssocklar, passdelar, propphuvar, kopplingsplintar, täckplåtar samt utomhus kabelförskruvningar i metall.

Säkringar skall utgöras av snabba smältsäkringar av diazedtyp eller normala knivsäkringspatroner.  
Extremt snabba säkringar avsedda som skydd för halvledarkomponenter får ej användas.

Gruppförteckning av plast skall fästas i anslutning till säkringar.  
Säkringsgrupper i LS-skåp skall vara märkta på säkringsracket med hjälpspanningsnamn (t. ex. Tx130R1, Tx130Q1)

Huvudcentralen skall förses med inplastat översiktsschema, beroende på komplexitet skall även undercentralerna förses med detsamma.

Kopplingsplintar för utgående grupper i LHC/LC behöver inte vara frånskiljbara eftersom de föregås av säkring, övriga plintar skall vara frånskiljbara, försedda med mätuttag och enkelt tillgängliga.

Inkommande lastkopplare i huvudcentralerna skall vara försedda med hjälpkontakter. I matningar från huvudcentraler till fördelningscentraler får inte finnas elkopplare.

Utgående säkringsgrupper skall ha säkringsövervakning. Varje enskild säkringsgrupp skall vara försedd med en nollspänningsövervakning som signalerar vid spänningsbortfall.

Likströmssystemet skall utföras så att god redundans erhålls i reläskyddssystemet. Systemet skall byggas upp så att olika ställverksfack så långt som möjligt separeras från varandra liksom matningar för generella utrustningar.

Skyddsfunktioner som är reserv för varandra skall matas från olika undercentraler/fördelningar, t.ex. transformatorskydd skall ej matas från samma undercentral/fördelning som utgående ledningsskydd. Transformatorskydd på upp- respektive nedsida skall matas från olika säkringsgrupper.

Vid SUB-uppdelad anläggning skall brytarmotorer matas från SUB1. För matningar till motorer gäller att samtliga motorer i respektive grupp skall kunna arbeta samtidigt utan att säkring löser för överlast.

I fabriksstillverkade, typprovade, kapslade ställverk (6-46kV) får varje LS-grupp maximalt mata 3 st. fack per funktion.

I övrigt gäller en LS-grupp per fack och funktion med undantag för transformatorfack som utförs med uppdelning enligt följande princip.

För transformatorer ska det delas upp mellan uppsida/nedsida:

Tx130R1  
Tx130Q1  
Tx130Q3  
Tx40R1  
Tx40Q1  
Tx40Q3

I ställverk med fristående apparater samt GIS skall LS-uppbyggnaden utföras enligt följande:

Brytarfack 3 stycken LS-grupper per fack och SUB:

R1 = Matning av reläskydd och utlösningreläer

Q1 = Brytarspolar (UM1 och TM1) och absolut ingenting annat!

Q3 = Allt annat, t.ex. manöver av frånskiljare, jordningskopplare, indikeringar från ställverksapparater, etc.

Motsvarande hjälpspänningar för SUB2 är R2, Q2, Q4.

Vakter (transformator-, ljusbågs- och reaktorvakter) i ej SUB-uppdelad station ska använda spänningar med samma beteckning (R2, Q2) som för SUB-uppdelad station.

Allmänna hjälpspänningar:

I = Allmän indikeringsspänning för indikeringsdon och signallampor på t.ex. reservmanöverplats

M = Allmän manöverspänning på t. ex. reservmanöverplats

R = Allmän reläspänning för t ex blockeringar/förreglingar mellan IEDer

FI/FM = Indikeringar och manöver som är kopplade till I/O på Fjärrkontroll/RTU

S = Signalspänning för allmänna signaler till signalterminal

Matningar som används i ställverksmiljö störklass ML4 (t.ex. Q1, Q2, Q3 och Q4) får inte dras längre in i kontrollanläggningen än till avsett ställverksinterface.

Reläspänningar (R1, R2, AR) ska i normalfall inte lämna manöverbyggnaden.

Ingen plus- eller minusmatning får blandas med annan matningsgrupps plus eller minus.

## 5.4 Batterier

Batterier och batterianläggningar skall vara av typen fritt ventilerade blybatterier och uppfylla kraven enligt SS-EN 60896-11 och -21 samt SS-EN 50272-2.

Batterierna skall placeras i batterirum utformat enligt VTR01-01.

Omgivningstemperaturen för batterier skall vara  $20^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Batterikärnen skall vara glasklara och försedda med beröringsskydd i klass IP20 för överkopplingar, polbultar och batterikabelanslutningar. Skydden skall antingen vara av transparent utförande eller lätt demonterbara för bl.a. korrosionskontroll och kontaktresistansmätning samt spänningsmätning på varje enskild cell.

Batterierna skall i sin helhet genomgå leveransprovning avseende kapacitet och hållladdning enligt SS-EN 60896-11 och -21. Utförs provning enligt ovanstående som leveransprov på fabrik skall även verifierande prov, däribland 5-timmars urladdningsprov, utföras på anläggningsplatsen innan idrifttagning.

Batterierna skall vara försedda med syraavskiljande och flamspärrande cellventiler med lock som medger påfyllning av destillerat vatten utan demontering av dessa.

Batterikablarna saknar kortslutningsskydd, de skall förläggas kortslutningssäkert, polseparerat och mekaniskt skyddade fram till battericentralen.

Detta innebär att de skall vara antingen dubbelisolerade enkelledare eller enkelisolerade enkelledare förlagda i isolerat rör/slang.

Båda alternativen förläggs med isolerade fästen med minst 100 mm inbördes avstånd mellan plus- och minusledningen. Batterikablar skall förläggas kortast möjliga sträcka mellan batteri och battericentral. Får ej förläggas dolt eller på metallstege.

Batterier skall placeras på isolerade ställningar (ej jordade), beständiga mot den elektrolyt som används. Ställningarna skall vara placerade i tråg som är beständiga mot elektrolyten. Tråg skall rymma innehållet i minst två batterikärl.

Glasklara kärl skall vändas så att fri sikt mellan plattorna erhålls vid slutlig uppställning. Ställningarna skall maximalt vara av 2-plans etageutförande. Arbetshöjd 1000-1200 mm räknat från golvet till cellventilernas överkant för det övre planet och 100 – 200 mm lägre för det undre planet.

Ställningarna enligt ovan skall placeras mot vägg och med minst 1200 mm fritt betjäningstrymme mellan batterierna. Placering av batterier mot yttervägg bör undvikas (p.g.a. värme vid solinstrålning samt kallras vid kyla ute). Batterierna skall ej stå närmare än 150 mm till vägg. Utrymme mellan vägg och batteriställning skall ha fri luftpassage på minst 100 mm.

Övriga batterier för bl.a. start och manöver av stationära reservverk (samt utbyte av tidigare installerade ventilreglerade batterier som av utrymmesskäl eller ventilationsskäl inte går att ersätta med fritt ventilerade batterier) etc. ska vara av ventilreglerad typ i AGM-utförande alternativt gel-typ med absorberad elektrolyt. Vid val av denna batterityp i utrymmen enligt ovan ska likriktarna vara försedda med automatisk kompensering av hålladdningsspänningen till spänning som är bäst vid rådande temperatur eftersom batteritemperaturen kan variera relativt mycket. Temperaturgivaren ska då placeras på det kärl som förväntas ha den lägsta temperaturen.

Manöverbatterierna ska väljas lika som startbatterierna.

I övrigt gäller samma krav som för stationsbatterierna, med undantag för glasklara kärl och cellventiler.

#### **5.4.1 Åldring och ofullständig laddning**

För att säkerställa erforderlig batterikapacitet även vid åldrat batteri och vid eventuell ofullständig återuppladdning ska erhållna värden ökas med 10 % för den totala kontinuerliga strömmen och med 50 % för den största korttidsströmmen med varaktighet kortare än 1 minut.

#### **5.4.2 Belastningsprofil**

Batterier skall dimensioneras för att klara försörjning av hela stationens grundlastbehov under ett x timmar långt avbrott (där x timmar anges av aktuell betydelseklass enligt anläggningsspecifik teknisk beskrivning). Avgörande vid batteridimensionering är grundström, korttidsström och startström vid angiven avbrottstid. I slutet av avbrottstiden skall ett manöverdon kunna startas samtidigt som ett annat går (d.v.s. startström för ett manöverdon samtidigt som driftström för ett annat manöverdon).

Dimensioneringsberäkningar och belastningsprofil skall redovisas enligt *Bilaga 2 i SvK-TRO2-09-01*.

Hänsyn till klimatfaktorer, åldring och framtida utbyggnader skall tas i den anläggningsspecifika dimensioneringen.



Stora belastningstoppar i slutet av störningsförloppet spelar som regel en avgörande roll vid bestämning av batteriets kapacitet. Däremot kan oftast en lika stor belastning i början eller mitten av förloppet helt försummas, beroende på att vid dessa tidpunkter endast mindre kapacitetsuttag har skett från batteriet. Dock bör observeras att i enstaka fall kan även stora belastningstoppar i början av förloppet vara avgörande för dimensioneringen om grundströmmen är mycket liten.

I vissa fall finns en klar koppling mellan motorstart och reläskyddsfunktion, såsom tillslag av strömbrytare mot ett bestående fel, där manövermotorn startar vid brytartilslag. Detta innebär att manöverströmmen för utlösning från reläskydd överlagras på motorströmmen. Den största korttidsströmmen kan vara en sammanlagring av ett objekts driftström och ett annat objekts startström. För beräkning av strömmen orsakad av motorer i manöverdon ska förutsättas att minst en brytares manöverdon arbetar medan en annan brytares manöverdon startas. Om risk finns för samtidig start hos olika objekt, vilket skulle medföra oacceptabelt stor korttidsström, bör införande av förregling mellan objekten övervägas. För dimensionering av batteriet ska man välja den belastningsprofil som kan tänkas förekomma samt ge svåraste belastningsfallet. Belastningar som kan inträffa var som helst under avbrottstiden ska därför förutsättas uppträda i slutet av störningsförloppet om den övriga lasten på batteriet är tämligen jämn.

Består lasten till en betydande del av tidsbunden korttidslast måste den sporadiskt uppträdande korttidslasten läggas in vid flera tidpunkter i belastningsprofilen utöver i slutet av avbrottstiden.

### **5.4.3 Märkdata**

Batterier skall ha en beräknad livslängd av minst 15 år.

Samtliga märkdata skall gälla vid en elektrolyttemperatur av + 20 °C.

#### **5.4.3.1 Cellspänning och cellantal**

För 110 V nominell spänning och hålladdningsspänning rekommenderas 54 celler vid en cellspänning av 2,23 V/cell.

Maximalt tillåten cellspänningsavvikelse i hålladdningstillstånd vid fulladdat batteri är  $\pm 0,030$  V från av tillverkaren rekommenderat värde.

#### **5.4.3.2 Polspänning**

Lägsta tillåtna polspänning under urladdning med i beställning specificerad profil är 90 % av batteriets nominella spänning.

#### **5.4.3.3 Densitet**

Vid fulladdat tillstånd gäller att enskild cells högsta tillåtna densitetsavvikelse vid maximalt elektrolytnivå är  $\pm 0,01$  kg/liter från av tillverkaren rekommenderat värde, vilket normalt är 1,24 kg/l för FV-batterier.

## **5.5 Laddningslikriktare**

Riktlinjen gäller både tyristorlikriktare och primärswitchade likriktare för stationsbatterier och övriga batterier.

Likriktare skall uppfylla krav enligt SS-EN 60146, IEC60664-1, SS-EN 61000-4-1 anpassad till klass ML4 och provad enligt PL4.

Likriktare skall om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning vara utförd för montage i 19" skåp enligt SS-IEC 60297-3-100.

Vid enkelt batterisystem (B1 och B2-1) ska likriktaren -för redundans - bestå av två parallella enheter/moduler som var och en kan mata stationens behov.

Protokoll från typprov skall ingå i slutdokumentation och ej vara äldre än fem år för att anses giltigt.

Likriktarna ombesörjer vid normal drift stationens kontinuerliga likströmsbehov, inklusive underhållsladdning av batterierna. Förekommande kortvariga strömtoppar, som orsakas av t.ex. motorstarter hinner likriktaren inte reagera för utan dessa strömstötter belastar batteriet.

Efter en störning som medfört energiuttag från batteriet skall likriktaren ha tillräcklig laddningskapacitet för att utöver ovan nämnda kontinuerliga strömavtag även inom en angiven tid kunna återuppladda batteriet.

Vid dimensionering av likriktare måste följande faktorer vara kända:

- Batteriets kapacitet, \*<sup>1</sup>)
- Batteriets laddningstillstånd vid störningens slut
- Tillåten återladdningstid efter störningen
- Maximalt tillåten laddningsspänning
- Likströmsanläggningens grundström

\*<sup>1</sup>) Med batteriets kapacitet avses 10h-kapacitet ( $C_{10}$ ) uttryckt i amperetimmar.

Batteriets laddningstillstånd vid störningens slut beror i hög grad på förhållandet mellan grundströmmen och korttidsströmmarna samt avbrottstidens längd.

Tiden för återladdning av batteriet påverkas av likriktarstorleken och inställd laddningsspänning. I början av laddningsförloppet beror laddningsströmmen av tillgänglig likriktarkapacitet, medan strömmens storlek i slutet av förloppet helt bestäms av inställd laddningsspänning.

Återladdningsspänningen måste antas vara lika med underhållsladdningsspänningen beroende på att likriktaren efter en störning återladdar med den före störningen inställda spänningen.

Enda möjligheten att påverka återladdningstiden är således att ändra likriktarens storlek. Återladdning till 100 % laddningstillstånd kan ta flera dygn. För blybatterier är det möjligt att uppnå 90 % laddningsgrad inom ca 12 timmar utan att oproportionerligt stora likriktare erfordras.

Beräkning av likriktarstorlek för blybatterier sker med utgångspunkt från följande förutsättningar:

- Batteriets kapacitet motsvarar batteriets 10h-kapacitet ( $C_{10}$ ) vid 20 °C.
- Batteriets laddningstillstånd vid störningens slut är för station med 12–24 timmars avbrottstid ca 30 %.
- Maximalt tillåten återladdningstid till önskat laddningstillstånd 90 % av märkkapacitet efter störningen är vid i övrigt normalt drifttillstånd 12 timmar.
- Maximalt tillåten laddningsspänning motsvarar hållladdningsspänningen.

- Likströmsanläggningens kontinuerliga strömbehov vid normal drift motsvarande grundströmmen.

Enkel- respektive parallellarbetande likriktare i stationer med dimensionerande avbrottstider enligt nedan skall ha minst följande storlekar uttryckt i ampere.

Avbrottstid (timmar)	Märkström (A) för enkelarbetande likriktare
12–15	$I_g$ (grundström) + 0,10 x $C_{10}$

I de fall då noggrannare dimensionering av likriktarna önskas än vad som erhålls med ovan redovisade metod, hänvisas till ingående studier av batteritillverkarnas uppladdningskurvor för enskilda batterier.

### 5.5.1 Funktionskrav

Likriktaren skall kunna starta och drivas från ett VS-nät med kortslutningseffekt <10 ggr likriktarens VS-märkeffekt. Likriktaren skall kunna slås till och från med strömställare på växelspänningssidan.

Likriktarens inkopplingsström vid starkt VS-nät får ej lösa säkring av snabb typ med märkström 2 gånger likriktarens VS-märkström. Detta gäller även vid kortvarigt nätavbrott (< 1 s) samt vid inkoppling mot system med avbrott i batteriet.

Likriktaren skall kunna användas i parallelldrift med andra likriktare av samma typ. Likriktarströmmen får inte pendla vid något statistiskt belastningsfall. Detta gäller även vid parallelldrift med annan likriktare.

Likriktaren skall vara utförd för laddning med U-karakteristisk (konstant spänning) alternativt IU-karakteristisk (konstant ström tills förutbestämd spänningsnivå uppnåtts och därefter konstant spänning) samt vara försedd med anordning för strömbegränsning. Strömgränsen skall vara densamma som likriktarens avgivna märkström. Temperaturkompenserad laddningsspänning skall ej användas.

Spänningsfall i batterikablar skall kompenseras genom att yttre styrledningar ansluts från battericentralen till likriktaren. Vid avbrott i, eller kortslutning mellan yttre styrledningar får likriktaren inte i något driftfall avge högre spänning än 102 % av inställd spänning. Detta skall innehållas även om styrledningarna är belastade med yttre övervakningsutrustning. Likriktare skall vara utrustad med nedstyrningsfunktion av utspänningen vid överspänning eller fasvinkelfel. Efter att växelspänningen åter är normal skall likriktaren starta om automatiskt.

För trefaslikriktare skall larmsignal kunna ges för fas-fel. Likriktarfel skall indikeras till felsignalsystem via växlande potentialfri kontakt.

### 5.5.2 Tekniska krav

Likriktaren skall vara funktionsduglig vid frekvens mellan 47 och 55Hz och vid omgivningstemperatur mellan 0 °C och +40 °C.

Likriktarens likströmsuttag skall ha minst 2 Mohm isolationsmotstånd till jord och får ej per pol ha högre kapacitans till jord än 0,5 µF för att begränsa jordfelströmmens inverkan på känslig utrustning.

Den avgivna likströmmens växelströmskomponent genom batteriet vid hålladdning och en resistiv last på 50 % får inte överstiga 5 A effektivvärde per 100 Ah batterikapacitet. I detta värde skall även bidrag från belastningar i likströmsnätet inräknas.

- Pulsationsspänningen enligt SS 428 19 02 får inte överstiga 10 % av den nominella spänningen.
- Endast stationära förhållanden beaktas.
- Störspänningar av transient natur anses inte ingå i ovan nämnda pulsationsspänning.
- Kurvformen kan vara godtycklig men spänningens momentanvärde får aldrig ligga mer än 5 %-enheter utanför likspänningens toleransområde 90–110 % i battericentral.
- Vid oanslutet batteri får pulsationsspänningen inte överskrida ovan angivna värden i någon del av frekvensbandet.

### 5.5.2.1 Statisk reglernoggrannhet

Det statiska likspänningsvärdet vid hålladdningsdrift får ej avvika med mer än 0,5 % från inställd likspänningsnivå vid en belastning i området 0–100 % av märkström.

Detta skall innehållas vid variation av växelspänningen mellan 85 % och 110 % av märkspänningen vid en frekvens mellan 49,5 och 50,5 Hz samt upp till 8 % total övertonshalt hos den matande växelspänningen.

Dessa krav skall uppfyllas vid omgivningstemperatur mellan 0 °C och +40 °C.

Likriktaren skall förmå hålla strömgräns (märkström) mellan likspänningsgränser som motsvarar en cellspänning av 1,70 – 2,30 V vid växelspänningsvariation enligt ovan.

Likspänningsnivån vid hålladdning beräknas som cellantalet multiplicerat med cellspänningen.

För blybatteri av FV-typ skall normalt räknas med en cellspänning av 2,23 V.

Likspänningsnivån vid utjämningsladdning beräknas som cellantalet multiplicerat med cellspänningen, varvid värdet på cellspänningen normalt skall vara 2,40 V för FV-batterier.

Utjämningsladdningsspänningen skall vara inställbar upp till 2,5 V/cell.

För VR-batterier gäller batterileverantörens anvisningar.

### 5.5.2.2 Dynamisk reglernoggrannhet

Den överspänningstransient likriktaren ger upphov till under hålladdningsdrift vid momentan reduktion av lasten från 100 till 10 % av märkströmmen eller vid momentan förändring i matningsspänningen inom området 0–100 % av märkspänningen får uppgå till högst 5 % av likriktarens utspänning och får inte överstiga 0,5 % efter 4 sekunder.

