

Rapport och vägledning  
Branschens hantering av  
automatisk och manuell återinkoppling  
av utlösta ledningar

2010-01-01





## Sammanfattning

Den s.k. 90-sekundersregeln finns inte med i den senaste utgåvan av Elsäkerhetsverkets starkströmsföreskrifter (ELSÄK-FS 2008:3). Utifrån detta har en arbetsgrupp med representanter från elbranschen haft i uppdrag att utreda samt ta fram riktlinjer för lämplig hantering av återinkoppling i samband med utlöst ledning.

Föreskriftsändringen motiverades bland annat av att den gamla föreskriften i vissa lägen tolkades så att manuella återinkopplingar inom 90 sekunder inte krävde eftertanke eller riskbedömning innan man spänningssatte anläggningen.

Hantering av utlösningsvillkor i distributionsnät samt fel som kvarstår trots lyckad återinkoppling har inte berörts av arbetsgruppen.

Denna vägledning är inte avsedd att antas i sin helhet – obearbetad. Den är tänkt att fungera som ett stöd för respektive anläggningsinnehavare och eldriftansvarigas arbete med att ta fram egna riktlinjer för automatisk respektive manuell återinkoppling av utlösta ledningar. De företagslokala riktlinjerna bör omfatta arbetsrutiner, checklistor, instruktioner och utbildning m.m.

De flesta fel på friledningar är av övergående karaktär och för mer än 80 % av felen lyckas den automatiska återinkopplingen vid första försöket på högre spänningsnivåer. Resterande fall kan exempelvis bero på fel i kontrollutrustning eller apparater i stationer som gör att det inte går att spänningssätta ledningen igen. För lägre spänningsnivåer är procentsiffrorna lägre. Utifrån bedömningen att de flesta fel i friledningsnät är snabbt övergående kan det anses motiverat att använda automatisk återinkoppling. Förutsättningen är att varje anläggningsinnehavare och eldriftansvarig tar hänsyn till respektive anläggnings förutsättningar för detta.

Elsäkerhetsverket ser återinkopplingar som driftåtgärder och dessa ska kunna anpassas till olika elnät och deras bedömda behov av återinkopplingar. Därigenom tas stor hänsyn till både elsäkerhet och leveranssäkerhet.

Dokumentet exemplifierar i bilaga 2 några av de deltagande företagens praxis för hur automatisk återinkoppling kan hanteras vid olika typer av ledningsnät.

Vid ett flertal upprepade återinkopplingar av en ledning inom en kort tid, rekommenderas att automatikerna ställs av och att felsökning inleds alternativt att annan utredande åtgärd vidtas.

För manuell återinkoppling finns inte längre någon tidspress utifrån starkströmsföreskrifterna. Tillräckligt god elsäkerhet uppnås genom att man alltid genomför en riskbedömning, med analys och värdering, innan en manuell återinkoppling sker. Detta innebär att åtgärder utförs enligt företagslokalt anpassade rutiner och checklistor. Ett exempel på flödesschema över denna process, bedömning av olika elsäkerhetsfaktorer samt driftsäkerhetsmotiv, finns i bilaga 1 punkterna 1-3. Här betonas vikten av utbildning och övning för inblandade funktioner i organisationen.

Sektionering bör utföras så att man minimerar antalet manuella återinkopplingar mot ett eventuellt kvarstående fel, förslag på rutiner för maskade respektive radiella nät tas upp i dokumentet.

## Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte samt avgränsning .....	5
2	Definitioner enligt SEK Handbok 417 .....	7
3	Återinkoppling .....	8
3.1	Erfarenheter och statistik.....	8
3.2	Automatisk återinkoppling .....	8
3.2.1	Risker .....	9
3.2.2	Kommentar.....	9
3.3	Manuell återinkoppling .....	10
3.3.1	Påverkande faktorer och krav vid manuell återinkoppling av hela ledningen .	10
3.3.2	Stressfaktorer att hantera/förebygga i samband med utlöst ledning .....	12
3.3.3	Utbildning för operatörer .....	13
4	Sektionering och återinkoppling .....	14
4.1	Allmänt.....	14
4.2	Rutiner för maskat drivna nät.....	14
4.3	Rutiner för radiellt drivna nät.....	14
4.4	Sektionering .....	14
5	Slutsatser och rekommendationer .....	15
5.1	Automatisk återinkoppling.....	15
5.2	Manuella återinkopplingar .....	15
6	Referenser.....	16

# 1 Bakgrund och syfte samt avgränsning

En arbetsgrupp, med representanter från Svenska Kraftnät, Vattenfall Eldistribution, Fortum Distribution, E.ON Elnät, Jämtkraft Elnät samt med Elsäkerhetsverket och Svensk Energi som adjungerade parter, utsågs vid ett Driftmöte i december 2008 på uppdrag av Driftrådet inom branschen, till att: ”*Utreda branschens syn på automatisk och manuell återinkoppling av utlösta ledningar*”. Utredningens resultat redovisas i denna vägledning.

Driftrådet består av representanter från Svenska Kraftnät, Fortum, Vattenfall, E.ON, Skellefteå Kraft, Göteborg Energi samt Svensk Energi. Rådet är informations- och samrådsorgan för frågor relaterade till Svenska Kraftnäts arbetsområde, dess rekommendationer är inte strikt bindande. Driftrådet behandlar exempelvis systemdriftfrågor som driftledning och driftövervakning; driftsäkerhet och störningsreserver; drift- och underhåll samt avbrottsplanering och överföringsbegränsningar.

