

Rapport C 1992:43
Elkraftavbrott vid
Arlanda ATC 1990-06-11
Ärende L-40/90

INNEHÅLL

RAPPORT C 1992:43

Sid

	SAMMANFATTNING	4
	INLEDNING	6
1	FAKTAREDOVISNING	7
1.1	Redogörelse för händelseförloppet	7
1.2	Elkraftdistributionssystemet	7
1.2.1	ATCAS	7
1.2.2	Avbrottsfri kraftdistribution (UPS)	7
1.2.3	Magnetstabilisatorer	9
1.2.4	Mobilt reservkraftaggregat	9
1.3	Driftövervakningssystem för EL och VVS	9
1.4	Underhållsorganisation	9
1.4.1	Drift och underhållsorganisation	9
1.4.2	Utbildning/Instruktioner	9
1.5	Trafikavveckling under strömavbrottet	10
1.6	Säkerhetsstudie av kraftdistributionssystem för Arlanda ATCAS	10
2	ANALYS	10
2.1	Larmindikering från UPS-C	10
2.2	Tolkning av larm samt vidtagande av åtgärd	10
2.3	Överkoppling med avbrott	11
2.4	Felsökning och återställning	11
2.5	Slutsatser	12
3	UTLÅTANDE	12
3.1	Undersökningsresultat	12
3.2	Felorsaker	13
4	REKOMMENDATIONER	13

BILAGOR

1	Begreppsförklaringar
2	Blockschema kraftförsörjning Stockholm ACC
3	Principer för kraftförsörjning ATCAS 1 och metodik vid radarbortfall

ANMÄRKNING

All tidsangivelse i rapporten avser svensk sommartid (SST) = UTC + 2 timmar

1992-12-18

Ärendebeteckning
L-40/90

Luftfartsverket
601 79 NORRKÖPING

Rapport C 1992:43

Statens haverikommission (SHK) har undersökt det elkraftavbrott vid Arlanda ATC som inträffade den 11 juni 1990 på Arlanda, AB län.

SHK överlämnar härmed enligt 14 § förordningen (1990:717) om undersökning av olyckor en rapport över undersökningen.

Olof Forssberg

Henrik Elinder

Nils Benker

SAMMANFATTNING AV RAPPORT C 1992:43

Ärende L-40/90

Den 11 juni 1990 kl 16.50 uppstod ett elavbrott i krafttillförseln till flygtrafikledningens datorsystem på Arlanda, innebärande att all presentation på radarskärmarna uteblev. Radiokommunikationerna fungerade utan störningar. Under avbrottet som varade i ca 2 timmar, utfördes begränsad trafikavveckling enbart med hjälp av radioförbindelse mellan trafikledningen och flygplanen. Trafikavvecklingen genomfördes enligt gällande instruktioner, vilket innebar att flygsäkerheten aldrig var hotad.

Systemet återställdes med hjälp av extern assistans.

Elavbrottet orsakades av att jourpersonalen missförstod en larmsignal från en enhet i det avbrottsfria kraftdistributionssystemet (UPS-systemet) och vidtog en felaktig åtgärd som resulterade i att fem huvudsäkringar löste ut. Bidragande faktorer har varit:

- UPS-systemet elkraftmatförsörjdes vid tillfället från ett mobilt kraftaggregat med otillräcklig frekvensstabilitet.
- I systemet fanns från det tidigare UPS-systemet ett antal magnetstabilisatorer passivt installerade.
- Utbildning av jourpersonal samt framtagning av driftinstruktioner från det ombyggda UPS-systemet var inte slutförd.