### 5.5.3 Utförande

Inställning av hålladdningsspänningsnivå och utjämningsladdningsnivå skall täcka följande cellantal:

Nominell spänning Blybatterier (cellsp. 2,23 V)

(220 V 104–108 celler)

(110 V 52–54 celler)

(48 V 22–24 celler)

(24 V 11–12 celler)

Upplösningen skall vara sådan att inställning med noggrannhet enligt *kap 5.5.2.1* kan ske.

Ändring av utjämningsladdningsinställning får ej påverka hållladdningsnivån.

Nominell växelspanning: 3-fas 400 V, 50 Hz alternativt 1-fas 230 V, 50 Hz.

Nominell likspänning: (220), 110, (48 eller 24) V, vilket anges i anläggningspecifik teknisk beskrivning.

Likriktarens ljudnivå får normalt inte överskrida 60 dB(A) mätt 1 m från likriktaren.

Likriktarens verkningsgrad skall vara > 90 %.

Hjälpkontakter på strömställare och larm/signalkontakter skall ha brytförmåga av minst 1,0 A vid 110 V LS och L/R = 40 ms.

Väl synligt placerad dataskylt skall innehålla följande uppgifter:

- Fabrikat och typ
- Tillverkningsnummer och -datum
- Referensnummer (för spårbarhet)
- Primärspänning och -ström
- Sekundärspänning och -ström

### 5.5.3.1 Elektriska krav

Likriktaren skall vara utrustad med följande:

- Strömställare på växelspanningssidan för till- och frånkoppling av likriktaren.
- Mätuttag skall finnas på likriktaren för mätning av spänningen i battericentralen. Anslutning skall vara 4 mm bananstift. Uttaget skall vara kortslutningsskyddat. Spänningen skall mätas via likriktarens styrledningar.
- Driftinstrument: Amperemeter skall hålla klass 2,5 eller bättre och voltmeter klass 1,5 eller bättre. Instrumenten kan vara av analog eller digital typ. Display eller instrument skall vara lättåtkomliga och får ej placeras bakom dörr.
- Indikeringen av att likriktaren är inkopplad till VS-nät samt indikering av att utjämningsladdning pågår skall finnas. Lysdioder eller LCD-display får användas.
- Manöver- och elektronikkretsar skall vara separat avsakrade.
- Säkring skall vara lättåtkomlig för underhållsarbeten.
- Likspänningssidans kraftkretsar får avsakras i likriktaren.
- Växelspanningssidans kraftkretsar får ej avsakras i likriktaren.

### 5.5.3.2 Mekaniska krav

Likriktarens kapsling enligt SS-EN 60529 skall vara lägst IP20.

Likriktaren skall vara utförd för anslutning av underifrån kommande kablar.

För kabelintag skall finnas förskruvning eller isolerad genomföring i syfte att avlasta kablarna. För större likriktare kan avlastningsanordningen utgöras av ankarskena vid vilken kablarna fästes med kabelklämmor.

Växelströmssidans kabelintag skall medge anslutning av kabel med standard area närmast över minimiarean för likriktarens märkström.

Likströmssidans kabelintag skall vara så beskaffat att man valfritt kan ansluta kabel med en eller flera parter per pol samt medge anslutning av kabel med följande area:

6 mm<sup>2</sup> vid märkström (LS) < 15 A

35 mm<sup>2</sup> > 15 A och < 60 A  
70 mm<sup>2</sup> > 60 A och < 125 A

Pluspol och minuspol ansluts med skilda kablar.

Kopplingsplintarna skall sitta på lätt åtkomlig plats och vara så arrangerade att kabelanslutning kan ske utan svårighet.

Kopplingsplintar för kraft skall vara dimensionerade för anslutning av kablar enligt ovan och märkes N, L1, L2 och L3 samt L+ och L-.

Kopplingsplintar för övriga yttre anslutningar skall vara fränskiljbara och utförda för areor av minst 1,5 mm<sup>2</sup>. Kopplingsplintar för 400 V och 230 V växelspanning skall vara beröringssäkra.

För skyddsjordning skall finnas en jordskena av koppar för anslutning av kabelmantlar med area enligt ovan. Dessutom skall finnas en bult för anslutning av blank 35 mm<sup>2</sup> Cu-lina från jordlinenätet, jordlineanslutningens bult skall vara avsedd för kabelsko. Mellan bulten och jordskenan skall finnas en grön/gul RK-ledning med samma area.

Plintar, jordskena, säkringar m.m. skall vara entydigt märkta.

Aktivering och indikering av aktuellt drifttillstånd skall hela tiden kunna utföras och avläsas via lysdiodindikering eller LCD-display.

Display eller motsvarande för inställning skall vara lättåtkomlig.

Justeringsarbete skall kunna genomföras utan fara för personsäkerheten.

Skyltar som medföljer likriktaren skall ha svensk text. Se även *kapitel 5.5.3* beträffande dataskyltar.

## 5.6 Likströmsövervakning

Likströmssystem skall ha en separat arrangerad utrustning för batteriövervakning.

Batteriövervakningen skall vara elektriskt oberoende av likriktaren.

Samtliga övervakningsfunktioner skall finnas för hela systemet eller - vid uppbyggnad med delsystem - för varje delsystem.

Enligt SS 428 19 02 erfordras alltid laddningsövervakning och säkringsövervakning, och i samband med automatsäkring även särskild spänningsövervakning.

Likströmsövervakning skall även uppfylla krav enligt SS-EN 60146.

Likriktare skall om inte annat anges i anläggningsspecifik teknisk beskrivning vara utförd för montage i 19" skåp enligt SS-IEC 60297.

Inställningsområdena skall vara väl definierade. Samtliga utgångsreläer skall vara utförda så att bortfall av spänning och avbrott i spolar etc. ger larm.

### 5.6.1 Funktionskrav

Övervakningsutrustningen skall vara försedd med följande funktioner:

- Övervakning av för låg och för hög hålladdningsspänning i två nivåer.
- Jordfelsövervakning av både plus och minussidan med visning av aktuellt värde i kohm. Denna funktion skall fungera i både separerade och sammankopplade system, vilket innebär att jordfelsövervakningen skall förreglas över hjälpkontakterna i LHC1 och LHC2.
- Nätspänningsövervakning.

- Visning av aktuell hålladdningsspänning.
- Spänningsstegringslarm och likriktarbortkoppling alternativt nedstyrning om överspänning uppkommer.
- Funktion som styr ner likriktarna vid inställbart tidsintervall och känner efter om batterikretsen är intakt. Denna funktion måste kunna fungera både vid separerade och sammankopplade system.
- Batterirum förses med temperaturgivare Pt100 och mätvärdesomvandlare. Larm för onormal temperatur inställbart enligt *VTR02-02 Stationskontroll*.
- Samtliga övervakningsfunktioner skall avge larm, lokalt och till fjärrkontroll.
- Larm skall ges vid fel på övervakningsutrustningen.
- Utgångsreläer skall automatiskt återgå då felet försvinner.
- Inställningsdon skall vara skyddade mot oavsiktlig inställningsändring.

Larm enligt nedan skall avges via potentialfria kontakter och kunna ges följande fördröjningar:

- Överspänning 0–30 s
- Underspänning 0–5 min
- Jordfel 0–30 s
- Batterikretsfel momentant
- Utlöst säkring momentant

Övervakningsutrustningarna skall tåla kontinuerlig inkoppling till 120 % av nominell spänning och får inte skadas av omvänd polaritet.

Utrustningen skall:

- Känna spänningens medelvärde.
- Pulsationsspänning (rippelspänning) med toppvärdet  $\pm 5$  % av nominell spänning får ej ge funktion.
- Om den monteras i separat kapsling skall den ha minst kapslingsklass IP20 enligt SS-EN 60529.

### 5.6.1.1 Spänningsövervakning

Eftersom spänningsövervakningen skall övervaka likriktaren måste övervakning vara separat och oberoende av likriktaren.

Spänningsövervakningen utformas så att den ger signal om laddningsspänningen avviker mer än  $\pm 1,0$  % från hålladdningsspänningen.

Övervakningsutrustning för spänning skall uppfylla krav enligt nedan.

Funktionsvärdet hos respektive spänning skall utan svårighet kunna ställas in enligt nedanstående tabell och inställningen skall kunna ske med en upplösning av 0,1 % av funktionsvärdet eller bättre.

Nominell spänning	Inställningsområde	Ung. procenttal av nominell spänning
110 V	113,2 – 122,4 V	103 – 111 %

## Larminställningsnivåer för 110 V med 54 celler

Larm	Nivå	Förklaring
Hållspänning över U>	2,25 V/cell = 121,5 V	Larmnivå onormal spänning
-----	2,23 V/cell = 120,4 V	Normal spänning
Hållspänning under U<	2,21 V/cell = 119,3 V	Larmnivå onormal spänning
Underspanning U<<	1,91 V/cell = 103,1 V	Mycket låg batterispänning

Funktionsvärdet får avvika från inställningsvärdet med högst  $\pm 0,5\%$  vid omgivningstemperatur från  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  till  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (Mät klass 0.5)

Om hjälpspänning erfordras måste denna noggrannhet innehållas även vid hjälpspänningsvariationer enligt nedan.

Maximalt tillåten hysteres är  $0,2\%$  inom  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  till  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 5.6.1.2 Jordfelsövervakning

Normalt skall likströmssystemet drivas höghmigt jordat, så att enkla jordfel ej orsakar bortkoppling i systemet.

Jordfelsövervakningen skall då ställas in så höghmigt som möjligt, min  $400\text{ k}\Omega$  i avsikt att förhindra felfunktioner hos effektsnåla reläer i samband med jordfel.

Vid jordfel får strömmen inte bli så hög att något relä drar obefogat.

Lämplig funktionsnivå på jordfelsövervakningen är beroende av likströmssystemets utbredning och spänningsnivå.

Anordning för att mäta isolationsmotståndet till jord skall finnas.

Högsta avvikelse från inställt funktionsvärde för jordfel är  $\pm 15\%$  samt  $5\%$  hysteres.

Dessa värden skall innehållas vid mätspänning  $102\text{--}110\%$  av nominell spänning.

Spänningssänkning ned till  $85\%$  av nominell spänning får ej ge obehörig funktion.

Funktionsvärdet för jordfel skall vara inställbart inom  $1\text{ k}\Omega$  till  $1\text{ M}\Omega$ .

Installationsvärdet skall vara definierat.

Anordning för uppmätning av isolationsmotstånd kan antingen vara integrerad med jordfelsövervakning eller separat monterad.

På omkopplaren eller motsvarande för isolationsmätning ställs samma krav på brytförmåga som på övriga signalkontakter.

Omkopplaren skall kunna överföra låg mätström vid låg mätspänning med bibehållen låg och stabil kontaktresistans.

### 5.7 Säkringsövervakning

Varje enskild säkringsgrupp ska förse med övervakning som signalerar för spänningsbortfall. Används dvärgbrytare skall deras signalkontakter användas. I sådana fall måste även spänningen på närmast överliggande säkringsnivå övervakas eftersom dvärgbrytarens signalkontakt endast ger signal då dvärgbrytaren löst, men inte signalerar då spänningen försvinner.

Det skall finnas en optisk indikering vid säkringsgrupp som indikerar vilken säkring som är trasig. Kvittring av signal sker vid gruppen. Optisk indikering skall kvarstå tills ny säkring anbringats och larm återställts.

Reläskydd och andra utrustningar har ofta övervakning för bortfall av matningsspänningen, det är ett komplement som inte får ersätta övervakningen av matningsspänning.



## 5.8 LS-omvandlare

I det fall det finns utrustning i stationen som kräver 24 eller 48 V likström skall detta ordnas med LS-omvandlare matad från 110 V LS-system.

LS-omvandlare skall uppfylla krav enligt SS-EN 60146.

Övervakning av 24 V och 48 V system matat via LS omvandlare skall ha en separat arrangerad över- och underspänningsövervakning samt isolationsövervakning.

Larm enligt nedan skall avges via potentialfria kontakter och kunna ges följande fördröjningar:

- Överspänning 0–10 s
- Underspänning 0–5 m
- Jordfel 0–30 s
- Utlöst säkring momentant

### 5.8.1 Funktionskrav

- För redundans skall systemet matas via två (2) parallellkopplade omvandlare.
- Varje omvandlare skall enkelt kunna till/frånkopplas på upp resp. nedsida.
- Varje omvandlare skall klara stationens hela last.
- In- och utgångssidor skall vara galvaniskt skilda.
- Omvandlare skall tillsammans med eventuellt kondensatorpack kunna leverera tillräcklig kortslutningsström för att lösa ut underliggande diazed- eller automatsäkring.
- Utgående grupper skall övervakas.
- Omvandlarens inkopplingsströmstöt får inte lösa ut ett korrekt dimensionerat överströmsskydd i omriktarens matning.
- Det skall finnas en inbyggd överspänningsfunktion som bryter utspänningen när den övre gränsen för stabiliserad utspänning nås.
- Omvandlaren skall vara försedd med mjukstart vid inkoppling så att överspänningsspike på utspänningen reduceras.
- Omvandlare med en effekt under 500 W får inte vara försedda med kylfläkt.
- Omvandlare > 500 W skall vara försedda med likströmsövervakning för underliggande system, av samma typ som beskrivits för laddningslikriktare ovan.

### 5.8.2 Tekniska krav

Nominell inspänning: 110 V

Nominell utspänning: 24 eller 48 V

Larmnivå onormal spänning:  $\pm 2,5\%$

Jordfelsövervakning inställbar:  $1 \text{ k}\Omega - 1 \text{ M}\Omega$

Emitterad rippelström från ingång max: 50 mA

Spänningsvariation utgång högst:  $\pm 1\%$  avvikelse från nominell utspänningsnivå

Spänningsvariation ingång minst:  $+20\%$  respektive  $-15\%$  avvikelse från nominell inspänningsnivå

Rippelspanning utgång högst: 50 mV topp-topp

Utspänningens inställningstid vid momentan lastförändring 10–90 % högst: 2 ms

Temperaturdrift högst:  $0,02\% / ^\circ\text{C}$

Temperaturområde för angivna prestanda minst:  $\pm 0 - +40\text{ }^\circ\text{C}$

Verkningsgrad minst: 75%

### 5.8.3 Utförande

LS-omvandling kan ske enligt likströmskoncept med centralt placerade LS-omvandlare matande ett flertal förbrukare.

Den tekniska utformningen för generering av kortslutningsström vid fel i matade kretsar kan bestå av aktivt styrd elektronik eller stora kondensatorer.

Elektrolytkondensatorer får ej användas.

Centraliserade omvandlare skall ha digital display för visning av bl.a. aktuell spänning och belastningsström samt jordmotstånd uttryckt i ohm och vara placerade i anslutning till krafterheterna. Övervakning skall ge larm till felsignalsystem.

## 6 Utrustning batterirum

Följande utrustning skall ingå vid leverans av fritt ventilerade batterier. Dessa ska placeras via lämpliga upphängningsanordningar i samråd med beställaren.

- Ögonduschar via flaskställ enligt SS-EN 50272-2 och AFS 1999:7
- Densitetsmätare med droppställ
- Påfyllnadstratt
- Påfyllnadskanna
- Infettningsmedel (Dinitrol pasta etc.)
- Skyddsutrustningar enligt kapitel 9.2 i SS-EN 502 72-2
- Om bärhandtag saknas på battericellerna ska två (2) bärselar ingå

Vid leverans av stationsbatterier i separata batterirum ska ovan nämnda utrustningar ingå för varje batteri/rum.

## 7 Märkning/Skyltning

Märkningen ska vara av hållbart utförande, väl synlig och lätt avläsbar från batteriets framsida i den slutliga uppställningen. Följande information enligt SS-EN 60896-11 kapitel 21 ska vara beständigt angiven på cellen eller gruppkärlsbatteriet:

- Spänning
- Tillverkarens eller leverantörens typbeteckning
- Kapacitet med indikering av tillhörande urladdningsström eller urladdningstid vid den valda referenstemperaturen
- Tillverkarens eller leverantörens namn
- Elektrolytdensitet för fulladdad cell vid den valda referenstemperaturen
- Tillverkningsdatum (månad och år)

Utöver ovanstående märkningar ska samtliga celler märkas med ett löpnummer med nr 1 vid första pluspolen och enligt ett av alternativen nedan:

- Om batteriet saknar parallellkopplade delbatterier ska beteckningen utgöras av enbart löpnummer
- Om batteriet består av 2 eller flera parallellkopplade delbatterier betecknas cellerna i respektive batteri med bokstaven A, B, C, D o.s.v. i nämnd ordning före löpnummer.

På likriktare skall mätuttag vara försett med skyltar med följande tecken: "+" resp. "-" samt "Anslutning av voltmeter klass 0,2 eller bättre".

Voltmetern på likriktare ska vara försedd med en skylt med följande text: "Får ej användas för spänningsinställning".

Kablar till uttag för anslutning av yttre LS-matning och utrustning för kapacitetsprov skall vara märkta med blå (-) respektive röd (+) färg i sin helhet eller med färgad tejp med jämna mellanrum.

## 8 Dokumentation

Med leveransen ska utförlig information om montage, drift, skötsel och säkerhet enligt standarder och föreskrifter ingå.

(Se även övergripande dokumentationskrav för entreprenaden enligt *VTR08-03*).

### 8.1 Utförande

Förutom utförlig information om drift, skötsel och säkerhet enligt standarder och föreskrifter skall följande information ingå i inplastade instruktioner som skall distribueras på samma sätt som montageinstruktionerna.

Vid parallella batterier skall separata instruktioner levereras för respektive batteridel.

- batteribeteckning enligt beställningen
- leverantörens referensnummer, namn och adress
- leveransdatum
- batteriets typbeteckning
- antal celler i batteriet
- batteriets märkspänning
- kapacitet, urladdningsström och lägsta slutspänning vid 10 timmars urladdning
- kapacitet, urladdningsström och lägsta slutspänning vid 5 timmars urladdning
- hållladdningsspänning/cell

Utöver handlingarna enligt ovan skall även levereras 1 st. förenklad information i inplastat utförande, som anger hur besked om mätvärden och larmgränser på ett enkelt sätt kan inhämtas via övervakningens display.

## 9 Provning

Lågspänningsinstallationen provas enligt kapitel 61 i SS 436 40 00.

## 10 Bilagor

Bilaga 1 Principschema uppbyggnad LS-system vid B1 och B2-1

Bilaga 2 Principschema uppbyggnad LS-system vid B2-2 utan SUB-uppdelning

Bilaga 3 Principschema uppbyggnad LS-system vid B2-2, B3 och B4 med SUB-uppdelning

Bilaga 4 Principschema uppbyggnad VS-system TN-S

Bilaga 5 Principschema uppbyggnad VS-system TN-C

Bilaga 6 Omkopplingsautomatik lokalkraft

Teknisk Riktlinje för Kontrollanläggning, VTR02

## VTR02-06 Ställverksinterface

### Sammanfattning

Detta dokument specificerar krav på utförande av kontrollanläggning i Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer med konstruktionsspänning 7,2 - 420 kV.

### Historik:

Ver. Nr.	Ändringar avser: (kort beskrivning, senaste ändring överst)	Datum
3	Justerade punkter: 3.2, 3.3, 3.5, 3.5.1 och 3.5.2. Bilagor justerade	2010-10-01
2	Revidering av VTR2 enligt loggbok version 1	2017-05-15

## Innehållsförteckning

1	Allmänt .....	3
2	Standarder .....	3
3	Funktions- och tekniska krav .....	3
3.1	Manöver .....	3
3.2	Indikering .....	5
3.3	Mätvärden .....	5
3.4	Övervakning .....	6
3.5	Kopplingslådor .....	6
3.5.1	Spänningstransformatorer .....	7
3.5.2	Strömtransformatorer .....	8
4	Bilagor .....	9
	Bilaga 1 KL spänningstransformator med energimätning impedansjordat system .....	9
	Bilaga 2: KL spänningstransformator utan energimätning, impedansjordat system .....	9
	Bilaga 3 KL spänningstransformator med energimätning, direktjordat system .....	9
	Bilaga 4 KL spänningstransformator utan energimätning, direktjordat system .....	9
	Bilaga 5 KL strömtransformator, ej sek. omkopplingsbar .....	9
	Bilaga 6 KL strömtransformator, sek. omkopplingsbar .....	9
	Bilaga 7 KL spänningstransformator en-fas .....	9
	Bilaga 8 KL spänningstransformator nollpunkt – NUT .....	9

## 1 Allmänt

Denna riktlinje avser Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer 7,2-420 kV.