Rekommendationer

SHK, som anmärker att flygplatsledningen redan genomfört flera av nedan nämnda åtgärder, rekommenderar Luftfartsverket att se till att följande gäller vid Arlanda flygplats:

- 1 Funktionella driftinstruktioner bör finnas för samtliga huvudsystem som ingår i ATCAS-systemets kraftdistribution.
- 2 Checklistor med åtgärder vid akuta och oplanerade störningar bör finnas i anslutning till de manöverpaneler som är berörda.
- 3 Personalen bör regelbundet praktiskt träna de åtgärder som skall vidtas vid akuta störningar.
- 4 Det bör finnas ett störningsuppföljningssystem som innebär att allvarliga störningar, fel och reparationer i kraftdistributionssystemet huvudenheter registreras.
- 5 Det bör finnas ett program för systematiskt underhåll av kraftdistributionssystemet där större underhålls- och kontrollåtgärder dokumenteras och signeras av ansvarig personal.

Fel! Okänt växelargument.

- 6 Jourverksamheten bör vara organiserad så att ansvar och befogenheter är väl definierade och jourpersonalen är såväl teoretiskt som praktiskt utbildad på aktuella system samt är dimensionerad för att självständigt hantera störningar i kraftdistributionssystemet.
- 7 ATCAS-systemets kraftförsörjningsinstallationer bör regelbundet revideras med avseende på personal-, drift- och brandsäkerhet samt skydd mot sabotage med utgångspunkt i rekommendationerna i den säkerhetsstudie som Vattenfall Elteknik AB gjort på uppdrag av SHK.

INLEDNING

Statens haverikommission (SHK) underrättades den 11 juni 1990 om att ett elkraftavbrott inträffat vid Arlanda ATC, AB län samma dag kl 16.50.

Händelsen har utretts av SHK som företräts av Olof Forssberg, ordförande, Lennart Ringqvist, utredningschef (t.o.m utgången av september 1990), Henrik Elinder, utredningschef (fr.o.m maj 1991) och Nils Benker.

SHK biträtts av Sivert Wallman, LFV, som expert.

SHK har sammanträtt

<u>Dag</u>	<u>Plats</u>	<u>Närvarande</u>
1990-06-12	LFV, Arlanda	Olof Forssberg, Lennart Ringqvist, Nils Benker, Stefan Hansson, LFV/Arlanda, Peder Andersson och Stig E Persson, LFV/SAE, Rune Andersson, och Stigbjörn Ericsson, LFV/ATS, Hans-Åke Pettersson, RMS samt Roger Elsborg, SFF
1990-06-14	SHK:s kansli	Lennart Ringqvist, Stefan Hansson samt Björn Svensson, Thord Eriksson, Christer Johnsson, Lennart Nilsson och Stig Hofdell, LFV/ SAE
1990-08-20	SHK:s kansli	Lennart Ringqvist, Sivert Wallman, Stefan Hansson, Thord Eriksson, Björn Svensson, LFV/SAE, Stig Hagström, RMS och Roald Myrvall, Vattenfall Elteknik AB
1991-04-10	SHK:s kansli	Olof Forssberg, Henrik Elinder, Nils Benker, Sivert Wallman, Bar-bro Fischerström, LFV/Arlanda, Stefan Hansson, Ulf Jansson, LFV/Arlanda och Dag Sundén, Vattenfall Elteknik AB

1 FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

I samband med ombyggnad av Arlandas elkraftsystem elförsörjdes ett ställverk för trafikledningsbyggnaden på Arlanda och dess radarpresentationsutrustning (ATCAS) den 11 juni 1990 temporärt från ett mobilt dieselgeneratoraggregat. På grund av variationer i den från aggregatet utgående spänningsfrekvensen gav en batteribackupenhet (UPS-enhet) i kraftdistributionssystemet automatiskt larm för s.k. onormalt drifttillstånd. Larmet observerades av en tillfällighet av personal från Televerket Radio (RMS) under ett rutinbesök i den lokal där den aktuella enheten är placerad, det s.k. UPS-rummet. Larmet rapporterades till Arlandas driftövervakningscentral som anmälde ärendet vidare till jourhavande personal på flygplatsens EL- och VVS-enhet (SAE). Något larm i det centrala larmsystemet (SARA) utlöstes inte. Andra pågående serviceuppdrag gjorde att jourhavande servicepersonal anlände till UPS-rummet först efter ca 40 min. Jourpersonalen tolkade den larmande enhetens indikering som att batteridriften tagit över kraftförsörjningen. Baserat på detta antagande vidtogs en åtgärd för att rätta till felet. Indikeringen i UPS-rummet återgick då till det normala och personalen fick uppfattningen att problemet var löst. Till följd av åtgärden utlöstes fem 25A-säkringar i kraftdistributionssystemet varvid samtliga radar-system i ATCAS blev strömlösa och all radarpresentation uteblev.

Till en början var jourpersonalen inte medveten om denna situation men larmades efter några minuter av flygtrafikledningspersonal som då övergått till att utföra trafikavvecklingen enbart genom radiokommunikation. Jourpersonalen lyckades inte få klarhet om det verkliga felet och kunde därför inte heller vidta lämpliga åtgärder utan tillkallade extern experthjälp. Efter ca 30 min anlände en servicetekniker från Siemens som lokaliserade felet och återställde systemet som åter var i drift ca 2 tim efter första larm.

1.2 Elkraftdistributionssystemet

1.2.1 ATCAS

Ansvar för Arlandas ATCAS-utrustning ligger organisatoriskt under flygplatsens flygtrafikledning (ATS). För elkraftdistributionen till ATCAS ansvarar SAE. Underhållet av själva ATCAS-systemen sköts av Televerket Radio. ATCAS-utrustningen är nödvändig för den normala flygtrafikledningsverksamheten. ATCAS-utrustningen består av två huvuddatorblock (MCS), fyra reservdatablock (SCS), ett radarpresentationssystem (RDS) samt 20 operatörspositioner. Radio- och telefonsystem är separerade från ATCAS och försörjs genom ett eget elkraftförsörjningssystem. Samtliga system är belägna i flygtrafikledningsbyggnaden.

1.2.2 Avbrottsfri kraftdistribution (UPS)

För att säkerställa kraftdistribution till ATCAS även vid strömavbrott i elnätet matas ATCAS via ett s.k. avbrottsfritt kraftdistributionssystem (UPS). UPS-systemet består av tre batterisäkrade växelriktare med vardera 40 kVA

Fel! Okänt växelargument.

kapacitet, benämnda A, B och C. Enheterna A, B och C matar respektive huvuddatorer A och B samt reservdator C som i princip också fungerar som en huvuddator, eftersom de övriga är beroende av dess status. Som extra säkerhet och för att skapa större kapacitet vid längre tids elavbrott kan dessa tre växelriktare vid nätbortfall matas från ytterligare en gemensam serie-parallellkopplad UPS med 120 kVA kapacitet, s.k. by-pass koppling. Nominellt har dessa fyra UPS-enheter totalt en batterikapacitet motsvarande $5 + 60 = 65$ minuters drifttid. Vid praktiska prov har batterikapaciteten varit $> 2,5$ timmar.

Samtliga UPS matas från Arlandas ordinarie kraftdistributionssystem via två parallella transformatorer om vardera 20/0,4 kV. Till dessa har ett stationärt dieselgeneratorsystem installerats som back-up. Back-up systemet består av tre dieselgeneratorer med kapacitet att elkraftförsörja hela ATCAS-systemet samt vissa av Arlandas övriga säkerhetssystem under längre strömavbrott.

En UPS-enhet kan dels under en begränsad tid ta över kraftförsörjningen till anslutet nät vid spänningsbortfall, dels godkänna eller förkasta den inkommande spänningsfrekvensen. I de fall den inkommande spänningsfrekvensen inte ligger inom angivna gränser sker omformning av den utgående frekvensen så att specificerade krav uppfylls, s.k. övergång till egenoscillerad frekvens. Ett internt datorprogram i varje UPS-enhet registrerar automatiskt när och hur omformning av utgående frekvens skall göras. Samtliga UPS-enheter var vid tillfället programmerade att gå över till egenoscillerad frekvens så snart den inkommande frekvensen avvek mer än $\pm 0,5$ Hz från nominellt 50 Hz.