## 2 Standarder

Anläggningar och utrustningar skall uppfylla de krav som finns i Svenska lagar och föreskrifter för elektriska starkströmsanläggningar. De skall dessutom uppfylla kraven i tillämpliga Svenska standarder om ej annat anges i detta eller andra VTR- och TR1-dokument. För standarder gällande kontrollanläggning skall VTR02-01 tillämpas.

All utrustning, apparater, konstruktioner, dokumentation och montage ingående i levererade funktioner skall vara utförda så att de uppfyller beställarens specificerade krav. Finns det speciella krav i den tekniska specifikationen som avviker från uppräknade normer, gäller dessa krav före normerna. Data och anläggningsbundna krav specificeras i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Levererad utrustning skall uppfylla kraven i gällande EU-direktiv och för lågspänningsutrustning kraven på CE-märkning.

## 3 Funktions- och tekniska krav

Utrustningar ska vara konstruerade på sådant sätt att de har förutsättningar att kunna fungera på avsett sätt under minst 40 år utan större underhållsinsatser. För reläskydd, kommunikationsutrustning och annan elektronisk utrustning förväntas den hålla minst 20 år.

All anslutning till/från primärapparater skall ske med kopparkabel (hårdtrådat) via plintsnitt i fackskåp/objektskåp/reläskåp.

För att ur störningssynpunkt skilja utrustning avsedd för ställverksmiljö och övrig kontrollutrustning avsedd för lägre störmiljöklass skall uppsättas utrustning som galvaniskt skiljer störmiljöklasserna åt.

Utrustningen placeras i ett särskilt lågspänningsutrymme, eller i kontrollskåp.

Exempel på utrustning som kan monteras som interface för att särskilja olika störmiljöklasser mot ställverket är:

- Mätvärdesomvandlare
- Övervakningsreläer för spänningstransformatorgrupper
- Spegel- och manöverreläer för frånskiljare och brytare
- Reläer för manöverdon, brytarkondition
- Utlösningsreläer för stationsövergripande skydd samt automatiker för Åi
- Reläer för styrning och indikering av lindningskopplare
- Temperaturgivare
- Optiska givare
- In-/utgångskort digitala såväl som analoga

### 3.1 Manöver

För att sluta och bryta kraftigare ström krävs hjälprelä med därför avsedda kontakter. På reläerna i utlösningsskretsarna ställs stora krav på att inga onödiga fördröjningar införs mellan reläskyddsfunktion och vidaresändning till brytarens utlösningmagnet. Vid snabba

förlopp kopplas två reläer parallellt, ett snabbt relä som klarar att sluta men inte bryta aktuell ström parallellt med ett med "kraftigare" kontakter som övertagande relä. Genom kombinationen av ett snabbt relä med begränsad bryt- men stor slutförmåga samt ett långsammare relä med god brytförmåga erhålls en reläkombination med god funktionssäkerhet. Utlösnings- och tillslagsrelät får inte dra vid halva märkspänningen och ska vara stabilt mot kapacitiva urladdningsströmmar som kan erhållas vid kopplingar i likspänningssystemet.

Följande prestanda skall uppfyllas av utlösnings/manöverreläer:

- Märkspänning  $U_n$  110 V

Manöverreläer med god brytförmåga:

- Tillslagstid < 40 ms
- Frånslagstid < 20 ms
- Tillslagsvärde i % av  $U_n$  < 80
- Frånslagsvärde i % av  $U_n$  > 5
- Funktionsvärde i % av  $U_n$  80-110
- Strömbelastningsförmåga slutna kontakt
  - 200 ms/1 s 55/30 A
  - Kontinuerligt 6 A
- Brytförmåga  $I_s$ ,  $L/R < 40$  ms
  - 3 A vid 110 V
  - 1 A vid 220 V
- Slutförmåga  $I_s$ ,  $L/R > 40$  ms
  - 200 ms/1 s 30/20 A

Manöverreläer med snabb funktionstid:

- Tillslagstid < 10 ms
- Frånslagstid < 10 ms
- Tillslagsvärde i % av  $U_n$  60-80
- Frånslagsvärde i % av  $U_n$  > 5
- Funktionsvärde i % av  $U_n$  80-110
- Strömbelastningsförmåga slutna kontakt
  - 200 ms/1 s 35/20 A
  - Kontinuerligt 4 A
- Brytförmåga  $I_s$ ,  $L/R < 40$  ms
  - 0,35 A vid 110 V
  - 0,2 A vid 220V
- Slutförmåga  $I_s$ ,  $L/R > 40$  ms
  - 200 ms/1 s 30/10 A

För typprovade, fabriksmonterade, kapslade ställverk accepteras att reläkontakternas brytförmåga är anpassad till den ställverksutrustning som den är avsedd att bryta, brytförmågan skall anges.

För att utföra fjärrmanöver i stationer med bussystem kan kontakter på reläskydd nyttjas.

Manövermellanreläer skall förses med släckdioder.

Dioder (exklusive släckdioder) i utlösning och manöverkretsar får inte förekomma, undantag för vaktenhet.



Manöver- och utlösningssreläer ska vara skyddade mot oavsiktlig manöver via mekanisk påverkan.

För motormanövrerade frånskiljare och jordningskopplare skall motormanöverdonet vara utfört för 2-polig manöver, dvs. för att frånskiljaren skall kunna manövreras fordras slutning i manöverkretsen för både plus och minus till manöverspolarna. För frånskiljare och jordningskopplare skall det vara två manöverreläer (ett för manöverplus och ett för manöverminus).

Kretsen som går ut till frånskiljare, jordningskopplare skall vara övervakad mot jordfel.

Vid SUB-uppdelning av reläskydd skall frånmanöver från reläskydd i SUB1 påverka UM1-spolen respektive SUB2 påverka UM2-spolen.

### **3.2 Indikering**

För att till kontrollutrustningen inhämta besked om primära kopplingsapparaters läge används apparaters hjälpkontakter eller om så krävs ur störmiljösynpunkt spegelreläer i erforderlig omfattning.

För att ansluta hjälpkontakter från primära kopplingsapparater utan mellanreläer skall ansluten utrustning vara klassad för Level 4 (ML4). Vid mångfaldigande av kontakter för anslutning av primära apparater till flera utrustningar används spegelreläer.

För att hämta besked om lägesindikering - till Stations-HMI, fjärr m.m. - i stationer med bussystem får IED (reläskydd, automatik, fackkontroll) användas.

För anslutning till utrustning med störmiljöklass Level 3 (ML3) eller lägre (t.ex. RTU m.m.) skall apparater placerade i utomhusställverk och utomhusliknande anläggningar (utomhusapparater placerade inomhus, GIS m.m.) anslutas via spegelreläer. För fabriksstillverkade typprovade kapslade ställverk som är placerade i samma byggnad som RTU kan apparaternas hjälpkontakter användas. Då apparatens hjälpkontakter används tas båda lägesindikeringarna från dessa kontakter.

Där spegelreläer används, skall dessa utföras med två stycken hjälpreläer per kopplingsapparat. Ett relä för Till- och ett för Frånläge. Besked Till respektive Från hämtas via apparatens hjälpkontakter.

Reläernas kontakter skall ha försumbart kontaktmotstånd samt vara utförda i ett icke-oxiderande material. Reläerna skall vara anslutna till seriekopplade s.k. "korta kontakter" (kontaktfunktion som är sluten i endast ändlägen och i mellanläge öppen) i brytare respektive frånskiljare. Onormalt läge på spegelreläer skall övervakas i sin helhet, d.v.s. om reläet består av flera spolar/kontaktsatser skall samtliga övervakas.

### **3.3 Mätvärden**

Mätvärdesomvandlare installeras för att omvandla mätströmmar och mätspänningar m.m. till för kontrollanläggningen mera lämpliga värden.

Stationer förses med erforderligt antal mätvärdesomvandlare för mätning av spänning, ström, aktiv och reaktiv effekt, ev. frekvens samt temperatur etc.

Vid bussbaserat kontrollsystem ersätts mätvärdesomvandlare av mätvärdesöverföring via skydds/kontrollterminaler eller motsvarande. För nollpunktsspänning skall dock mätvärdesomvandlare installeras.

För visning av nollpunktsspänning via mätvärdesomvandlare gäller krav enligt *VTR02-02*.

Mätvärdesomvandlare som installeras skall uppfylla följande tekniska krav:

- Utgångar = 4-20,00 mA Is
- Hjälpspänning = Stationens förekommande hjälpspänning
- Belastbarhet på utgång = 0-750 ohm
- Störmiljöklass = Level 4 (ML4)
- Klass spänning = 0,2
- Klass ström = 0,5
- Klass aktiv och reaktiv effekt = 0,5
- Skalfaktor        kV        = 1,25
- A        = 1,2
- MW, MVAr = 1,0
- Övriga        = 1,0

Omvandlare skall mäta sant effektivvärde och vara linjära inom sitt mätområde. Omvandlare för aktiv och reaktiv effekt skall ha trefasig spänningsmätning och vara dubbelriktade.

Omvandlare skall ha galvanisk skiljning mellan in- och utgångar samt till jord.

Omvandlarna kan användas gemensamt för fjärrmätning och lokala instrument. Inkoppling av mätvärdesomvandlars primär- och sekundäranslutningar skall ske via separata plintar för att medge provmöjlighet. Till omvandlare skall det vara möjligt att ansluta biledningar upp till 2,5 mm<sup>2</sup>.

I det fall omvandlaren är av programmerbar typ skall kompletta programverktyg för konfigurering och inställning inkl. datakablar ingå, se även *VTR08-03*.

### 3.4 Övervakning

Samtliga apparater och utrustningar i stationen skall övervakas för fel och onormal status, exempel på status som skall övervakas är nivå, temperatur, utlösta motorskydd, säkringar och utlösningsskretsar samt andra felindikeringar. Övervakningen skall kopplas till stationens lokala larmhantering och fjärrkontrollsystem via utrustningens larmkontakter eller om så krävs ur störmiljösynpunkt, mellanreläer i erforderlig omfattning.

Samtliga felindikeringar skall "redovisas" med optisk indikering, se även *VTR02-02*.

### 3.5 Kopplingslådor

Kopplingslådor placerade utomhus eller i ouppvämt utrymme skall vara utförda i rostfritt stål, vara försedda med tak och uppfylla kapslingsklass IP54. I det fall kopplingslådan är placerad i smutsig eller salthaltig omgivning (nedsmutsning enligt *VTR01-01*) ska den vara utförd i syrafast rostfritt stål.

Vid inomhusutförande ska kopplingslådor vara utförda i ytbehandlad metall med kapslingsklass minst IP51.

Kopplingslådor skall vara utförda så att alla delar, dörrar, tak, montageplåtar, m.m. har god galvanisk kontakt med varandra. Alla ingående delar ska vara elektriskt förbundna för att kunna anslutas till gemensam jordningspunkt.

Samtliga förskruvningar/kabelgenomföringar skall vara i rostfri metall.

Låda placerad utomhus innehållande elektromekanisk apparat skall vara försedd med termostatstyrd värme samt ventilationsöppningar. Det skall finnas två ventiler, en i lådans lägsta punkt och en i sidan diagonalt från ventilen nedtill.

Varje enskild mättransformatorsats skall anslutas via en egen separat kopplingslåda i ställverket. För kombinerade apparater t.ex. ström- och spänningstransformatörer skall en kopplingslåda för respektive funktion installeras. Apparater (brytare, frånskiljare m.m.) ansluts normalt direkt från egen apparatlåda till kontrollutrustningen. I typprovade kapslade ställverk ersätts kopplingslådan/apparatlådan av ett för varje ställverksfack särskilt avsett lågspänningsutrymme.

Kopplingslådor ska placeras i primärapparatens omedelbara närhet och placeras på en nivå som är lämplig ur betjäningssynpunkt.

Lådor och lågspänningsutrymme skall förses med låsvred. Nyckel hängs i stålsvajer vid låda.

Plintar ska placeras så att anslutning av ledare kan ske enkelt.

Frånskiljbara plintar med mätuttag enligt *VTR02-07* skall användas.

Undersidan av kopplingsplintarna används för överkopplingar och anslutning av yttre ledningar från kontrollutrustningen, medan ovansidan används för anslutning av yttre ledningar från processobjektet. Utrymme ska finnas för utökning av antalet plintar. Speciella föreskrifter från komponenttillverkare beträffande placering och montage skall iakttas.

På lådan skall det finnas en jordanslutning för 35 mm<sup>2</sup> kopparlina som ansluts till jordad stativdel. I lådan skall finnas en jordskena för kabelskärmar, i lådor för mättransformatorer skall skenan ha anslutning för 35 mm<sup>2</sup> kopparlina som ansluts direkt till marklinenätet. Se *VTR02-07* för jordning av kopplingslådor.

För krav på lådor för övriga primärapparater t.ex. transformatorer, s.k. apparatlåda, se respektive apparat i *TR01/VTR01*.

### **3.5.1 Spänningstransformatörer**

Kopplingslåda för spänningstransformatörer skall vara utförd som två delar i en låda. En del skall innehålla säkringscentral för säkringar och ev. dvärgbrytare, den andra delen skall innehålla plintar. Undantag gäller för lågspänningsutrymme i fabriksstillverkade typprovade kapslade ställverk.

Sekundärkablage för spänningstransformatörer ska förläggas kortslutningssäkert mellan sekundäruttag på apparat och säkring i kopplingslåda.

I kopplingslådor för spänningstransformatörer skall samtliga sekundäruttag dras till plint. Jordning av sekundärkrets, funktionsjordning skall endast ske på ett ställe vilket utförs i kopplingslådan. Jordskena för funktionsjord (FE) skall vara monterad på isolatorer och ansluten till skyddsjordskena (PE) via en grå ledare minst 16 mm<sup>2</sup>.

Samtliga grupper skall vara försedda med diazedsäkringar (G2-E27). Debiteringsmätning förses med 10 A säkring av snabb typ. Övrig mätning förses med 6 A säkring av normal typ. Samtliga använda grupper skall övervakas och vara försedda med gruppförteckning. Säkringsövervakningen placeras i kontrollrummet.

För impedansjordat nät skall öppen deltalindning för jordfelskydd förses med belastningsmotstånd samt separat enpolig automatsäkring för varje matning (t.ex. för JSr-skydd, NUS-skydd och mätning av nollpunktsspänning). Automatsäkringens karakteristik och belastningsmotståndets storlek anpassas till spänningstransformatorn. Utlöst eller frånslagen automatsäkring skall ge signal.

Vid SUB-uppdelning skall det vara olika säkringsgrupper för SUB1 och SUB2.

Inkoppling av kretsar i kopplingslåda/lågspänningsutrymme skall utföras enligt *Bilaga 1-4*. Inkoppling av enfasig spänningstransformator och spänningstransformator i nollpunkt –NUT skall utföras enligt *Bilaga 7-8*.

### **3.5.2 Strömtransformatorer**

I kopplingslådor för strömtransformatorer skall samtliga sekundärlindningars uttag vara indragna och anslutna till plintar. Eventuellt outnyttjad lindning skall vara kortsluten och jordad endast i lådan. Eventuella kapacitiva uttag som inte används skall jordas.

Strömtransformatorer skall ha olika kärnor för SUB1 och SUB2.

Jordning av sekundärkrets, funktionsjordning skall endast ske på ett ställe vilket utförs i kopplingslådan. Jordskena för funktionsjord (FE) skall vara monterad på isolatorer och ansluten till skyddsjordskena (PE) via en grå ledare minst 16 mm<sup>2</sup>.

Inkoppling i kopplingslåda/lågspänningsutrymme skall utföras enligt *Bilaga 5-6*.

Vid tvåbrytarställverk skall en låda för respektive strömtransformator installeras. Lådan skall utföras enligt *Bilaga 5-6* för respektive strömtransformatorsats. I det fall strömtransformatorernas sekundärkrets ska sammankopplas utförs detta i kontrollanläggningens objektskåp. Då strömkretsar summeras måste det säkerställas att det endast finns en jordning av strömkretsen, A-IT jordas.

Montage av strömtransformatorer utförs med P1 mot samlingskena och P2 mot skyddsobjektet, S2 skall jordas. Vid ombyggnad/utbyggnad i befintlig anläggning skall strömtransformatorer monteras lika befintlig utformning.

## 4 Bilagor

Bilaga 1 KL spänningstransformator med energimätning impedansjordat system

Bilaga 2 KL spänningstransformator utan energimätning, impedansjordat system

Bilaga 3 KL spänningstransformator med energimätning, direktjordat system

Bilaga 4 KL spänningstransformator utan energimätning, direktjordat system

Bilaga 5 KL strömtransformator, ej sekundärt omkopplingsbar

Bilaga 6 KL strömtransformator, sekundärt omkopplingsbar

Bilaga 7 KL spänningstransformator en-fas

Bilaga 8 KL spänningstransformator nollpunkt –NUT

Teknisk Riktlinje för Kontrollanläggning, VTR02

## VTR02-07 Montage av kontrollanläggning

### Sammanfattning

Detta dokument specificerar krav på utförande av kontrollanläggning i Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer med konstruktionsspänning 7,2 - 420 kV.

### Historik:

Ver. Nr.	Ändringar avser: (kort beskrivning, senaste ändring överst)	Datum
3	Justerade punkter: 5, 5.3, 6, 7, 7.1, 7.3, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, 8.2, 8.3, 8.5, 8.6, 8.6.1, 8.6.2 och 8.6.3. Ny bilaga 3. Pkt 7.13 borttagen	2020-10-01
2	Revidering av VTR2 enligt loggbok version 1	2017-05-15

## Innehållsförteckning

1	Allmänt .....	4
2	Standarder .....	4
3	Funktions- och tekniska krav .....	4
3.1	Kontrollanläggning utan SUB-uppdelning .....	4
3.2	Kontrollanläggning med SUB-uppdelning .....	5
4	Elmiljöklasser .....	6
5	Jordning .....	7
5.1	Jordning av kontrollanläggningskablar .....	7
5.2	Jordning av skåp .....	8
5.3	Jordning av kopplings- och apparatlådor .....	8
6	Kopplingsplintar .....	9
7	Skåp/Lågspänningsutrymme .....	10
7.1	Objektskåp och Reläskåp .....	11
7.2	Lågspänningsutrymme .....	12
7.3	Stations-HMI / (Lokal HMI) .....	12
7.4	Skåp för övrig gemensam utrustning .....	12
7.5	Debiterings- och kontrollmätning .....	12
7.6	Elkvalitetsmätning .....	12
7.7	Fjärrkontroll .....	12
7.8	Kommunikationsutrustning .....	12
7.9	Reservlarmsändare .....	12
7.10	Dörr/Svängbar ram .....	12
7.11	Montage av utrustning i skåp/lågspänningsutrymme .....	13
7.12	Komponentplacering .....	13
8	Kablar och ledningar .....	14
8.1	Dimensionering av kablar och ledningar .....	14
8.2	Kabel och Ledningsförläggning inom skåp/lågspänningsutrymme .....	14
8.2.1	Anslutning av ledningar/kablar .....	15
8.2.2	Märkning av ledningar i skåp/lågspänningsutrymme .....	15
8.3	Kablar .....	15
8.4	Kabel- och partmärkning .....	15
8.5	Montage och förläggning av kablar .....	16
8.6	Kabelvägar .....	16
8.6.1	Kontrollanläggning .....	16
8.6.2	Kommunikationsanläggning .....	17
8.6.3	Hjälpkraftmatning .....	18
9	Bilagor .....	18
	Bilaga 1 Ledningsmärkning i skåp .....	18
	Bilaga 2 CIGRE Guide on EMC in Power Plants and Substations .....	18





## 1 Allmänt

Denna riktlinje avser Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer 7,2 - 420 kV.