När frekvensavvikelsen åter understiger $\pm 0,5$ Hz från nominellt 50 Hz sker en automatisk fasanpassning under ca 30 - 40 sek och därefter överkoppling till nätfrekvensen utan avbrott. Om en manuell överkoppling görs från egenoscillerad frekvens till nätfrekvens när frekvensdifferansen är större än $\pm 0,5$ Hz, blir följden ett automatiskt och momentant avbrott i strömförsörjningen under ca 30 millisekunder för fasansanpassning.

UPS-enheterna är installerade i låsta skåp i UPS-rummet som även detta är låst. För varje enhet finns en driftövervakningspanel som med lampor anger olika typer av störningar såsom spänningsfall, frekvensfel etc. Elkraften distribueras till ATCAS-rummet via distributionsskåp med brytare och säkringar. Varje säkring (smältsäkring) är försedd med en liten plåtflik vars ena ände skall lossna när säkringen utlöses. För säkringarna finns inget automatiskt indikeringssystem. Felsökning av säkringarna måste göras genom fysisk besiktning av säkring för säkring. För att vara helt säker på säkringarnas status måste emellertid besiktningen kompletteras med uppmätning av varje individuell säkring med hjälp av ett mätinstrument. För att kunna öppna ett säkringsskåp var det nödvändigt att först bryta spänningen över aktuellt skåp.

UPS-utrustningen hade kompletterats och byggts om under våren 1990 och satts i drift den 6 maj 1990. Man hann inte med att färdigställa systembeskrivningar och instruktioner för den nya utrustningen i tid till driftsättandet.

1.2.3 Magnetstabilisatorer

I UPS-systemet fanns ett antal magnetstabilisatorer passivt inkopplade. Dessa

Fel! Okänt växelargument.

fanns kvar i systemet från den tidigare UPS-installationen. En magnetstabilisator har normalt till uppgift att dämpa spänningsvariationer i nätet för att skydda känslig datautrustning. I princip strävar en magnetstabilisator alltid att vid spänningsvariationer bibehålla initialspänningen. Under normal drift har dessa en stabiliserande inverkan på nätet, men vid ett momentant strömavbrott kan de laddas ur med en kraftig strömstöt i systemet som följd.

1.2.4 Mobilt reservkraftaggregat

Förutom den permanent installerade dieselgeneratoranläggning för reservkraft finns en mobil dieselgenerator som temporärt kan anslutas till olika lokalt placerade elförbrukare vid störningar, ombyggnadsarbete etc. Det mobila kraftaggregatet är inte specificerat att kunna leverera en mer stabil utgående spänningsfrekvens än 50 ± 1,0 Hz.

Detta aggregat var på grund av ombyggnadsarbeten anslutet till och kraftförsörjde UPS-systemet från kl 11.15 den 10 juni 1990 till kl 18.00 den 12 juni 1990. Ordinarie kraftdistribution var under denna period inte kontinuerligt tillgänglig.

1.3 Driftövervakningssystem för EL och VVS

För övervakning av Arlandas samtliga EL- och VVS-system finns ett centralt automatiskt övervakningssystem (SARA). Till SARA går ett larmmeddelande så snart någon enhet som ingår i säkerhetssystemet får en felfunktion. SARA registrerar tidpunkt och larmande enhet, dock registreras inte den exakta felfunktionen som utlöst larmet. SARA är bemannat dygnet runt med personal som har till uppgift att rapportera varje larm till berörd ansvarig instans.