## 2 Standarder

Anläggningar och utrustningar skall uppfylla de krav som finns i Svenska lagar och föreskrifter för elektriska starkströmsanläggningar. De skall dessutom uppfylla kraven i tillämpliga Svenska standarder om ej annat anges i detta eller andra VTR- och TR1-dokument. För standarder gällande kontrollanläggning skall *VTR02-01* tillämpas.

All utrustning, apparater, konstruktioner, dokumentation och montage ingående i levererade funktioner skall vara utförda så att de uppfyller beställarens specificerade krav. Finns det speciella krav i den anläggningsspecifika tekniska beskrivningen som avviker från uppräknade normer, gäller dessa krav före normerna. Data och anläggningsbundna krav specificeras i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Levererad utrustning skall uppfylla kraven i gällande EU-direktiv och för lågspänningsutrustning kraven på CE-märkning.

Utrustningar skall uppfylla god elsäkerhetsteknisk praxis.

## 3 Funktions- och tekniska krav

Anvisningarna i denna riktlinje är utformade för att få en personsäker och driftsäker anläggning men även en anläggning som är enkel att underhålla. Anläggningsdelar med beröringsspänningar över 50 V växelspanning och 120 V likspanning skall vara beröringsskyddade enligt gällande föreskrifter så att de ej är åtkomliga för beröring under drift eller vid normalt underhåll i stationen.

Hänsyn ska tas till den elektriska störmiljö som finns i ställverk och kontrollrum.

Störningar kommer bland annat från högspänningsställverket som via kontrollkablar förs in i kontrollrummet. Kablar ska förläggas och anslutas på ett sådant sätt att dessa störningar hindras att nå fram till störkänslig utrustning.

När en ombyggnad ska utföras i en befintlig station så får störskyddet av befintlig kontroll- och tele/kommunikationsanläggning inte försämrats.

Leverantör av apparat är enligt EU direktiv 89/336/EEG skyldig att visa hur apparaten skall anslutas till anläggningen. Denna information skall efterfrågas och följas av den som gör montaget. Föreskrifter från komponenttillverkare beträffande placering och montage skall iakttas.

Vid projektering av stationer måste man se över helheten och gruppera skåp/funktioner på så sätt att olika funktioner inte stör varandra.

Utrustningar ska vara konstruerade på sådant sätt att de har förutsättningar att kunna fungera på avsett sätt under minst 40 år utan större underhållsinsatser typ kortbyten m.m.

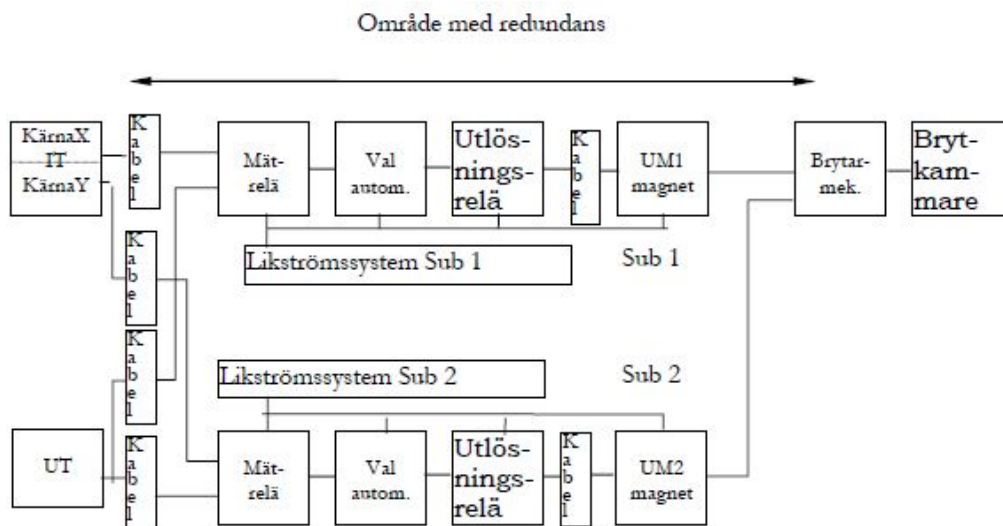
### 3.1 Kontrollanläggning utan SUB-uppdelning

- Utrustningen placeras i kontrollskåp eller i ett särskilt lågspänningsutrymme i fabriksstillverkade, typprovade kapslade ställverk.

- Uppdelning av reläskydd i olika terminaler skall utföras enligt *VTR02-03* och anläggningsspecifik teknisk beskrivning.
- Reläskydd för olika objekt får placeras i samma skåp efter överenskommelse med beställaren. Objekt som placeras i samma skåp skall vara av samma typ, t.ex. transformator och ledning får inte placeras i samma skåp.
- Automater får ha samma LS-matning som reläskydd placerat i samma skåp/terminal.
- Varje LS-grupp får maximalt mata 3 st. fack per funktion i fabriksstillverkade, typprovade, kapslade ställverk. I övrigt gäller en LS-grupp per fack och funktion med undantag för transformatorskydd, se även *VTR02-05 kap. 5.3*.
- Transformatorskydd som utförs i terminaler för resp. spänningsnivå skall ha egen LS-matning för respektive terminal.
- Vaktenhet skall ha egen LS-matning.

### 3.2 Kontrollanläggning med SUB-uppdelning

Om ett reläskyddssystem utgör reserv för ett annat, skall man se till att båda funktionerna så långt som möjligt fungerar oberoende av varandra. Detta benämns SUB-uppdelning, (SUB1 och SUB2).



SUB-uppdelningen skall uppfylla följande krav:

- Anpassningsutrustning skall vara fackorienterad.
- SUB-uppdelning av reläskydd skall utföras i separata terminaler enligt *VTR02-03* och anläggningsspecifik teknisk beskrivning.
- Reläskyddsutrustningarna för respektive SUB skall hållas fysiskt separerade från varandra genom placering i olika skåp med egna LS-matningar.
- Skåp tillhörande SUB1 skall hållas åtskilda ( $\geq 1,4$  m) från skåp tillhörande SUB2.
- Objekt ingående i samma SUB får utföras med flera objekt i samma skåp, varje objekt skall ha egna LS-matningar. Objekten skall dock vara av samma typ, t.ex. transformator och ledning får inte placeras i samma skåp.

- Reservskydd (parallelskydd) får placeras i gemensamt lågspänningsutrymme vid typprovade, kapslade ställverk.
- SUB1 och SUB2 kablar skall förläggas i kanaler med brandavskiljande vägg alternativt i olika kanaler. Kanaler märks SUB1 resp. SUB2.
- SUB1 och SUB2 kablar skall förläggas på olika märkta/skyltade stegar.
- SUB1 och SUB2 skall förläggas i olika kabelrör.
- Kretsar som ingår i det ena SUB-systemet får endast i undantagsfall dras in i skåp tillhörande det andra SUB-systemet. Endast kretsar tillhörande SUB1 får dras till skåp tillhörande SUB2. Funktioner som är gemensamma skall utföras med s.k. reläöverdrag.
- Automatiker får ha samma LS-matning som reläskydd placerat i samma skåp/IED.

## 4 Elmiljöklasser

Standarden SS-EN 61000-6-5 ger allmänna krav för EMC i kraft- och transformatorstationer. För byggnation av störningsfria stationer gäller, *Bilaga 2 "Guide on EMC in Power Plants and Substations"* utgivet av Cigré WG36.04 april 1997.

Beroende på utrustningens placering kan man specificera kraven på störprovningssklass och stördämpande åtgärder.

Klassningen beskrivs i SS-EN 61000-4-4 och SS-EN 61000-4-12. I tabellen nedan beskrivs de olika elmiljöerna och regler för kontrollutrustningar i dessa miljöer. Tabellen är en tolkning av åberopade standarder och det är den tolkningen som gäller. Som information har den gamla elmiljöklassningen enligt SS 436 15 03 "Tålighet mot ledningsbundna elektriska störningar" angivits inom parentes.

Elmiljö Klass IEC 61000	Elmiljöbeskrivning	Regler för kontrollutrustningar
Level 1(ML1)	Skyddad elmiljö. Datorer o.dyl.	Störprovningssklass 1 Beskrivs ej i detta dokument.
Level 2 (ML2)	Lätt elmiljö	Störprovningssklass 2 Beskrivs ej i detta dokument.
Level 3 (ML3)	Normal elmiljö. Processkontroll, digitala manöver och indikeringssystem. Denna miljö gäller för utrustning som ej är beskriven under Level 4 (ML4).	Störprovningssklass 3 Endast inom manöverhus. Kablskärmen ansluts i ena änden till jordskenan. I skåp sker separering av störande (Level 4) och Störkänsliga (Level 3) ledare.
Level 4 (ML4)	Svår elmiljö. Högspänningsställverk och till detta galvaniskt kopplad utrustning. Till denna kategori hör reläskydd och utrustning av reläskyddskaraktär.	Störprovningssklass 4 För kablar som sträcker sig utanför manöverhuset jordas skärmen i båda ändar.
Level X(ML5)	Extra svår elmiljö. För signaler som går utanför stationens jordlinenät.	Störprovningssklass X Beskrivs ej i detta dokument.

## 5 Jordning

Kontrollanläggningens jordningssystemets utformning har stor betydelse för störspänningarnas amplitud och utbredning.

Följande krav gäller:

- Särskild hänsyn skall tas till skyddsjordning/potentialutjämning av reläskydd (och då framförallt för transientmätande skydd) och den skall utföras enligt tillverkarens anvisningar.
- Kabelskärmarnas anslutning ska utformas så att störningar reduceras. Skyddsjordningen ska utföras så att störande strömmar och felströmmar i högspänningsställverkets marklinenät inte kan passera nära kontrollutrustningen. Detta åstadkoms genom att jordningssystemet förbinds med stationens marklinenät i endast en punkt (jordplint) i stationsbyggnaden.
- Kabelstegar skall skyddsjordas/potentialutjämnas i båda ändar, skarvar/övergångar skall vara utförda med godkända "skarvdon" alternativt shuntas med 25 mm<sup>2</sup> jordlina.
- Kommunikationsutrustning, antenner, master, fästvinklar o.s.v. skall skyddsjordas.
- Skyddsjordning via kapsling eller motsvarande – seriejordning - får inte förekomma.
- Isolerad ledare för skyddsjord och potentialutjämning ska ha grön/gul märkning enligt starkströmsföreskrifterna.
- Skyddsjord och potentialutjämning kan även utföras med oisolerad Cu-lina.

### 5.1 Jordning av kontrollanläggningskablar

I högspänningsställverket skall alla kablar tillhörande kontrollutrustning och Hjälpkraftsystem vara försedda med skärm som jordas i kabelns båda ändar (dubbeljordas).

För kablar med anslutning mellan ställverk och kontrollutrustning gäller följande krav:

- Kablar skall dubbeljordas.
- Kablarna skalas och skärm isoleras och ansluts till jordskena i skåpet.
- Level 3 kablar skalas och skärmjordas till den vertikala jordskenan i nivå med den plintrad som kabeln ansluts till. Vid anslutning av kabel till flera plintrader skärmjordas kabeln i den nivå som är närmast kabelns skalning.
- Level 4 kablar skalas och skärmjordas med kortast möjliga skärmjord till jordskena direkt efter införande i skåpet.
- Endast en skärm ansluts under varje skruvöverfall.
- Används skärmen som skyddsjord skall den förses med gulgrön slang. I annat fall används genomskinlig/transparent slang.

Kablar, som ansluts till störcänslig utrustning av Level 3 skall vara skärmade. Skärmen till kontrollkabel, som till sin hela längd är förlagd inom kontrollrumsbyggnaden, skall jordas i kabelns ena ända (enkeltjordas). Som huvudregel gäller att skärmen skall jordas i den ända av kabeln som är ansluten till lägsta störmiljöklassen och känsligaste utrustningen.

Elektronikkabel skalas så nära anslutningsobjektet som möjligt.

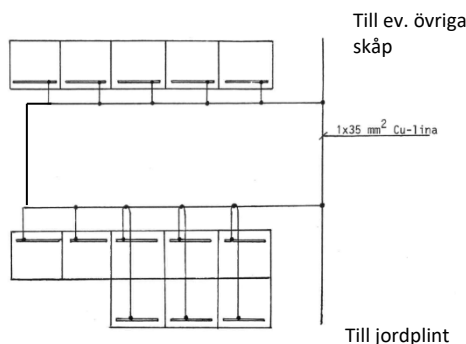
För elektronikkabel som ansluts i skåp med fjärrkontrollterminal eller TFP-plintsnitt jordas skärmen enbart i skåpet. Ej jordad skärmända skall isoleras med genomskinlig slang. Slangen skall vara längre än biledaren/skärmen och vikas dubbel samt buntas fast ner mot kabeln. Det skall framgå i kabelparttabell hur anslutning av skärm utförts. Se även VTR08-03.

Mätvärdesomvandlare, som via skärmade kablar seriellt matar både lokala instrument och fjärrkontrollutrustning, får endast jordas i en punkt. Detta innebär att skärmarna måste förbindas isolerat i avgreningspunkten. Detta uppnås genom att kabelskärmar kopplas ihop via icke frånskiljbar kopplingsplint som är tydligt dokumenterad i krettschema.

## 5.2 Jordning av skåp

Kontrollskåp skall skyddsjordas radiellt till marklinenätet via jordplint.

- Samtliga kontrollutrustningsskåp jordas med 1x35 mm<sup>2</sup> Cu-lina.
- Anslutning till jordlina i skåp skall utföras antingen till överfallsklämma eller till jordskruv med kontaktpressad kabelsko.

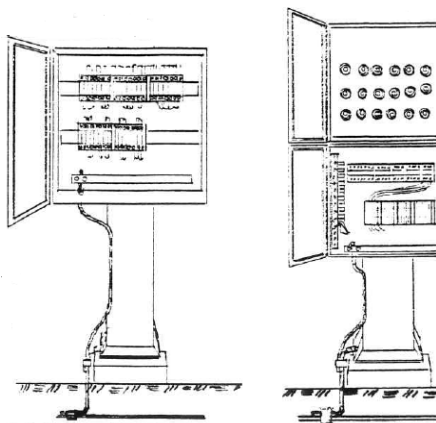


Exempel jordning av kontrollanläggningskåp

## 5.3 Jordning av kopplings- och apparatlådor

Kopplings- och apparatlådor skall skyddsjordas till marklinenätet. Dörrar skall potentialutjämnas. Jordlinor får ej buntas med kablar till kopplingslådan.

- Funktionsjord - jordledare avsedd att ge funktionsjordning - skall vara utförda i grå färg.
- Kopplingslådan skall vara försedd med en separat jordskena avsedd för mättransformatorernas sekundärkretsar (funktionsjord). Jordskenan skall vara isolerad från jord dvs monterad på isolerade distanser. Jordskenans anslutning till jord skall vara sammankopplad med jordskena för kabelskärmar och kunna avlägsnas utan att övriga anslutningar till jord bryts. En separat jordskena, avsedd för kabelskärmar skall vara direkt ansluten till jord.
- Kopplingslådor skall anslutas från lådans jordskena via lådans jordskruv alternativt direkt till marklinenätet med 35 mm<sup>2</sup> Cu-lina.



*Jordning av kopplingslåda*

## 6 Kopplingsplintar

Tillförlitligheten för all utrustning är i hög grad beroende på kvalitén på kabel- och ledaranslutningar. Höga krav skall därför ställas på anslutningsdonen. Med hänsyn till provning och felsökning skall det vara möjligt att i gränssnitt mellan primärapparater och kontrollanläggning samt mellan olika delar i kontrollanläggningen kunna öppna samtliga kretsar individuellt.

Kopplingsplintar skall uppfylla bestämmelserna i SS-EN 60947-7-1.

Kopplingsplintar för utgående grupper i VHC behöver inte vara frånskiljbara eftersom de föregås av säkring eller omkopplare.

Kopplingsplintar skall vara frånskiljbara beröringsskyddade skruvplintar med synligt brytställe och försedda med två mäthylsor 2,3 alternativt 4 mm. Skruv för anslutning av ledare får inte användas som mäthylsa. Mäthylsa skall vara separerad från anslutningsskruven för plintar 4 mm. För att säkerställa att överkopplingsbleck alltid monteras på samma sätt skall samtliga plinttyper som används i anläggningen ha samma grundkonstruktion, antingen "hisskonstruktion" som innebär att plinten pressar ledaren mot montören eller konventionell konstruktion där skruven pressar ledaren mot plinten. Så kallade flerplansplintar får inte förekomma. Det skall inte behövas specialverktyg för att ansluta ledare.

Kopplingsplintar för strömmar, spänningar samt utlösings-, Till- och Frånslagskretsar skall i hela kretsen vara försedda med dubbla överfall i brytstället och två mäthylsor 4 mm. Ledare upp till 10 mm<sup>2</sup> skall kunna anslutas. Plintar skall vara placerade så att det är enkelt att öppna/sluta samt utföra mätningar/felsökningar etc. med hänsyn till intilliggande utrustning. Samtliga mäthylsor skall vara åtkomliga i såväl slutet som frånskilt läge.

Bleck i horisontellt monterade plintrader skall falla nedåt vid frånskiljning. Bleck i vertikalt monterade plintrader skall frånskiljas i riktning åt vänster. Bleck i horisontellt liggande plintrader skall frånskiljas mot skåpets dörröppning.

Plintars skruvar och bleck åtdras med av tillverkaren föreskrivet moment.

Plintar för 230/400V VS får inte placeras intill övriga plintar.

Plintarna skall vara beröringsskyddade med separat täcklock och märkas upp med en blixtsymbol så att det klart framgår att det är plintar för VS.

Ledare anslutna till samma uttag på plint skall ha samma area.  
Flertrådig och entrådig ledare skall ej anslutas till samma uttag på plint, dock får fåtrådig ledare anslutas med EQ om den fåtrådiga ledaren är försedd med hylsa.  
Till varje plintsida får maximalt två parter anslutas exklusive överkopplingsbleck.  
Vid fler än två parter erfordras två eller flera plintar med överkopplingsbleck.  
Oanvända anslutningar/skruvar på kopplingsplintar skall dras åt helt. Samtliga kopplingsbleck (även för oanvända plintar) skall vara slutna.

Överkopplingsbleck (insticksbrygga) skall vara sammanhängande, vid sammankoppling av flera skall de kopplas ihop med RQ eller motsvarande. Överkopplingsbleck får inte kortas av. Överkopplingsbleck skall vara beröringsskyddade. Mellanliggande stift på överkopplingsbleck får inte klippas bort. Överkopplingsbleck skall anslutas i kabelanslutningen och får inte "kilas" fast.

Inre och yttre förbindningar skall ligga på vardera sidan av frånskiljbar plint. Undersidan /sida mot dörröppning av kopplingsplintarna är avsedda för anslutning av interna skåpledningar (1-sida) från apparatuttag, medan motstående sida (2-sida) används för anslutning av yttre ledningar/kablar. Plintar märkes med 1- och 2-sida. Se även *VTR08-03* för märkning.

Gemensamma kretsar, som skall anslutas till flera skåp, skall anslutas så att kretsen till ett enskilt skåp kan brytas utan att förbindelsen till övriga skåp bryts. Detta innebär att två kabelparter måste kopplas till en plints externsida. Vid behov sammankopplas två plintar på externsidan.

Utrymme skall finnas för utökning med plintar.

Plintar för störkänslig utrustning, Level 3 placeras med god separation, min. 100 mm till utrustning av Level 4.

## **7 Skåp/Lågspänningsutrymme**

För att ur störningssynpunkt skilja utrustning avsedd för ställverksmiljö och övrig kontrollutrustning avsedd för lägre störmiljöklass skall uppsättas utrustning som galvaniskt skiljer störmiljöklasserna åt.

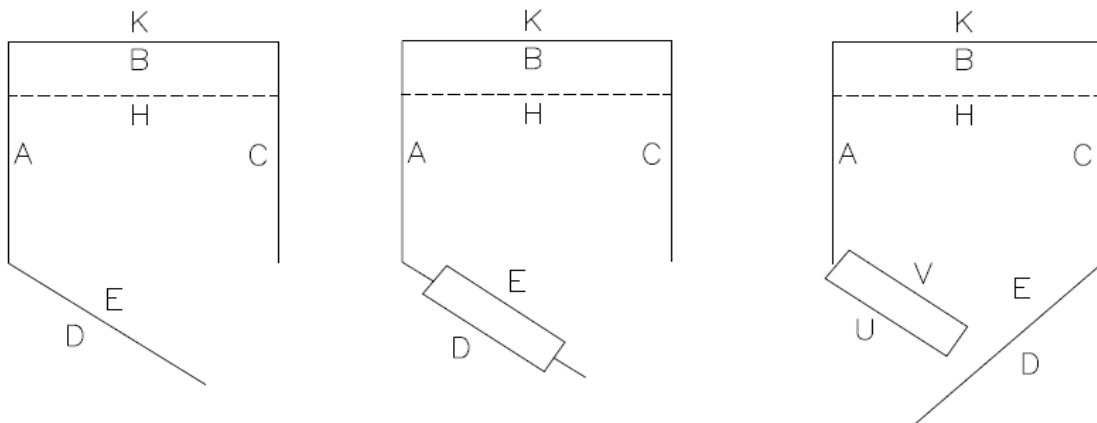
Utrustningen placeras i kontrollskåp eller vid fabrikstillverkade typprovade kapslade ställverk i ett särskilt lågspänningsutrymme.

Disponering av skåp samt placering av utrustning i skåp/lågspänningsutrymme skall överenskommas med beställaren.

För skåpens utformning skall SS-EN 61439-1 (Kopplingsutrustningar för högst 1000 V växelspänning eller 1500 V likspänning – Del 1: Allmänt) beaktas.  
Kontrollutrustningen skall i största möjliga utsträckning vara utförd för montage i 19" skåp enligt SS-EN 60297-3-100.

- Skåp skall om inte annat anges ha bredd 700 mm.
- Skåp skall vara försedda med heltäckande sidoplåtar alternativt gavelplåtar även mellan intill varandra stående skåp.

- Skåp skall vara försedda med belysning som tänds vid öppning av dörr samt med vägguttag.
- Skåp skall vara försedda med ventilationsgaller upptill och nedtill.
- Skåp/lågspänningsutrymme skall vara utförda så att alla delar, dörrar, tak- och sidopåtar m.m. har god galvanisk kontakt med varandra.
- Alla ingående delar, t.ex. ramverk och höljen, skall vara elektriskt förbundna för att kunna anslutas till gemensam jordningspunkt.
- Det skall finnas en horisontell jordskena i bottenplanet samt en vertikal i sidoplanet.
- I skåp kan montageplan enligt nedan finnas:



Vid uppställning av skåp skall hänsyn tas så att erforderliga betjäningsgångar och utrymningsvägar erhålls enligt SS 437 01 02 och SS-EN 61936-1.

### 7.1 Objektsskåp och Reläskåp

Om inte annat specificeras i anläggningsspecifik teknisk beskrivning skall integrerade objektsskåp som innehåller reläskydd, automatiker, utlösning- och, övervakningsfunktioner samt reservmanöverpanel m.m. tillämpas. Vid placering i objektsskåp skall särskild hänsyn tas till störmiljömässig separering samt att utrustningen blir överskådlig och att det går att underhålla och komplettera med tillkommande utrustning i skåpet. Tekniska krav skall väga tyngst vid tveksamhet om placering och utformning.

Reläskydd i SUB2 placeras i reläskåp utan manöverfunktion m.m.

Flera objekt får placeras i samma skåp.

Reläskydd, signalcentral, reservmanöverplats samt övrig utrustning för styrning och övervakning placeras på betjäningvänlig höjd, lämplig nivå från golv minst 700 mm och högst 1800 mm.

Kopplingsplintar samt utrustning i svängbar ram skall placeras på en höjd över golv av minst 350 mm. (Ingen utrustning på de nedersta 3U i svängbar ram).

Reservmanöverplats utformas enligt VTR02-02 och placeras på betjäningvänlig höjd.

Skydd innehåller i stor utsträckning elektronikkomponenter. Med hänsyn till skyddens betydelse och störningskänslighet skall särskild vikt läggas vid placering, ledningsförläggning och anslutning av utrustningen.



Vid förläggning av opto ut på svängbar ram/dörr skall optokabel läggas i böjlig slang eller motsvarande på sådant sätt att tillåten böjradie inte underskrids och så att mekanisk påkänning minimeras.

## 7.2 Lågspänningsutrymme

Om inte annat specificeras i anläggningsspecifik teknisk beskrivning kan i fabriksstillverkade typprovade kapslade ställverk både reläutrustning och fackskåpsutrustning samt reservmanöverplats placeras i ett till ställverket hörande separat lågspänningsutrymme. Detta förutsätter att det stormiljömässigt är möjligt samt att utrustningen blir överskådlig och att det går att underhålla och komplettera med tillkommande utrustning i skåpet.

## 7.3 Stations-HMI / (Lokal HMI)

För manövrering, indikering och instrumentering av kontrollanläggningen skall finnas en Stations-HMI/lokal HMI, se *VTR02-02*.

Stations-HMI skall - skärm m.m. - placeras i skåp för övrig gemensam utrustning, skärm placeras på betjäningvänlig höjd.

## 7.4 Skåp för övrig gemensam utrustning

Utrustning som är gemensam för hela stationen skall inte placeras relä- eller objektsskåp utan placeras i separata skåp. Flera av dessa utrustningar kan placeras i samma skåp eller skåp som innehåller annan utrustning efter överenskommelse med beställaren. Till sådan utrustning hör t.ex. signalterminal, driftformsomkopplare m.m.

## 7.5 Debiterings- och kontrollmätning

Mätutrustning skall placeras i egna skåp.

## 7.6 Elkvalitetsmätning

I de fall elkvalitetsmätare förekommer skall montage och installation utföras enligt Vattenfalls instruktion: *ND-I-00061\_Installation av elkvalitetsmätare\_Unipower UP2210*. När elkvalitetsmätning skall ske för ett enskilt objekt, t.ex. en kraftledning eller krafttransformator, placeras elkvalitetsmätare i dess objektsskåp. Vid platsbrist kan utrustningen placeras i skåp för debiteringsmätning.

## 7.7 Fjärrkontroll

Fjärrkontrollutrustningar skall monteras i eget skåp enligt *VTR04-01*.

## 7.8 Kommunikationsutrustning

Kommunikationsutrustning skall placeras i eget kommunikationsskåp enligt *VTR04-04* och *VTR04-05*. Till kommunikationsutrustning hör t.ex. nätverksswitch, modem, router.

## 7.9 Reservlarmsändare

Reservlarmsändare skall monteras enligt *VTR04-03*.

Se även *VTR02-02* Stationskontroll.

## 7.10 Dörr/Svängbar ram

Nedanstående krav på svängbar ram gäller även dörr avsedd för montage av utrustning.

- Skåpsdörrar skall kunna öppnas minst 125° samt vara försedda med en uppställningsspärr som kan anbringas vid öppningsvinkel min. 125°.
- Skåpen skall vara försedda med svängbar ram/dörr för 19" montering.

- I den svängbara ramen skall 19"-apparater med djupet 370 mm kunna monteras och ramen skall kunna öppnas med monterad utrustning (t.ex. provdon).
- Ramen skall klara belastningen från den utrustning som monteras i den utan att skåpprofilen ändras.
- Ej utnyttjade platser i svängbar ram skall förses med täckplåtar. Kravet på god galvanisk kontakt gäller även täckplåtar.
- 19"-svängbart ramverk behövs endast vid montage av tung utrustning typ reläskydd o.s.v.

### **7.11 Montage av utrustning i skåp/lågspänningsutrymme**

För att skydda utrustningar mot störningar från elektromagnetiska och elektrostatiska fält ska man hålla avstånd mellan störande och störcänslig utrustning.

- Stor vikt ska läggas vid att få en med hänsyn till funktionen logisk och lättöverskådlig fördelning av utrustningen.
- I de fall det finns indikeringsdon, räkneverk eller omkopplare skall utrustningen vara placerad på, ur betjäningssynpunkt lämplig nivå.
- Utrustningar ska monteras så att indikeringar och viktig information på utrustningen kan avläsas och kvitteras på skåpfront med stängd dörr.
- Speciella föreskrifter från komponenttillverkare beträffande placering och montage skall iakttas.
- Apparater, reläer, mätvärdesomvandlare eller motsvarande i skåp skall placeras i bakplan eller svängbar ram. I lågspänningsutrymme kan även placering i sida medges vid utrymmesbrist och efter överenskommelse med beställaren.
- Kopplingsplintar skall i skåp placeras i horisontella rader i bakplan, i lågspänningsutrymme kan även vertikal placering medges vid utrymmesbrist och efter överenskommelse med beställaren.
- Kopplingsplintar samt utrustning i svängbar ram skall placeras på en höjd över golv av minst 350 mm. (Ingen utrustning på de nedersta 3U i svängbar ram).
- Uttag för provning skall vara åtkomliga på skåpfront.

### **7.12 Komponentplacering**

- Om ett skåp innehåller störcänslig utrustning skall de olika komponenterna placeras så att risken för inbördes påverkan genom störspänningar elimineras så långt som möjligt.
- Om man måste placera störcänslig utrustning (Level 3) tillsammans med elektromekaniska reläer eller annan utrustning av klass 4 (Level 4) i samma skåp skall avståndet däremellan vara minst 100 mm.
- Komponenter med hög värmeavgivning får ej placeras så att de förorsakar skador på andra komponenter i skåpet.
- Värmeutvecklingen i ett skåp får ej orsaka otillåtet hög temperaturstegring.
- God naturlig ventilation skall anordnas.
- Forcerad kylning med fläkt skall undvikas men kan i undantagsfall godkännas av beställaren.
- Fabrikanternas anvisningar om maximalt tillåten omgivningstemperatur för monterad utrustning skall följas.

## 8 Kablar och ledningar

### 8.1 Dimensionering av kablar och ledningar

Se även VTR01-01.

- Ledningars area skall vara dimensionerad med hänsyn till spänningsfall och bortkoppling av felbehäftade kretsar. Minsta ledararea som får användas är  $1,5 \text{ mm}^2$ . För inomhuskablar med högsta driftspänning 60 V tillåts dock minsta ledararea  $0,5 \text{ mm}^2$ .
- Vad gäller utlösningvillkoret så måste bortkopplingstiden för säkringar på max 5 sekunder uppfyllas. För uttag i lokalkraftanläggning gäller dock max 0,4 sekunder.
- Kablar för debiteringsmätning ska dimensioneras enligt VTR03.
- För kablar ingående i spänningstransformatorkretsar skall arean dimensioneras med hänsyn till krav på max tillåtet spänningsfall samt börda, dock minst  $1,5 \text{ mm}^2$ .
- För kablar ingående i strömtransformator-kretsar gäller att arean måste dimensioneras med hänsyn till krav på överströmstal samt börda, dock minst  $2,5 \text{ mm}^2$ .

### 8.2 Kabel och Ledningsförläggning inom skåp/lågspänningsutrymme

Ledningsdragnings och anslutning av yttre kablar samt jordning skall ske så att inverkan av störspänningar blir minimal.

- De interna kopplingstrådarna skall normalt ha grå färg. För kraftmatning är även färger enligt SS 424 17 20 tillåtna. Röd är endast tillåten för brandlarm.
- Ledningar ska anslutas med kontaktpressade anslutningsdon såsom kabelskor, hylsor, stift, ändhylsor, etc. med undantag av anslutningar till kopplingsplintar och uttag då dessa är konstruerade med överfall mellan skruv och trådar. "Flatstiftskontakter" är endast tillåtna i undantagsfall dock ej för ström- spänning- samt till- från- eller utlösningkretsar och endast efter överenskommelse med beställaren. Flatstiftskontakter skall vara utförda med låsstift/låsning.
- Mellan lågspänningsutrymmen får "stammar" för t.ex. likspänningsmatningar kopplas via mångpoliga kontakter. Kontakterna skall dock vara utförda så att oavsiktlig brytning inte kan ske genom att kontakten är försedd med hakar/bygel eller motsvarande.
- Ledningar ska dimensioneras med hänsyn till aktuella säkringsstorlekar. För matningsspänningar väljs normalt 6 A.
- Ledningar ska vara av typen mångtrådig halogenfri (RQ) med en area av minst  $1,0 \text{ mm}^2$ , för spänningkretsar minst  $1,5 \text{ mm}^2$  och strömkretsar minst  $2,5 \text{ mm}^2$ .
- Ledningsdragnings inom ett ramverk ska göras så att förbindningarna blir korta. Man skall tillse att man ej onödigtvis får parallellföringar mellan inkommande ledare (Level 4) och interna känsliga förbindningar (Level 3).
- Om ramverk är monterade på en svängbar ram/dörr, skall trådknippen placeras så att dörren lätt går att öppna och stänga och så att mekanisk påkänning minimeras. Det får ej vara återfjädrande då dörren öppnas.
- För stationsdatorer, RTU för fjärrkontroll och motsvarande skall anslutning mellan I/O enheter och plintaggregat utföras med skärmade kablar.
- Ledningar ska förläggas i halogenfria kabelkanaler.

### 8.2.1 Anslutning av ledningar/kablar

Där kontaktdon kräver speciella verktyg ska dessa verktyg vara av godkänd typ samt vara kontrollerade eller besiktigade.

Kontaktdon och verktyg skall av respektive tillverkare vara godkända att använda tillsammans.

Kabelskor för dimensioner 0,5 mm<sup>2</sup> till 6 mm<sup>2</sup> skall vara av förstärkt typ, AMP–PIDG eller motsvarande.

### 8.2.2 Märkning av ledningar i skåp/lågspänningsutrymme

I kontrollanläggningen ingående kretsar skall vara väl dokumenterade och spårbara i hela sin längd.

Ledning som är väl synlig i hela sin sträckning behöver inte märkas. Ledningar som inte är synliga i hela sin sträckning samt ledningar som ansluter till plint i plintrad skall märkas med unikt identitetsnummer. Numret skall vara lika i ledningens båda ändar.

För lågspänningsutrymme i fabrikstillverkade typprovade kapslade ställverk medges att ledningar från apparater i högspänningsutrymme i stället för identitetsnummer förses med enbart uttags/plintnummer för båda ändar s.k. dubbelmärkning. För övriga ledningar gäller att märkningen skall vara lika i båda ändar och endast får förekomma en gång per lågspänningsutrymme.

Märkning får ej vara tvetydig eller förväxlingsbar.

Kabelpartmärkning och märkning av s.k. skåpsledningar skall vara utförd på ett enhetligt sätt med alla märkningar åt samma håll i hela skåpet där de är anslutna mot plint, se även *Bilaga 1 Ledningsmärkning i skåp*.

Se även *VTR08-03* gällande skåpsledningar m.m.

### 8.3 Kablar

- Samtliga kablar skall vara utförda i brandspridningsklass Dca-s2,d2,a2 enligt EN50575:2014+A1:2016.
- Enbart halogenfri kabel skall användas, detta gäller alla kablar inklusive opto-, kommunikations- och elektronikkablar.
- Enbart skärmade kablar skall användas mellan ställverk och kontrollutrustning. Även interna kablar i kontrollrummet skall vara skärmade.
- Mellan skåp i kontrollrum skall kablar användas, EQFR eller likvärdig, RQ får inte användas.
- Mellan lågspänningsutrymmen i typprovade kapslade provade ställverk är det tillåtet att förlägga RQ.
- Elektronikkablar till fjärrkontroll skall vara partvinnade av typ FQAR-PG (eller likvärdig), där manöver, indikeringar och mätvärden förläggs i skilda kablar.
- Vid ledararea på 6 mm<sup>2</sup> och däröver skall fåtrådig ledare väljas för att underlätta installation.
- Kabel med grön/gul ledare skall inte väljas, om inte skyddsledare krävs.

### 8.4 Kabel- och partmärkning

Samtliga kablar (kontroll, kraft, data och kommunikation) skall förses med entydig märkning i båda ändar. Ett kabelnummer får endast förekomma en gång i en och samma anläggning.

Kabelmärkning skall vara utförd och fastsatt med ett UV-beständigt material så att de kan avläsas i minst 50 år. Samtliga parter - inkl. ev. reservparter - i kablar skall märkas med part- och kabelnummer, det skall tydligt framgå vad som är part respektive kabelnummer, se bilaga 1.

Kabelpartmärkning och märkning av s.k. skåpsledning skall vara utförd på ett enhetligt sätt med alla märkningar åt samma håll i hela skåpet. Partnummer skall vara efter kabelnummer och mot anslutningspunkten.

Optokablar märks enligt *VTR04-07*.

Se även *VTR08-03* gällande märkning.

Kabelmärkning utomhus skall vara präglad i rostfritt stål samt fastsatt med rostfritt band.

## **8.5 Montage och förläggning av kablar**

För anslutning mellan kontrollutrustning och kopplingsapparater (brytare, frånskiljare etc.) förläggs en kabel för varje funktion samt ev. uppdelning för SUB1 och SUB2.

För strömtransformatorer:

- Från uttagsslåda till kopplingslåda ska det förläggas en kabel för varje fas och kärna. Undantag medges för uttagsslådor för genomföringsströmtransformatorer på krafttransformatorer och nollpunktsbildare om de inte har tillräckligt med genomföringar.
- Från kopplingslåda till kontrollanläggning förläggs en gemensam kabel per kärna för alla 3 faser. Obs! För mätning skall fas- och återledare för respektive fas förläggas i samma kabel. För övriga kretsar är en gemensam återledare för resp. kärna och 3 faser tillräckligt.

För spänningstransformatorer:

- Från uttagsslåda till kopplingslåda ska det förläggas en kabel för varje fas.
- Från kopplingslåda till kontrollanläggning förläggs en kabel för respektive säkringsgrupp.

Växel- och likströmskraftmatningar skall förläggas i separata kablar.

Kabeltillverkarens montageanvisningar ska följas. Detta gäller bland annat föreskrifter om minsta tillåten böjradie samt lägsta tillåtna temperatur vid förläggning utomhus.

Reservparter skall ha tillräcklig längd för att kunna anslutas till valfri plint i respektive skåp. Reservparter skall förses med individuella ändhylsor.

## **8.6 Kabelvägar**

### **8.6.1 Kontrollanläggning**

Se även *VTR01-01*.

- SUB1- och SUB2-kablar skall förläggas i kanaler med brandavskiljande vägg alternativt i olika kanaler. Kanaler som är sub-uppdelade skall märkas vid varje ände, avgrening etc. utomhus.