1.4 Underhållsorganisation

1.4.1 Drift och underhållsorganisation

Vid denna tidpunkt tjänstgjorde ca 35 personer på SAE med ansvar för underhåll och drift av Arlandas elsystem. Av dessa ingick 12 personer i en jourorganisation med tillgänglighet 24 timmar om dygnet. Utanför ordinarie arbetstid fanns därmed alltid en jourgrupp i tjänst bestående av en högspänningsspecialist och en tele- eller fastighetsspecialist tillgänglig för akuta åtgärder.

1.4.2 Utbildning/Instruktioner

Omfattande ombyggnader och kompletteringar hade genomförts av Arlandas elkraftsystem de senaste åren. Motsvarande förstärkning av drift och underhållsorganisation hade inte skett. Kapacitet hade inte heller funnits tillgänglig för utarbetande av långsiktiga drift- och underhållsinstruktioner samt för genomförande av erforderlig utbildning av personal på de nya systemen.

1.5 Trafikavveckling under strömavbrottet

För trafikledningsfunktionen på Arlanda finns en instruktion med föreskrifter om vilka omedelbara åtgärder som skall vidtas vid fel på radarutrustningen samt hur den fortsatta trafikavvecklingen i sådana situationer skall genomföras i samråd med andra trafikledningsorgan. Vid det aktuella radarbortfallet vid Arlanda ACC följdes denna instruktion. Erforderlig separation mellan flygplanen upprättades. Tillkommande trafik stoppades. Efter någon tid när situationen klarnat påbörjades trafikavvecklingen enligt procedurmetodik. En intern utredning vid Arlanda ATS har visat att inga separationsunderskridanden inträffade (bilaga 3).

1.6 Säkerhetsstudie av kraftdistributionssystem för Arlanda ATCAS

På uppdrag av SHK har Vattenfall Elteknik AB genomfört en omfattande kvalitets- och säkerhetsanalys av hela elkraftkedjan. Rapporten omfattar elsystemets nuvarande utformning och status samt rekommenderar ett antal förbättringsåtgärder av vilka vissa återfinns i föreliggande rapport.

2 ANALYS

2.1 Larmindikering från UPS-C

Samtliga fyra UPS-enheter var programmerade att automatiskt gå över till egenoscillerad frekvens så snart den inkommande frekvensen avvek mer än $\pm 0,5$ Hz från nominellt 50,0 Hz. Det mobila kraftaggregatet som matade ATCAS vid tillfället levererade inte stabilare frekvens än $50,0 \pm 1,0$ Hz. När den inkommande frekvensen vid tillfället pendlade ner till ca 49,6 Hz aktiverade UPS-C som första UPS-enhet och gick automatiskt över till egenoscillerad frekvens. Samtidigt började en varningslampa på dess kontrollpanel att blinka som indikering på att enheten arbetade under ett s.k. "onormalt drifttillstånd". Vid onormalt drifttillstånd utlöses inte något larm i SARA-systemet varför situationen följaktligen inte observerades av SARA-personalen.

Trots indikeringen att UPS-C arbetade under ett onormalt drifttillstånd fanns inget behov att omedelbart vidta några åtgärder i systemet.

2.2 Tolkning av larm samt vidtagande av åtgärd

Det ombyggda UPS-systemet hade vid denna tidpunkt endast varit i drift i ca en månad. Varken utbildning av jourpersonal eller framtagning av anpassade driftinstruktioner var slutförd. När jourpersonalen anlände till UPS-rummet och såg den blinkande indikeringslampan för onormalt driftläge förstod man inte vilken avvikelse från normalt drifttillstånd som varningen gällde. Man tolkade felaktigt att UPS-C levererade elkraft från egna batterier. Då denna enhet endast har begränsad kapacitet och att det därmed förelåg en risk för ett snart spänningsbortfall i nätet ansåg personalen det vara nödvändigt att omgående koppla UPS-C till ett by-passläge, dvs. när matning sker direkt från 120 kVA

UPS med en driftkapacitet om 60 min. När omkopplingen gjordes, slutade indikeringslampan på kontrollpanelen att blinka och jourpersonalen antog att det förmodade, akuta problemet var löst.