- SUB1 och SUB2 kablar skall förläggas på olika märkta/skyltade stegar alternativt kabelrännor. Stegar/rännor som är sub-uppdelade skall märkas var 3:e meter inomhus och vid varje ände, avgrening etc. utomhus.
- SUB1 och SUB2 skall förläggas i olika kabelrör.
- Kontrollanläggningskabel skall inomhus förläggas på kabelstegar eller i kabelrännor. Kablar på kabelstegar ska vara separat najade/fästa med jämna mellanrum (ca 0,75 m) för att möjliggöra framtida ombyggnad.
- Kabelstegar får inte passera mellan brandceller. Kabelstegen delas innan kabelgenomgången och genomföringen brandtätas.
- Utomhus skall kabel mellan kontrollrum och ställverk förläggas i kabelkanal.
- Inom ställverksfack kan rör användas mellan apparater och kabelkanal.
- Kontrollkablar, kraftkablar och jordlinor förläggs åtskilda.
- Kablar av olika storklasser förläggs så att avståndet mellan klasserna är minst 100 mm. Likaså skall avstånd mellan kontrollanläggningskablar och installationskablar vara minst 100 mm.
- Elektronikkabel inklusive optokablar skall förläggas åtskilda från kraftkablar och kablar för belysning, avstånd minst 100 mm.
- Korsning mellan kraftkabel och elektronikkabel görs i rät vinkel.
- Kablar skall avlastas i skåp före genomgång i golv eller tätning.
- Kablar monterade mot vägg, apparatstativ eller på andra ställen där risk för mekanisk åverkan föreligger, förses med av kraftig aluminiumplåt i form av öppen skyddsprofil till minst 1000 mm över färdigt golv/färdig mark.
- Kablar/kabelparter får inte skarvas.

### 8.6.2 Kommunikationsanläggning

- För krav på kommunikationsanläggning, se *VTR04*.
- Optokabel och övrig kabel för datakommunikation LAN/WAN etc. skall förläggas mekaniskt skyddad på separat trådstege. Kablar skall vara skyddade vid "övergångar" t.ex. mellan trådstege och skåp eller mellan ställverksfack genom förläggning i böjlig slang så att mekanisk påkänning minimeras, undantag gäller för armerad optokabel. Färg på slang skall vara grön alternativt svart.
- Trådstegar får inte passera mellan brandceller. Stegen delas innan kabelgenomgången och genomföringen brandtätas.
- Antennkabel för radio ska förläggas minst 100 mm från övriga kommunikations- och kontrollkablar.
- Mindre överlängder för prefabricerade kablar skall lindas till "ring" med böjradie som väl överstiger kabelns minsta tillåtna. Större överlängder tillåts inte. I så fall skall hela kabeln bytas till en som är mer anpassad till verkligt avstånd.
- Vid anslutning av flera optokablar i ODF, switchar och liknande ska överlängd samlas ihop i en uppsamlingshylla/kablagemagasin.
- Vid förläggning ut på svängbar ram/dörr skall optokabel läggas i böjlig slang eller motsvarande på sådant sätt att tillåten böjradie inte underskrids och så att mekanisk påkänning minimeras.

- Vid anslutningsdonet skall optokabel (ljusledaren) kunna lossas utan risk för mekanisk skada.
- Leverantör av ställverks- och reläutrustning skall utarbeta montageanvisning speciellt anpassad för den egna utrustningen samt följa de krav som tillverkare av optokabel meddelat.
- Utomhus får kontrollkablar och opto utnyttja samma kabelkanaler men ska läggas väl åtskilda. Optokablar ska dessutom skiljas från övriga kablar genom att förläggas i rör. Färg på rör skall vara grön alternativt svart med grön märkning. För förläggning av optokabel utomhus se *VTR04-07*.
- Kontaktering av fiber måste utföras av behörig personal och alla fiberpar skall kontrollmätas.
- Kablar får inte skarvas.

### **8.6.3 Hjälpkraftmatning**

Principer för hjälpkraftmatning beskrivs i *VTR02-05*.

Centraler för hjälpspänning (LS och VS) placerade i kontrollrum ska placeras i skåp skild från övrig kontrollutrustning.

LS hjälpspänningsmatning till skåp ska dras radiellt närmaste vägen från säkringscentral till skåp. Säkringarna övervakas i likspänningsfördelningskåpet.

Hjälpspänningsmatningar i kapslade luftisolerade ställverk ska vidarekopplas mellan fack på ovansidan plint.

Växelströmscentralen ska placeras på ett sådant sätt att kablar till ställverket får minsta möjliga utsträckning inom kontrollrummet. Kraftkablar, kontrollkablar och jordlinor förläggs åtskilda från varandra i hela sin sträckning.

## **9 Bilagor**

Bilaga 1 Ledningsmärkning i skåp

Bilaga 2 CIGRE Guide on EMC in Power Plants and Substations

Bilaga 3 Montage kabel från uttagslåda till IT-låda

Teknisk Riktlinje för Kontrollanläggning, VTR02

## VTR02-08 Skyltning av kontrollanläggning

### Sammanfattning

Detta dokument specificerar krav på utförande av kontrollanläggning i Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer med konstruktionsspänning 7,2 - 420 kV.

### Historik:

Ver. Nr.	Ändringar avser: (kort beskrivning, senaste ändring överst)	Datum
3	Justerade punkter 3.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.2.2, 3.2.3, 3.3, 3.4, 3.7, 3.8.1, 3.8.2, 3.8.3, 3.10 och 3.11	2020-10-01
2	Revidering av VTR2 enligt loggbok version 1	2017-05-15



## Innehållsförteckning

1	Allmänt .....	3
2	Standarder .....	3
3	Skyltning .....	3
3.1	Skyltning av skåp .....	3
3.1.1	Rubrikskylt .....	5
3.1.2	Underrubrikskylt .....	5
3.1.3	Nivå och anvisningsmärkning för ramverk och apparater .....	5
3.1.4	Postbeteckningar .....	5
3.1.5	Skyltar på avställningsenheter .....	5
3.1.6	Märkning av provdon .....	5
3.1.7	Dioder, signalreläer och indikeringar .....	6
3.2	Stationskontroll .....	6
3.2.1	Stations-HMI (lokal HMI) .....	6
3.2.2	Reservmanöverplats .....	6
3.2.3	Inkopplingsförbud .....	6
3.2.4	Manöverblockering av kopplingsapparater .....	6
3.3	Nödlarmsknappar .....	6
3.4	Fjärrkontroll-, automations- och kommunikationsutrustning .....	6
3.5	Märk och dataskyltar .....	7
3.6	Skyltar övrigt .....	7
3.7	Plintar och ledningar .....	8
3.8	Lokalkraft .....	8
3.8.1	Växelströmcentraler .....	8
3.8.2	Likströmscentraler .....	8
3.8.3	Batterier och likriktare .....	8
3.9	Kopplingslådor .....	8
3.10	Mättransformatorer .....	8
3.11	Skyltar i kapslade ställverk .....	8
4	Bilagor .....	9
	Bilaga 1 Exempel kontrollskåp framsida .....	9

## 1 Allmänt

Denna riktlinje avser Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer 7,2-420 kV.

## 2 Standarder

Anläggningar och utrustningar skall uppfylla de krav som finns i Svenska lagar och föreskrifter för elektriska starkströmsanläggningar. De skall dessutom uppfylla kraven i tillämpliga Svenska standarder om ej annat anges i detta eller andra VTR- och TR1-dokument. För standarder gällande kontrollanläggning skall *VTR02-01* tillämpas.

All utrustning, apparater, konstruktioner, dokumentation och montage ingående i levererade funktioner skall vara utförda så att de uppfyller Beställarens specificerade krav. Finns det speciella krav i den anläggningsspecifika tekniska beskrivningen som avviker från uppräknade normer, gäller dessa krav före normerna. Data och anläggningsbundna krav specificeras i anläggningsspecifik teknisk beskrivning.

Levererad utrustning skall uppfylla kraven i gällande EU-direktiv och för lågspänningsutrustning kraven på CE-märkning.

Utrustningar skall uppfylla god elsäkerhetsteknisk praxis.

## 3 Skyltning

Skyltning av kontrollanläggning skall utföras med svensk text.

För identifiering vid drift och för underlättande av service och underhåll skall kontrollanläggningen skyltas och märkas med entydiga beteckningar.

Skyltar och märkning skall ingå i erforderlig omfattning. Alla skyltar skall vara monterade och godkända före driftsättning av anläggningen. Skyltar och märkningar skall vara åldersbeständig, varaktigt monterad och ha varaktig text. Samtliga skyltar med driftmärkning/littera samt skyltar av graverad metall skall fästas med skruv eller nit av korrosionsbeständigt material.

För skyltar av hänvisning- och/eller informationskaraktär kan självhäftande märkband av industrikvalitet användas inomhus.

För störningsrapportering är det dessutom nödvändigt med skyltar på provdon, indikeringsdon, dioder, ev. räknare och enskilda reläer.

Skyltar skall placeras så att inget tvivel råder om vilken komponent eller motsvarande som avses. Skylt - förutom postbeteckningar - skall ej placeras på komponent/utrustning som kan demonteras.

Utförande av skyltar – storlek, material, beteckning etc. – bestäms i samråd med Beställaren.

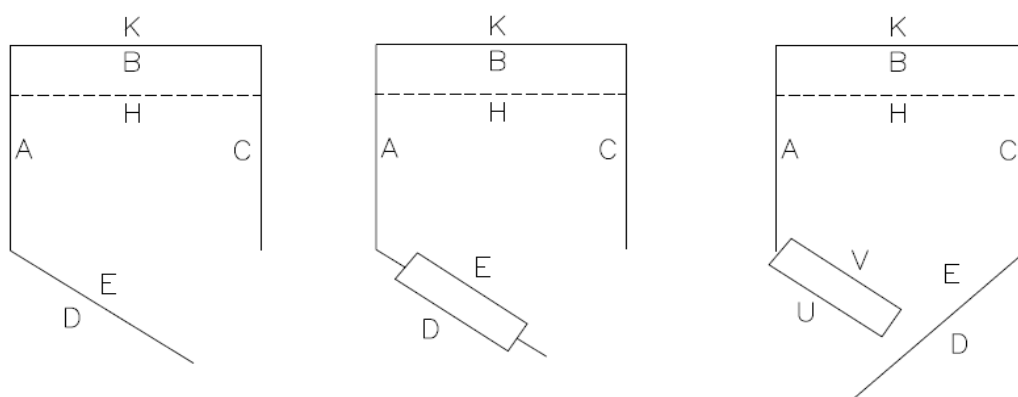
För skyltning av skåp och utrustning som faller utanför nedanstående regler kan leverantörens standardmärkningar användas efter godkännande av Beställaren.

### 3.1 Skyltning av skåp

Samtliga skåp skall förses med entydig märkning samt skylt med uppgift enligt tydligt postbeteckningssystem. För att kontrollutrustningen skall anses komplett måste den vara försedd med anläggningsspecifika skyltar på skilda nivåer.

Alla funktionsenheter skall ha individuella skyltar. Alla manöver- och indikeringsdon skall förses med skyltar.

- Kontrollanläggningskåp skall placeras i rader, betecknade A, B, C o.s.v.
- Skåp numreras med början från vänster i skåpsrad
- Samtliga skåp i en anläggning skall ha unik beteckning
- AA1, AA2 o.s.v. i rad A samt AB1, AB2 o.s.v. i rad B. Kontrollskåp för automatiker
- FA1, FA2 o.s.v. i rad A samt FB1, FB2 o.s.v. i rad B. Fjärrkontrollskåp
- KA1, KA2 o.s.v. i rad A samt KB1, KB2 o.s.v. i rad B. Kontrollanläggningskåp innehållande kontrollfunktioner som exempelvis lokal HMI
- KKA1, KKA2 o.s.v. Korskopplingskåp i rad A
- LA1, LA2 o.s.v. Likström hjälpkraftsskåp i rad A
- MA1, MA2 o.s.v. Mätskåp i rad A
- QA1, QA2 o.s.v. i rad A. Kontrollanläggningskåp innehållande fackskåpsinterface.
- RA1, RA2 o.s.v. i rad A. Kontrollanläggningskåp innehållande reläskydd.
- RQA1, RQA2 o.s.v. Objektsskåp innehållande både reläskydd och fackskåpsinterface i rad A.
- SA1, SA2 o.s.v. Speciella utrustningar i rad A
- TA1, TA2 o.s.v. Tele- och kommunikationsskåp i rad A
- XA1 o.s.v. Larmsystem - brandlarm, inbrottslarm och passersystem i rad A
- Nivåer väljs efter 19" standard. Exempel på komplett beteckning: RA1.D25.107, vilket betecknar en komponent på plats 107, på nivå 25 i dörren, på reläskåp 1 i A-radén.
- A skall beteckna vänster innervägg  
B skall beteckna bakplan  
C skall beteckna höger innervägg  
D skall beteckna dörrens utsida  
E skall beteckna dörrens insida  
H skall beteckna tilläggsplan framför B  
K skall beteckna yttre fast plan (fast front på tavelskåp)  
U skall beteckna framsida på fast eller svängbar ram  
V skall beteckna insida på fast eller svängbar ram



### 3.1.1 Rubrikskylt

Överst på varje skåp placeras en rubrikskylt med skåpsbeteckning/placering samt upplysning om det objekt som skåpet betjänar eller skåpets innehåll och ev. SUB-tillhörighet, se *Bilaga 1*. Skyltar skall utföras av graverad metall eller annat lämpligt material, texthöjd min. 15 mm.

Exempel rubriktexter:

RQA1 PL9 S7 Luossavaara SUB1

RQA2 EK1

RQA3 AB130 Sektioneringsfack

RQA4 T1 130/20 kV

RQA5 130 kV Samlingskeneskydd

KB1 Stationskontroll

MB2 Energimätning Vattenfall

TB3 Fjärrkommunikation

FB4 Fjärrkontroll

LC1 Likströmssystem 110 V

### 3.1.2 Underrubrikskylt

I de fall ett skåp disponeras för flera objekt erfordras underrubrikskyltar med upplysning om det objekt som skåpet betjänar, se *Bilaga 1*. Skyltar skall utföras av graverad metall eller annat lämpligt material, texthöjd min. 10 mm.

### 3.1.3 Nivå och anvisningsmärkning för ramverk och apparater

Varje ramverk förses invändigt på dörr med märkning som anger placeringsnivå i skåpet. Samtliga apparater och reläskydd skall entydigt kunna identifieras. Funktionen på individuella objektsdelar, funktionsenheter eller annan utrustning anges med märkning/skyltning. Skyltar på framsida dörr skall utföras av graverad metall och skyltning av apparater i skåp utförs av märkband, med lämplig texthöjd, se *Bilaga 1*.

### 3.1.4 Postbeteckningar

För utrustning placerad i skåp skall entydiga postbeteckningar finnas. Postbeteckning placeras på insida skåp i direkt anslutning till utrustningen och utförs av märkningsband eller motsvarande med lämplig texthöjd.

För utrustning som är enkelt demonterbar (insticksreläer m.m.) skall postbeteckning även placeras på utrustningen. I vissa fall kan det av beteckningen framgå både nivå och plats.

### 3.1.5 Skyltar på avställningsenheter

Utlösningsskyltens lägen skyltas med "Avställd" kl. 10 resp "Drift" kl. 14 samt med rubrikskylt "Avställningsenhet". Provvtag skyltas med A och B-sida samt "nummer" . Skyltar skall utföras av graverad metall, med lämplig texthöjd, eller vara integrerad med utlösningsskyltaren.

### 3.1.6 Märkning av provdon

Provdon skyltas med dess terminaltillhörighet (skydd eller automatik). Provdonets uttag skall märkas med funktionssymbol enligt symbolförteckning i ABB dokument, "1MRK 512 001-BEN".

### 3.1.7 Dioder, signalreläer och indikeringar

Funktionen på lysdioder, signalreläer och indikeringsdon anges i omedelbar närhet av utrustningen. Beteckningar och disposition skall överenskommas med Beställaren.

## 3.2 Stationskontroll

### 3.2.1 Stations-HMI (lokal HMI)

Stations-HMI är en lokal manöverplats som skall placeras i kontrollrum. HMI-funktionen skall vara integrerad med stationens fjärrkontrollterminal. Bildskärmen skyltas Stations-HMI.

### 3.2.2 Reservmanöverplats

Reservmanöverplats skall skyltas med rubrikskylt "Reservmanöver", I de fall manöver utförs utan förregling (t.ex. av avståndsmanövrerade frånskiljare) skall en kompletterande röd skylt "Manöver sker utan förregling" monteras.

För reservmanöverplats på kontrollskåp och lågspänningsutrymme skall samtliga manöver- och indikeringsdon eller motsvarande för kopplingsapparater skyltas med driftlittera enligt stationens driftschema och/eller i förekommande fall funktionalitet.

Instrument skall skyltas med driftlittera om dess placering inte tydligt visar dess tillhörighet. Samlingsskenor skall skyltas med littera.

Ledningar skall skyltas med littera och motstående station enligt driftschema..

Skyftar skall utföras med svart text.

Skyftar skall utföras av graverad metall eller vit plast alternativt vara integrerad med utrustningen och med lämplig texthöjd för optimerad läsbarhet.

### 3.2.3 Inkopplingsförbud

Indikering och skyltning (av graverad metall eller integrerad med utrustningen) av inkopplingsförbud skall i stationen visualiseras intill aktuell manöverplats, "TM-block". Tryckknapp för upphävning av blockeringen skall placeras intill reläskyddet och skyltas, "TM-Block".

### 3.2.4 Manöverblockering av kopplingsapparater

Skyltning/märkning för manöverblockering skall bestå av skylt "Manöverblockering" samt lägesskyltar "I drift" respektive "Upphävd". Skyftar skall utföras av graverad metall eller integrerad med utrustningen, med lämplig texthöjd.

## 3.3 Nödlarmsknappar

Samtliga Nödlarmsknappar skall skyltas. Skylten skall vara grön med vit text, texthöjd min. 20 mm. Nödlarmskylt i ställverk utomhus skall var möjlig att se från flera håll via s.k. "plogskylt".

## 3.4 Fjärrkontroll-, automations- och kommunikationsutrustning

Fjärrkontroll-, automations- och kommunikationsutrustning (RTU, Stationsswitch, Reservlarmsändare m.m.) skall märkas.

Skylten skall vara graverad plast eller metall.

Skylten skall vara vit med svart text, textstorlek 6 mm.

Skylten monteras i första hand ovanför utrustning till vänster alternativt till vänster om utrustning på fästramen beroende på utrymme, annan placering kan användas i samråd med Beställaren.

Följande utrustningar märks:

Komponent/utrustning	Märkning/Namn
RTU	RTU -SGRTU(löpnummer)
Stationsswitch	Stationsswitch -SGSSW(löpnummer)
Reservlarmsändare	Reservlarmsändare -SGRLS(löpnummer)
Elkvalitetsmätare	Elkvalitetsmätare -SGPQM(löpnummer)
Vädermätning	Vädermätning -SGWMU(löpnummer)
Mediaomvandlare	Mediaomvandlare -SGMCO(löpnummer)

Löpnummer = A1 där det endast finns ett objekt av aktuell komponent.

A1x där x är löpnummer 1 till n där det finns flera objekt.

Exempel:

Station med en(1) Stationsswitch märkes:

Stationsswitch -SGSSWA1

Station med två Stationsswitchar märkes:

Stationsswitch -SGSSWA11 för den första stationsswitchen

Stationsswitch -SGSSWA12 för den andra stationsswitchen

Följande utrustningar märks

Komponent/utrustning	Märkning
ODF	Märks enligt <i>VTR04-07</i>
Fiberpatchar	Märks enligt <i>VTR04-07</i>
Patchpanel	Stativ/skåp, portnummer, parens ursprung (station, skåp/stativ), parnummer

### 3.5 Märk och dataskyltar

Samtliga funktionsenheter och apparater ingående i kontrollanläggningen skall vara försedda med väl synligt placerade märkskyltar innehållande minst följande uppgifter:

- Fabrikat och typ
- Serienummer
- Hjälpspänning

### 3.6 Skyltar övrigt

Alla apparater och utrustningar i kontrollanläggningen skall kunna identifieras. Funktionen på individuella objektsdelar, funktionsenheter eller annan utrustning anges med märkband eller motsvarande.

### 3.7 Plintar och ledningar

Plintar och uttag skall ha entydig märkning som följer dokumentationen. Plintar ska märkas på båda sidor av plinten.

Ledningar i kontrollskåp skall märkas enligt *VTR02-07*.

### 3.8 Lokalkraft

#### 3.8.1 Växelströmcentraler

Växelströmscentraler skyltas enligt bilaga i *VTR02-05*. Litteraskylt skall vara gul med svart text och lämplig texthöjd.

Kablar mellan centraler skyltas med destination och ledningsarea, skylt placeras på central. Denna skylt ersätter inte kabelmärkning.

2-poliga vägguttag och 3-fasiga kraftuttag skyltas med destination, max säkring och ledningsarea.

#### 3.8.2 Likströmscentraler

Likströmscentraler skyltas enligt bilaga i *VTR02-05*. Litteraskylt skall vara gul med svart text och lämplig texthöjd.

Kablar mellan centraler skyltas med destination och ledningsarea, skylt placeras på central. Denna skylt ersätter inte kabelmärkning.

#### 3.8.3 Batterier och likriktare

För skyltning/märkning av batterier, likriktare m.m. se *VTR02-05* Hjälpkraftsystem .

### 3.9 Kopplingslådor

I ställverk, på kopplingslådor för ström- och spänningstransformatorer m.m. skall en skylt med lådans beteckning finnas. Beteckningen skall utgöras av "KL-" följt av den utrustning den tillhör. Skyltar skall utföras med graverad text och med texthöjd min. 20 mm. I de fall lådan har en postbeteckning i dokumentationen skall även denna beteckning framgå av en mindre skylt med texthöjd max 10 mm, placerad i nedre vänstra hörnet.

Exempel på skylttext:

KL-T1-130-IT

KL-OL5 S2-UT2

### 3.10 Mättransformatorer

Samtliga enheter (-IT och -UT) skall förses med kopia på märkdataskyltar, placerade i lågspänningsutrymmet eller i kopplingslådan enligt *VTR01-01*.

### 3.11 Skyltar i kapslade ställverk

Rubrikskyltar i kapslade ställverk består av 2 st. skyltar placerade längst upp på ställverksskåpet.

Den första skylten anger fackbeteckning enligt principen:

HA101 där H = Högsänning, A= ansluten till A-skena, 1 = spänningsnivå (1 = 10 kV, 2 = 20 kV o.s.v.), 01 = löpnummer.

Den andra skylten anger littera och destination exempelvis L01 Fornåsa (enligt driftschema), texthöjd min 25 mm.

Samtliga apparater ska skyltas med driftlittera. Litteraskyltar skall placeras vid apparater och vara gula med svart text, textstorlek 12 mm. Skyltar på lågspänningsutrymmets dörr skall vara vita med svart text.

## **4 Bilagor**

Bilaga 1 Exempel kontrollskåp framsida



## Teknisk Riktlinje för Kontrollanläggning, VTR02

**VTR02-09 Provning****Sammanfattning**

Detta dokument specificerar krav på utförande och provning i Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer med konstruktionsspänning 7,2 - 420 kV.

**Historik:**

Ver. Nr.	Ändringar avser: (kort beskrivning, senaste ändring överst)	Datum
3	Hela dokumentet omskrivet och kompletterat VN-D-Ri-120-2009 Idrifttagningsanvisning utgår och ersätts av Bilaga 1	2020-10-01
2	Revidering av VTR2 enligt loggbok version 1	2017-05-15

## Innehållsförteckning

1	Allmänt .....	3
2	Standarder och föreskrifter .....	4
3	Riktlinjer .....	4
4	Provning och idrifttagning .....	4
4.1	Entreprenörens montage- och funktionskontroll .....	5
4.1.1	Montagekontroll .....	6
4.1.2	Funktionsprov .....	6
4.2	FAT- Factory Acceptance Test .....	7
4.2.1	Allmänt .....	7
4.2.2	FAT högspänningsapparater .....	7
4.2.3	FAT kontrollutrustning .....	7
4.2.3.1	Felbortkopplingsfunktioner .....	9
4.2.3.2	Okulär kontroll/besiktning .....	9
4.2.3.3	Stationskontroll .....	10
4.2.4	Godkänd FAT .....	10
4.3	SAT- Site Acceptance Test .....	11
4.3.1	Godkänd SAT .....	13
4.3.2	Beställarens provning och kontroll .....	13
4.4	Idrifttagningskontroll .....	13
4.4.1	Inför idrifttagningskontroll .....	13
4.4.2	Överlämning .....	13
4.4.3	Idrifttagning spänningssättning .....	14
5	Dokumentation .....	14
5.1	Provningsdokumentation .....	14
6	Bilagor .....	15
	Bilaga 1 Idrifttagningsanvisning .....	15
	Bilaga 2 Exempel SAT-program .....	15

## 1 Allmänt

I detta dokument anges omfattningen av kontroll och provning som skall utföras på kontrollanläggning inkluderande hjälpkraftssystem i Vattenfall Eldistribution AB transformatorstationer 7,2–420 kV. Här anges också den kontroll och provning som Entreprenör respektive Beställare skall utföra.

Kontroll och provning indelas i följande delar:

- Entreprenörens krets- och funktionskontroll, omfattar den provning som utförs av Entreprenören både i fabrik och i anläggningen för att säkerställa anläggningens funktionalitet.
- FAT – (Factory Acceptance Test), prov som utförs av och hos Entreprenören i samverkan med Beställaren innan utrustningen levereras till anläggningen.
- SAT – (Site Acceptance Test) prov som utförs i anläggningen av Entreprenören i samverkan med Beställaren före idrifttagning.
- Idrifttagningskontroll, prov och kontroller som utförs i samband med idrifttagning av anläggning/anläggningsdelar.

Provningens ändamål är att säkerställa att anläggningen uppfyller ställda krav i kontraktet och i VTR.

Med funktionsprov skall det verifieras att all utrustning som helhet fungerar på avsett sätt. Omfattningen och utförandet varierar med olika utrustningar och system. Tillverkarens anvisningar skall följas, där sådana finns.

Entreprenörens och Beställarens kontroll och provning skall samordnas i projektets tidplan. Utrustningen skall vara färdig för provning vid provstart.

Entreprenören skall alltid utföra och dokumentera sin egenkontroll innan FAT respektive SAT. Innan FAT respektive SAT påbörjas skall Entreprenören, till Beställaren, lämna signerade egenkontrolldokument (kontrollplaner/checklistor) avseende den utrustning som skall provas.

Personal som utför provning och idrifttagning av Vattenfall Eldistribution AB anläggningar skall känna till innehållet i detta dokument inklusive bilagor samt skall ha dokumenterad flerårig vana och erfarenhet av arbete med reläskyddsinställning, skyddsparametrering, konfigurering, funktionsprovning och kretskontroll av utrustning i likvärdiga anläggningar.

All provutrustning skall vara kalibrerad hos ackrediterad mätplats, t.ex. SWEDAC. För utrustning med elektronisk mätning skall kalibreringen ej vara äldre än ett år. För elektromekanisk provutrustning är tidsgränsen två år.

Uppgifter på ingående prov- och mätutrustningars typbeteckning, serienummer, skall framgå av provprotokoll.

Entreprenören skall säkerställa kvalitet, säkerhet och spårbarhet av både mjukvaru- och hårdvaruändringar som utförs under projektets genomförande genom ett dokumenterat system lämpligt för ändamålet.

Alla ändringar som införs skall provas i sådan omfattning att samtliga funktioner som berörs åter verifieras.

Ändringar från tidigare presenterade/provade lösningar skall i god tid, beroende på ändringens omfattning, kommuniceras med Beställaren så att denne skall kunna lämna kommentarer.

## **2 Standarder och föreskrifter**

Följande standarder och föreskrifter är tillämpliga i dess senaste utgåva.

ELSÄK-FS Elsäkerhetsverkets föreskrifter

ESA Elsäkerhetsanvisningar

## **3 Riktlinjer**

Nedanstående riktlinjer uppmärksammas särskilt vid kontroll och provning.

VTR02-01\_Systemutformning och normer

VTR02-02\_Stationskontroll

VTR02-03\_Reläskydd

VTR02-04\_Automatiker

VTR02-05\_Hjälpkraftsystem

VTR02-06\_Ställverksinterface

VTR02-07\_Montage av kontrollanläggning

VTR02-08\_Skyltning av kontrollanläggning

## **4 Provning och idrifttagning**

Denna handling är endast ett förtydligande av de provningar och kontroller som skall utföras av Entreprenören på all nyinstallerad utrustning och befintlig utrustning som har anknötning till den nyinstallerade utrustningen. Handlingen utgör ingen inskränkning i Entreprenörens ansvar enligt kontraktshandling samt dess bilagor och förändrar.

Entreprenören skall prova och driftsätta anläggningen och all utrustning, inklusive den som tillhandahålles av Beställaren.

För anläggningens provning och idrifttagning skall Entreprenören utse en övergripande ansvarig provningsledare.

Denna handling omnämner även de provningar och kontroller som Beställaren äger rätt att utföra. Om dessa provningar och kontroller utförs av Beställaren innebär detta inte någon förändring av Entreprenörens ansvar avseende kontroll- och funktionsåtagande.

Provningar som utförs på driftsatt anläggning, skall ovillkorligen genomföras under Beställarens överinseende.

Entreprenören ansvarar för att all provning, kontroller, driftsättnings- och eventuella primärprovningar utförs i enlighet med *Bilaga 1 Idrifttagningsanvisning* samt det kontraktsevenliga totalansvaret.

Styrande punkter före idrifttagning:

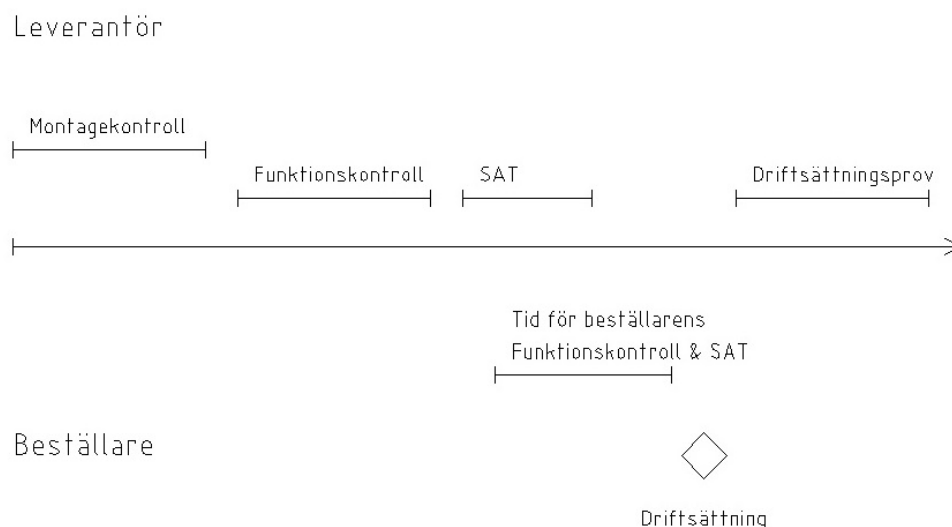
- Entreprenören skall ta fram och presentera en för projektet specifik kontrollplan/checklista ITP (Inspection and Test Plan) som även innehåller samtliga protokoll
- ITP skall redovisas som aktivitet i projekttidplanen
- Godkänd FAT (Factory Acceptance Test)
- Godkänd SAT (Site Acceptance Test)
- ITP och tillhörande protokoll skall, efter genomförda prov och kontroller signeras av provningsledaren och i god tid före idrifttagningsbesiktning stämmas av och klarställas med Beställaren
- Idrifttagningsbesiktning
- Idrifttagningsprov

#### 4.1 Entreprenörens montage- och funktionskontroll

Entreprenören skall vid ny- och ombyggnad av anläggning utföra provning och kontroll av stationens utrustning för att säkerställa anläggningens funktionalitet. Dessa prov utförs **både** hos Entreprenören - i fabrik - samt på anläggningsplatsen.

De prov och kontroller som utförs i fabrik utförs för att säkerställa funktionalitet inför FAT och leverans av utrustning och utgörs av valda delar av beskrivningen för prov på anläggningsplatsen nedan. De prov som utförs inför och under FAT får på inget sätt inskränka den provning som utförs på anläggningsplatsen. Samtlig utrustning – inkl. reläskydd mätapparater o.s.v. - skall funktionsprovas på anläggningsplatsen även om kontroll och provning är utförd på fabrik av t ex apparatleverantör.

Prov i anläggning kan indelas i olika delar, Entreprenörens (leverantörens) och Beställarens provning, se figuren.



Entreprenören svarar för montagekontroll, funktionskontroll, FAT, SAT och driftsättningsprov fram till fullt färdig anläggning. Beställarens representant ska närvara vid FAT och SAT samt har rätt att närvara vid och att övervaka Entreprenörens provning i övrigt.

För Beställaren skall det finnas erforderlig tid för funktionskontroll av hela eller delar av anläggningen. Under Beställarens funktionskontroll får inget arbete utföras som kan påverka de delar där prov pågår. Beställaren avgör omfattningen av den egna funktionskontrollen.

Kraven på provning för växelströmssystem regleras i *VTR02-05*.

Entreprenörens provning och kontroll på anläggningsplatsen kan sammanfattas i följande:

- Kontroll, innebärande fullständig montage- och apparatkontroll. Undantag medges för montage/kretskontroll som utförts i fabrik och som är begränsad till enskilda skåp och lågspänningsutrymmen samt inte har förändrats för transport till anläggningsplatsen.
- Funktionsprovning, innebärande fullständig provning av samtliga funktioner, utrustningar, apparater och system.
- Driftsättningsprov till fullt färdig anläggning.

#### **4.1.1 Montagekontroll**

Montagekontroll kan indelas i Apparatkontroll och Kretskontroll och skall minst omfatta prov enligt *Bilaga 1 Idrifttagningsanvisning*.

Apparatkontroll innebär kontroll av att all levererad utrustning och alla apparater datamässigt uppfyller kraven i *VTR02* samt apparatspecifikation och övriga krav enligt beställning. Dessutom skall det kontrolleras att all utrustning är levererad och monterad på rätt plats.

Kretskontroll skall omfatta:

- Isolationskontroll av kablar och förbindningar.
- Kontroll av samtliga anslutningar. Skruvförband kontrolleras och pressförband utsätts för dragpåkning.
- Anläggningens alla primärkretsar och primärapparater skall verifieras med mikroohmmätning. Efter denna slutverifiering får inga arbeten som kan påverka mätresultatet utföras.
- Alla ingående kretsar och kablar skall kontrolleras mot aktuellt kretsschema via ett kretsprov mellan funktionens ändpunkter (med multimeter eller mellan sändande och mottagande mjukvaruprogram).
- Kontrollerade kretsar avprickas (s.k. "avgröning av ritningar").
- Alla ström och spänningskretsar skall provas med injicering från primär eller sekundärprovapparat. Fasidentifiering (L1, L2, L3), omsättningsprov och riktningsprov skall utföras.

#### **4.1.2 Funktionsprov**

Med funktionsprov skall det verifieras att all utrustning fungerar på avsett sätt.

Omfattningen och utförandet varierar med olika utrustningar och system. Där sådana finns, skall tillverkarens anvisningar följas. Funktionskontrollen skall minst omfatta prov enligt

bilaga 1 Idrifttagningsanvisning Omfattningen av vissa kontroller kan även anges i beställningen.

Normalt får funktionskontroll utföras som sekundärprov. Dock skall alla funktioner provas på ett sådant sätt att det efter provning är rimligt att förvänta sig att anläggningen fungerar på avsett sätt.

För mjukvarubaserad kontrollanläggning skall samtliga signaler, indikeringar, manöver och mätvärden testas till Stations-HMI och driftcentral, s.k. "Punkt till Punkttest". Prov till Stations-HMI och DC (fjärr) utgör normalt en del av SAT. Vid FAT testas normalt endast utrustning för typfack (linje, transformator, samlingsskena o.s.v.).

Mjukvarubaserade testverktyg som ingår i leveransen skall vara installerade i kontrollanläggningens servicedator och användas vid provning.

## **4.2 FAT- Factory Acceptance Test**

### **4.2.1 Allmänt**

Prov i fabrik är en aktivitet som utförs hos Entreprenör/leverantör av utrustning innan utrustningen levereras till anläggningen. FAT är den del av proven som skall utföras i närvaro av Beställarens representant. Före leverans till anläggningsplatsen skall fel och brister som upptäcks vid FAT vara åtgärdade, utrustning skall vara godkänd av Beställaren. Avsteg från detta får göras endast efter överenskommelse med Beställaren.

Tillverkarens egenkontroll och provning skall alltid utföras även om FAT ej utförs.

Entreprenören skall avtala med sin underentreprenör/leverantör att Beställaren har rätt till kontroll hos dessa på samma villkor som gäller för Entreprenören/leverantören gentemot Beställaren.

Den utrustning som behöver leveransprovas på fabrik (FAT) är främst högspänningsapparater, kontrollutrustning samt datorlösningar och hjälpkraftsystem/reservkraftanläggningar. Beställaren avgör vilken utrustning som skall genomgå FAT.

Fabriksprov (FAT) inskränker inte kraven på fullständiga anläggningsprov och SAT.

### **4.2.2 FAT högspänningsapparater**

FAT för högspänningsapparater beskrivs i respektive apparats *VTR01*.

FAT utförs även på mellanspänningsställverk, denna FAT utgör i första hand en kontroll av ställverkets kontrollutrustning placerad i ställverkets lågspänningsutrymme.

Utöver de kontroller som utförs på kontrollutrustningen enligt "FAT Kontrollutrustning" nedan kontrolleras ställverkets utförande med avseende på montage, skyltning/märkning, förreglings/blockeringskretsar manöver- och funktionsprov samt vissa högspänningsprov.

### **4.2.3 FAT kontrollutrustning**

FAT på kontrollutrustning utgörs av tre delmoment:

- Felbortkopplingsfunktioner
- Okulär kontroll/besiktning

- Stationskontroll (mjukvarubaserad stationskontroll)

Om möjligt skall samtliga delmoment utföras vid ett tillfälle men kan också utföras vid olika tillfällen i överenskommelse med Beställaren.

I vissa fall utgörs FAT endast av en eller två av dessa delmoment, Beställaren avgör vad som skall ingå i FAT.

FAT skall utföras på den utrustning som skall levereras till anläggningen. Funktion vid FAT av ej anslutna kopplingsapparater simuleras med reläbaserade attrapper anslutna till kontrollanläggningens plintgränssnitt mot ställverket.

Entreprenören skall senast tre (3) veckor före FAT för kontrollanläggning överlämna en granskningsversion av *VTR02-02 Bilaga 4 Signallista*. Granskningsversionen skall innehålla samtliga objekt som omfattas av FAT.

Entreprenören skall senast tre (3) veckor före FAT-start upprätta ett program för kontroll och provning samt utse en provningsansvarig. FAT-programmet skall vara detaljerat gällande vilka utrustningar och funktioner som skall testas. Samtliga typfack/utrustningar skall ingå i testet.

Programmet skall godkännas av Beställaren.

Vid FAT skall finnas tillgång till erforderlig dokumentation för genomförandet, kretsschema, selektivplaner, layoutritningar, signallistor, manualer osv. Entreprenören ansvarar för att samtliga dessa dokument finns tillgängliga.

Entreprenören ansvarar också för att anläggningens servicedator inför FAT är uppdaterad med aktuella program, licenser, konfigurations- och inställningsfiler.