2.3 Överkoppling med avbrott

När UPS-C automatiskt övergått till egenoscillerad frekvens förelåg en fasdifferens mellan nätfrekvensen och den från UPS-C levererade frekvensen. När manuell överkoppling gjordes i detta läge från den egenoscillerade frekvensen åter till nätfrekvensen, dvs den frekvens som 120 kVA-UPS arbetade med, skedde detta med ett automatiskt och momentant avbrott i strömförsörjningen under ca 30 millisekunder för fasanpassning.

De i UPS-systemet passivt inkopplade magnetstabilisatorerna hade vid tillfället en varierande grad av elektrisk uppladdning beroende på nätets aktuella fasläge. Vid det momentana avbrottet på matarsidan för fasanpassningen skedde motsvarande urladdning av den uppladdade energin i magnetstabilisatorn till nätet. Denna urladdning ägde rum samtidigt som återkopplingen efter det automatiska avbrottet. Strömtillskottet resulterade i en utgående strömpuls som överskred märkströmstyrkan för de i systemet ingående fem 25A-huvudsäkringarna. Därmed utlöstes säkringarna varvid totalt strömvabrott uppstod i systemet. Det är inte troligt att dessa säkringar hade utlösts utan strömtillskottet från de anslutna magnetstabilisatorerna. Manuell överkoppling från egenoscillerad 40 kVA UPS-drift till 120 kVA UPS-drift med nätfrekvens hade tidigare aldrig provats under belastning, varför man inte var medveten om konsekvensen av detta. En bidragande orsak till att säkringarna utlöstes kan ha varit att 25A-säkringarna var av en snabb typ.

2.4 Felsökning och återställning

Samtliga säkringar i UPS-systemet var installerade i låsta kopplingskåp. Någon automatisk indikering för utlösta säkringar fanns inte. För att öppna kopplingskåpen för säkringskontroll och byte erfordrades att spänningen över resp. kopplingskåp bröts. På grund av brist på utbildning och avsaknaden av lättbegripliga instruktioner ansåg sig jourpersonalen inte kapabel att bryta spänningen över resp. säkringskåp och fysiskt kontrollera säkringarna en efter en med risk föra att ytterligare förvärra situationen. Hjälp tillkallades därför från Siemens servicepersonal som ansvarat för ombyggnaden av UPS-systemet. När Siemens servicetekniker anlände lokaliserades i vilket säkringskåp de utlösta säkringarna fanns och säkringsbyte utfördes. C-kraften kom därmed åter och ATCAS-systemen kunde successivt återstartas. UPS-C återställdes därefter till normaldrift och några ytterligare störningar till följd av frekvensstabilitet uppstod inte under den resterande tid som det mobila reservkraftaggregatet var inkopplat.

2.5 Slutsatser

Arlandas kraftdistributionssystem blir allt mer komplext. Det har installerats i olika etapper och det har genomgått en omfattande expansion till följd av

Fel! Okänt växelargument.

Arlandas utbyggnad. Tillförlitligheten hos de system som kraftförsörjer flygtrafikledningens data och radarutrustning kan ha direkt inverkan på flygsäkerheten.

För att de tillgängliga systemen med olika typer av back-up och säkerhetssystem skall ge den teoretiskt antagna säkerheten erfordras ett väl fungerande underhållssystem baserat på en egenkontrollprincipen, motsvarande den som används för styrning av flygsäkerhet inom luftfarten, där följande fem huvudfunktioner ingår:

- a) Fastställande av verksamhetens mål.
- b) Fastställande av ansvarsfördelning och resurser.
- c) Uppföljning av att målen uppfylls.
- d) Registrering av avvikelser samt vidtagande av erforderliga åtgärder.
- e) Utvärdering av resultat.