Mjukvarubaserad utrustning skall vara konfigurerad och inställd så som tänkt vid färdig anläggning. Att detta är utfört skall bekräftas av Entreprenör via signerade egenkontrolldokument (kontrollplaner/checklistor) som lämnas inför FAT.

Om inte Entreprenörens egenkontroll utförts och dokumentation inte överlämnats till Beställaren skall inte FAT påbörjas.

FAT kan avbrytas om Entreprenörens egenkontroll brustit så att det finns för många systemfel och anmärkningar under FAT, Beställaren avgör ensidigt detta beslut.

Beställaren dokumenterar de anmärkningar som framkommer vid FAT.

För den utrustning som omfattas av FAT skall följande punkter vara utförda och bekräftade av Entreprenör innan FAT startar:

- Entreprenörens montagekontroll och egenkontroll.
- Entreprenören skall sammanställa en gällande kretsschemaomgång för FAT.
- Innan FAT startar skall utrustningen vara monterad i de kapslingar som skall användas vid färdig anläggning och samarbetande systemen skall vara ihopkopplade och fungera.
- Samtliga IED:er, såväl servrar som klienter, skall vara konfigurerade, inställda enligt reläinställningsplan, uppkopplade och provade.



- Kompletta signallistor, inklusive fjärrsignallista, skall finnas framtagna, granskade och godkända av Beställaren två (2) veckor innan FAT.
- Signalprov skall vara utfört av Entreprenör mot Stations-HMI och fjärrkontrollterminal (RTU).
- En komplett IEC61850 SCD-fil skall levereras till Beställaren innan FAT innehållande:
  - Servrar och klienter anslutna till stationsbussen
  - GOOSE kommunikation mellan servrar
  - Rapporter till klienter
- En projektfil över reläskyddens konfigurationer och inställningar skall levereras till Beställaren två (2) veckor innan FAT.
- FAT-uppkopplingar (attrapper) skall vara provade med kretsprovning.
- Stations-HMI och RTU med tillhörande kommunikationssystem skall vara programmerade och provade.
- Förreglingar för typfacken skall vara provade mot förreglingsschema. Samtliga prov skall utföras mot anslutna attrapper för ingående objekt, effektbrytare, blockeringsdon, jordningskopplare samt frånskiljare.
- Ev. förekommande Längsdifferentialskydd (FAT-objektet och ett likartat skydd) skall anslutas via direkt ansluten optisk fiber så att samtliga funktioner och signaler kan verifieras från både eget skydd och angränsande stations skydd.
- Ål skall vara konfigurerade, inställda och provade mot gällande reläinställningsplaner samt anslutna och provade mot brytarattrapper.
- Automatiker och Nätvärn (NX-aut, PS, Spänningsreglering, AFK m.fl.) skall vara konfigurerade, inställda och provade mot gällande reläinställningsplaner.
- Signallistan skall vara fullständig provad.
- Reservlarmsystem skall vara provade. Finns inte reservlarmsändare framtagna vid tidpunkt för FAT skall reservlarmets funktioner vara provade mot reservlarmets plintsnitt.
- Reservmanöverplats skall vara inkopplad och testad med avseende på inkoppling via stationens Driftformsomkopplare-DFO.
- Installation av programvaror i servicedator.

#### 4.2.3.1 Felbortkopplingsfunktioner

Felbortkopplingsutrustning skall kontrolleras enligt selektivplan och tekniska riktlinjer. Vid FAT kontrolleras med Beställaren överenskomna funktioner och utrustningar, minimum skall typutrustningar, t ex ett transformatorskydd, ledningsskydd och samlingsskeneskydd testas. Test utförs till provdon och avställningsenhet

#### 4.2.3.2 Okulär kontroll/besiktning

Beställaren skall ges möjlighet till kontroll av utrustningen. Den skall då vara monterad i samma kapsling som skall användas vid slutligt montage. För utrustning där detta ej är möjligt skall lämpligt utförande överenskommas med Beställaren.

Vid okulär kontroll kontrolleras montage, jordning, skyltning/märkning samt komponentplacering.

Kontroll utförs att montaget är enligt *VTR02-07* och specifikationer/layouter samt att det är fackmannamässigt utfört.

Jordning av utrustning skall vara utförde enligt komponenttillverkarens riktlinjer samt i övrigt enligt teknisk riktlinje *VTR02-07*. Skyltning/märkning skall vara utförd enligt *VTR02-08* samt i förekommande fall driftschema.

### 4.2.3.3 Stationskontroll

Fabriksprov (FAT) av kommunikation och bussbaserad stationskontroll skall omfatta sammankoppling av ingående utrustningar, om möjligt skall samtliga utrustningar vara uppkopplade för FAT men minst en typ av varje utrustning och objekt skall omfattas.

Vid proven skall funktionskraven i VTR02 och övriga krav som specificerats vid upphandlingen verifieras.

FAT utförs på följande utrustning om ej annat avtalats:

- Stations-HMI och fjärrterminal med tillhörande utrustning
- Signalterminal
- Reservmanöverplatser på fack eller objektskåp
- Reläskydds- och kontrollutrustningsterminaler/IED för olika "typobjekt" som ledning, transformator, samlingsskena etc, typobjekten skall även finnas för varje spänningsnivå (exv. ledningsskydd 40 kV resp. 10 kV)
- Fack/kontrollterminaler/IED för fack utan reläskydd
- IED för automatikfunktioner
- Reservlarmsändare
- Stationsbuss inklusive redundans och tidsynkronisering

Mjukvarubaserade testverktyg som ingår i leveransen skall vara installerade i kontrollanläggningens servicedator och användas vid provning.

Samtliga funktioner skall provas var för sig, men även tillsammans när dessa är logiskt sammankopplade. Sådana prov kan innebära att vissa primärapparaters funktioner behöver simuleras med brytar- eller frånskiljarattrapper, byggandet och anslutningen av dessa är Entreprenörens ansvar.

Stations-HMI, fjärr-RTU, reläskydd, kontrollterminaler eller annan datoriserad utrustning skall provas på alla binära/analog ingångar respektive utgångar som används för anläggningens funktionalitet. Samtliga signaler från reläskydds-terminaler till Stations-HMI och driftcentral skall testas. Dessa prov utgår från stationens signallista.

Distribuerade funktioner med tidskritiskt datautbyte mellan utrustningar via GOOSE-protokoll skall testas igenom under FAT. Funktionerna skall uppfylla krav på prestanda både under normal och maximal nätverkslast.

Prestandatester på kommunikationsbuss skall utföras. För att utföra tester skall leverantören tillhandahålla verktyg för trafikgenerering och analys av trafikmängd.

### 4.2.4 Godkänd FAT

För att utrustningen skall få levereras till anläggningsplatsen krävs Godkänd FAT. Detta godkännande innebär följande:

Samtliga typutrustningar för anläggningen skall vara testade och kontrollerade med avseende på felbortkopplingsfunktion, okulär kontroll och Stationskontroll, detta innebär att minst en typ av varje utrustning/terminal, kontrollskåp osv skall finnas och provas på FAT.

I samband med FAT skall ett protokoll med anmärkningar skrivas, Restpunkter skall vara dokumenterat åtgärdade. Eventuella kvarstående fel och brister som ej kunnat åtgärdas vid FAT skall vara åtgärdade i sin helhet innan SAT.

### **4.3 SAT- Site Acceptance Test**

All utrustning i anläggningen som berörs av entreprenaden skall kontrolleras och provas av Entreprenör/leverantör innan anläggningen tas idrift "spänningssätts". SAT är den del av proven som skall utföras i närvaro av Beställarens representant. Före idrifttagning skall alla fel och brister som framkommer under provning i samband med FAT och SAT samt övriga kontroller och besiktningar vara åtgärdade.

Vid SAT skall det verifieras att anläggningen uppfyller ställda krav samt utföras verifiering av alla de ingående funktioner som kräver komplett idrifttagen anläggning.

Beställaren dokumenterar anmärkningar som upptäcks vid SAT.

För att säkerställa kvaliteten på SAT skall inga störande arbeten pågå i anläggningen när SAT genomförs.

Entreprenören skall senast fyra (4) veckor före SAT överlämna en komplett, för hela stationen, signallista enligt *VTR02-02 Bilaga 4 Signallista*.

Entreprenören skall senast fyra (4) veckor före SAT-start upprätta ett detaljerat program för kontroll och provning samt utse en provningsansvarig.

Programmet skall innehålla prov av samtliga ingående funktioner i anläggningen, provningen skall utföras mot aktuellt kretsschema, typschema eller selektivplan. Programmet skall vara anpassat till objektet/projektet och godkännas av Beställaren innan SAT får starta.

Generellt SAT-program se *Bilaga 2*. Vid SAT skall varje enskilt objekt testas (ej typobjekt/typfack) och framgå av planen.

Vid SAT skall finnas tillgång till erforderlig dokumentation för genomförandet, kretsschema, selektivplaner, layoutritningar, signallistor, manualer osv. Entreprenören ansvarar för att samtliga dessa dokument finns tillgängliga.

Innan SAT, för att underlätta provning och idrifttagning, skall manualer för kontrollutrustningssystemets delar samt manualer för drift av systemet finnas tillgängliga i servicedatorn.

Entreprenören ansvarar också för att anläggningens servicedator är uppdaterad med samtliga aktuella program, licenser, konfigurations- och inställningsfiler som krävs för drift, underhåll och framtida förändringar. Efter SAT kommer servicedatorns portar att låsas vilket innebär att framtida installation av programvaror inte tillåts. Efter SAT får ingen anslutning av extern dator till utrustningar inkopplade till stationsbussen utföras, alla ändringar/justeringar skall utföras från stationen servicedator.

Följande punkter som skall vara utförda och bekräftade av Entreprenör innan SAT får starta:

- Anmärkningar och restpunkter efter FAT skall vara åtgärdade och dokumenterade.

- Entreprenörens egenkontroll av kontrollanläggningen och sekundärkretsar i ställverk m.m. är genomförd och dokumenterad enligt ITP (Inspection and Test Plan).
- Samtliga plintar skall vara kontrollerade och slutna i samtliga skåp. Eventuellt öppna plintar som t.v. måste vara det skall dokumenteras med orsak och funktion samt namn och datum. Saknad utrustning t ex reläer skall dokumenteras på samma sätt.
- LS system skall vara komplett provade. Säkringsövervakning, spänningsfördelningar, jordfelsövervakning etc. skall vara larmhanterade och driftsatta.
- Kapacitets/urladdningsprov av likströmsbatteri utfört och dokumenterat.
- VS: Lokalkraft och VS-system med omkopplingsautomatik skall vara komplett provade och driftsatta.
- Primärapparater skall vara monterade, provade och driftsatta. Provningsprotokoll för mättransformatorer och kopplingsapparater skall vara överlämnade till Beställaren.
- Stations-HMI skall vara provat och driftsatt samt fungera efter Beställarens önskemål och krav ställda vid FAT och i gällande kontrakt.
- Servicedator skall vara testad mot samtliga utrustningar så att kontakt finns.
- Reläskyddssystemen och tillhörande automatiker skall vara driftsatta och provade mot reläinställningsplaner samt dokumenterade med provprotokoll.
- Samtliga vakter (ljusbågsvakter, transformatorvakter etc.) skall vara provade och protokollförda. För ljusbågsvakter skall samtliga sensorer testas.
- Strömkretsar skall vara riktningsprovade avseende differentialkretsar.
- Krafttransformatorer skall ha genomgått lågspänningsprov.
- Ingående effektbrytare skall vara utlösningssprovade från samtliga reläskydd Vid Sub-uppdelning skall utlösningssprov utföras Suboberoende från Sub1 och Sub2. Dessa prov skall verifieras med provprotokoll.
- Automatiker och Nätvärn (NX-aut, PS, Spänningsreglering, AFK etc) skall vara provade och dokumenterade.
- Förreglingsystem enligt förreglingsschema skall vara provade och protokollförda.
- Bekräftelse skall finnas från Beställarens drift (Applikationsdesign) att bilder och databas i driftcentralsystemet är färdigt och redo för komplett punkt till punkt test. "Stickprov" av enstaka signaler skall dock vara utfört.
- Fjärrkommunikationen skall vara driftsatt och fungera.
- Felsignalsystemet skall vara provat till stations-HMI och fjärr.
- Samtliga kontrollanläggningskretsar skall vara driftsatta.
- Reservmanöverplatser skall vara provade.
- Eventuell Telesamverkan (reläskyddssamverkan, FUT) skall vara konfigurerad, provad och klara för drift.
- Ev längsdiffkommunikation skall vara driftsatt och fungera.

Följande punkter utförs vid SAT. Entreprenören skall dock med undantag för komplett test mot fjärr - punkt till punkttest - ha utfört kontroll innan SAT. Tidpunkt för test mot fjärr överenskommes med Beställaren.

- Anläggningen skall provas i sin helhet mot stations HMI och reservlarmssändare och skall dokumenteras med "avgröning" i signallistan
- Samtliga fjärrfunktioner provas och protokollförs med ett "punkt till punkt test" mot driftcentral
- Manöverrättighet av samtliga objekt från DC resp lokalt och reservmanöver

- Reservlarmsystemet skall provas lokalt till ingångar på reservlarmsändaren samt till driftcentral (via simulering RTU fjärr=fel som aktiverar reservlarmsändaren).
- Reläskyddsfunktioner
- Förreglingsssystem
- Automatikfunktioner och Nätvärn
- Utlösningsprov från samtliga reläskydd till effektbrytare "Final Trip test"
- STINA-funktionalitet från samtliga utrustningar
- Tidsynk av utrustning
- Kontroll av kommunikation till ev energimätning och elkvalitetsmätare

#### **4.3.1 Godkänd SAT**

För att anläggningen skall få tas idrift (spänningssättas) krävs Godkänd SAT. Detta godkännande innebär följande:

Hela anläggningen skall vara testad och kontrollerad enligt ovan. Protokoll, kvalitetsplaner, checklistor mm skall finnas upprättade och ifyllda.

För "Godkänd SAT" skall restpunkter vara dokumenterat åtgärdade.

Avsteg från detta får göras endast efter överenskommelse med Beställaren.

#### **4.3.2 Beställarens provning och kontroll**

För att verifiera driftsäkerhet, felbortkoppling och personsäkerhet äger Beställaren rätt att utföra egna provningar och kontroller.

För Beställarens prov skall förutom möjlighet att delta under Entreprenörens anläggningsprov, även beredas erforderlig tid för prov inför spänningssättning.

#### **4.4 Idrifttagningskontroll**

Vid driftsättning av anläggning eller anläggningsdel skall driftsättningsprov utföras. Innan anläggningen går över i kommersiell drift skall driftsättningsprovningen vara avslutade. Entreprenören utför dessa prov med deltagande av representant från Beställaren.

##### **4.4.1 Inför idrifttagningskontroll**

Innan driftsättningsprovet startar skall protokoll för samtliga utförda prov samt ITP överlämnas till Beställaren för kontroll.

Innan idrifttagning påbörjas skall slutprov före spänningssättning enligt *Bilaga 1 Idrifttagningsanvisning* vara utförda och dokumenterade.

Innan idrifttagning skall aktuella konfigurations- och inställningsfiler för skydd och kontroll i anläggningen, samt i förekommande fall, angränsande stationer överlämnas till Beställaren.

##### **4.4.2 Överlämning**

I samband med överlämning av anläggningsdel skall Entreprenören markera de delar av anläggningen som överlämnas och alla apparater som gränsar till överlämnat område för att tydliggöra att dessa apparater inte längre får manövreras av Entreprenören.

Driftmässighetsintyg (Färdiganmälan) för driftklar anläggning, innan spänningssättning, skall lämnas av Entreprenörens auktoriserade installatör.

### 4.4.3 Idrifttagning spänningssättning

För driftsättningsprov skall Entreprenören upprätta ett särskilt provprogram som skall samordnas med den driftorder för spänningssättning av ny/ombyggd anläggning som upprättas av Beställarens avbrottsplanerare.

Provprogram skall tillsändas Beställaren i god tid innan spänningssättningen. Driftordern upprättas och provprogram kompletteras med hänvisningar till driftorder i samråd mellan Entreprenörens provningsansvarige och Beställarens avbrottsplanerare.

För vissa prov på spänningssatt anläggning t ex utlösningssprov eller Åi prov lämnas ett särskilt provsystem ut i driftordern. Tillstånd för provsystem måste erhållas från Driftcentralen enligt driftorder innan några kopplingar får göras på apparater som är överlämnade till Beställaren. Detta förfarande skall följas så att inte annat arbete utförs på objektet som omfattas av proven eller att jordningar finns utplacerade enligt tidigare driftorder.

Entreprenören ansvarar för att driftsättnings- och eventuella primärprovningar utförs i enlighet med *Bilaga 1 Idrifttagningsanvisning* samt det kontraktsevenliga totalansvaret.

Beställarens prov vid idrifttagning av distributionsledningar:

- I de fall Beställaren avser att utföra primära riktningssprov för riktningsskännande jordfelskydd skall Entreprenören delta vid proven med provningsansvarig. Provning sker i samband med spänningssättning av första ledningen och därefter av resterande ledningar då samtliga ledningar tagits i drift.

## 5 Dokumentation

För utförande av all anläggningsdokumentation gäller *VTR08*.

### 5.1 Provningsdokumentation

Generellt gäller att all provning och kontroll skall protokollföras.

Utöver protokoll från utrustningars leveransprov skall protokoll från anläggningsprov levereras i anläggningens slutdokumentation samt sparas i stationens servicedator.

Entreprenören skall använda provningsprotokoll som överenskommes/anvisas av Beställaren.

All kontroll och provning skall dokumenteras med detaljerade protokoll och på kretsscheman eller ritningar (s.k. avgröning av kretsen). Kontroll av kretsar på anläggningsplatsen skall utföras på anläggningsanpassade kretsscheman och ritningar.

Protokollen skall signeras av provningsansvarig och överlämnas till Beställaren före driftsättning av respektive anläggningsdel.

Serienummer och STINA-adress för reläskydd/automatiker skall anges i provningsprotokoll.

Konfigurerings- och parametreringsfiler samt använd provapparats testfil/provplan skall sparas i stationens servicedator, delges Beställaren och skall ingå i slutdokumentation.

Komplett provningsdokumentation är en förutsättning för genomförande av idrifttagningsbesiktning samt skall ingå i slutdokumentation.

Dokumentationen skall innehålla följande:

- Ifyllda kontrollplaner och samt egna kvalitetsdokument som Entreprenören förfogar över. Dokumenten skall vara granskade av Vattenfall Eldistribution.
- Provdatabaser som genererats från sekundär eller primärprovapparat.
- Uppgifter på ingående utrustnings typbeteckningar, serienummer, mjukvara eller programvaruversioner inklusive data på provutrustning och mätinstrument.
- Provningsprotokoll av samtliga ingående funktioner i reläskyddsterminaler, inklusive binära in och utgångar samt logik, frigivningar och blockfunktioner.
- Provningsprotokoll av samtliga ingående funktioner i fackterminaler och andra terminaler för t ex automatiker inklusive in och utgångar samt logik, frigivningar och blockfunktioner anslutna via binära in och utgångar eller via kommunikationsbuss.
- Provningsprotokoll av samtliga funktioner inkl. signallista, där proven av manövrar, indikeringar, larm och händelser från reläskydd och kontrollutrustning till stations-HMI, fjärrkontroll (RTU) och reservlarmsändare ifyllts.
- Provningsprotokoll för samtliga primärapparater.
- Protokoll från samtliga idrifttagningskontroller.

Protokoll från anläggningsprov (SAT) sparas i stationens servicedator.

## 6 Bilagor

Bilaga 1 Idrifttagningsanvisning

Bilaga 2 Exempel SAT-program