3 UTLÅTANDE

3.1 Undersökningsresultat

- a) UPS-systemet hade varit i drift i ca 5 veckor efter ombyggnad och komplettering.
- b) I systemet fanns från det tidigare UPS-systemet ett antal magnetstabilisatorer passivt installerade.
- c) Varken utbildning av jourpersonal eller framtagning av driftinstruktioner avseende det ombyggda UPS-systemet var slutförd.
- d) UPS-systemet elkraftförsörjdes vid tillfället från ett mobilt dieselgeneratoraggregat med otillräcklig frekvensstabilitet.
- e) Möjligheten att utan störning utföra den manuella överkoppling som gjordes i detta fall hade aldrig tidigare kontrollerats.
- f) Tjänstgörande jourpersonal erfordrade assistans från extern expert för felsökning och återställning av systemet vilket förlängde driftstoppet.
- g) System för förebyggande underhåll samt periodiska systemkontroller omfattade endast begränsade delar av berörda system.
- h) Trafikavvecklingen genomfördes enligt gällande instruktioner, vilket innebar att flygsäkerheten aldrig var hotad.

3.2 Felorsaker

Elavbrottet orsakades av att jourpersonalen missförstod en larmsignal från en enhet i det avbrottsfria kraftdistributionssystemet (UPS-systemet) och vidtog en felaktig åtgärd som resulterade i att fem huvudsäkringar löste ut.

Bidragande faktorer har varit att:

- UPS-systemet elkraftmatförsörjdes vid tillfället från ett mobilt kraftaggregat med otillräcklig frekvensstabilitet.
- I systemet fanns från det tidigare UPS-systemet ett antal magnetstabilisatorer passivt installerade.
- Utbildning av jourpersonal samt framtagning av driftinstruktioner från det ombyggda UPS-systemet var inte slutförd.

4 REKOMMENDATIONER

SHK, som anmärker att flygplatsledningen redan genomfört flera av åtgärderna under a) - g) rekommenderar Luftfartsverket att se till att följande gäller vid Arlanda flygplats:

- a) Funktionella driftinstruktioner bör finnas för samtliga huvudsystem som ingår i ATCAS-systemets kraftdistribution.
- b) Checklistor med åtgärder vid akuta och oplanerade störningar bör finnas i anslutning till de manöverpaneler som är berörda.
- c) Personalen bör regelbundet praktiskt träna de åtgärder som skall vidtagas vid akuta störningar.
- d) Det bör finnas ett störningsuppföljningssystem som innebär att allvarliga störningar, fel och reparationer i kraftdistributionssystemet huvudenheter registreras.
- e) Det bör finnas ett program för systematiskt underhåll av kraftdistributionssystemet där större underhålls- och kontrollåtgärder dokumenteras och signeras av ansvarig personal.
- f) Jourverksamheten bör vara organiserad så att ansvar och befogenheter är väl definierade och jourpersonalen är såväl teoretiskt som praktiskt utbildad på aktuella system samt är dimensionerad för att självständigt hantera störningar i kraftdistributionssystemet.
- g) ATCAS-systemets kraftförsörjningsinstallationer bör regelbundet revideras med avseende på personal-, drift- och brandsäkerhet samt skydd mot

Fel! Okänt växelargument.

sabotage med utgångspunkt i rekommendationerna i den säkerhetsstudie som Vattenfall Elteknik AB gjort på uppdrag av SHK.

Begreppsförklaringar

ACC	Områdeskontroll
ATCAS	Radarpresentationsutrustning
ATS	Luftfartsverkets flygtrafikledning
LFV	Luftfartsverket
MCS	Huvuddatablock
RDS	Råradarpresentationssystem
RMS	Televerket Radio
SAE	Luftfartsverkets EL- och VVS- enhet
SCS	Reservdatablock
SFF	Svensk flygledareförening
UPS	Avbrottsfri kraftförsörjning