Utredningsarbetet påkallades av att den s.k. 90-sekundersregeln inte finns med i de nya Starkströmsföreskrifterna (ELSÄK-FS 2008:3) om innehavarens kontroll av elektriska starkströmsanläggningar och elektriska anordningar. Återinkopplingar efter jordfel är inte längre reglerat i föreskrifterna jämfört med den tidigare gällande ELSÄK-FS 1999:5 C52 där följande föreskriftstext fanns:

## ” C52 Kopplingar

Frånkoppling av en anläggningsdel i samband med arbete utan spänning skall ske på ett sådant sätt att strömtillförsel från alla håll förebyggs, se C62.

En anläggning där det föreligger krav på frånkoppling vid jordfel enligt Avdelning B får tillkopplas senare än 90 s efter jordfelsutlösning endast om åtgärder vidtagits för att lokalisera eller avhjälpa felet. Undantag föreligger för en (1) tillkoppling utan att sådana åtgärder vidtagits om det är uppenbart att ett eventuellt kvarstående fel inte medför personfara.

Råd: Vid manövrering av elkopplare bör särskild uppmärksamhet ägnas åt risken att förväxla närbelägna apparater av samma slag. Skyltar för identifiering av apparaterna bidrar till att förebygga förväxling. Sådana skyltar bör inte vara placerade på lock eller kapsling som avlägsnas vid arbete. Eftersom en fränkskiljare inte är avsedd att bryta last kan förregling mot tillhörande effektbrytare eller dylikt behövas. Inom den tid som tillkoppling är tillåten kan normalt en snabb (inom några få sekunder) och en fördröjd (inom 90 sekunder) återtillkoppling göras. Åtgärder i avsikt att lokalisera eller avhjälpa fel innefattar även manuell eller automatisk sektionering av en anläggning samt patrullering av en ledning i samband med felsökning. Ledningen betraktas som spänningsförande vid markpatrullering. Under markpatrullering för felsökning bör tillkoppling inte ske. Sektionering bör normalt ske från den matande anläggningen och utåt.”

Enligt Elsäkerhetsverket ser man återinkopplingar som driftåtgärder och dessa ska kunna anpassas till olika elnät och deras behov av återinkopplingar. Det är svårt att tillämpa samma filosofi för dessa återinkopplingar på stamnätet och olika lokalnät och därför anser verket att det är olämpligt att föreskriva ett exakt tidsintervall. Vidare har det visat sig att den gamla föreskriften har tolkats så, att tillkopplingar inom 90 sekunder inte krävde eftertanke eller riskbedömningar innan man spänningssatte anläggningen. Under de senaste 20 åren har elnätsföretagen utvecklat egna filosofier för sina elnät sedan föreskrifterna om bortkoppling av jordfel och återinkoppling efter dessa tillkom. Myndigheten har valt att inte ersätta den äldre föreskriften med en ny sådan, vilket betyder att den utvecklade praxis som finns hos elnätsföretagen för automatiska och manuella återinkopplingar även i fortsättningen får tillämpas under förutsättning att de föregåtts av någon form av riskbedömning.

Arbetet har bedrivits som studier av tidigare rapporter från Svensk Energi om återinkopplingstider samt genomgång av tillämpliga delar i de senaste utgåvorna av Elsäkerhetsverkets starkströmsföreskrifter samt statistikundersökningar över felbortkoppling.

Dessutom har exempel från branschens olika praxis i fråga om automatisk återinkoppling sammanställts och diskuterats vid ett antal tillfällen där även Elsäkerhetsverket samt Svensk Energi deltagit. Vägledningen har remissats till medlemmarna i SvK:s drifråd samt till medlemsföretagen inom Svensk Energi.

Åtgärder i avsikt att lokalisera eller avhjälpa fel, till exempel manuell eller automatisk sektionering av en anläggning samt patrullering av en ledning i samband med felsökning, behandlas endast översiktligt med några generella principer redovisade. Även här förutsätts att varje innehavare tar fram egna anläggningsanpassade instruktioner.

Hantering av utlösningvillkoret i distributionsnät samt fel som kvarstår trots lyckad återinkoppling har inte berörts av arbetsgruppen.

Arbetsgruppens sammansättning har varit:

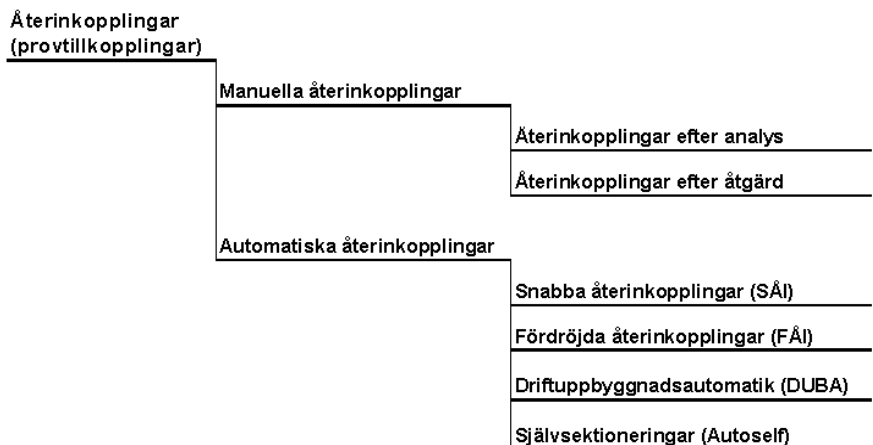
- Torbjörn Hansson Svenska Kraftnät
- Lars Karlström Svenska Kraftnät
- Per Wikström Svenska Kraftnät
- Rune Svensson Vattenfall Eldistribution
- Torsten Brönmark E.ON Elnät
- Karl Erik Jönsson Jämtkraft Elnät
- Ulf Thomasson Fortum Distribution
- Horst Blüchert Elsäkerhetsverket adjungerad till gruppen
- Matz Tapper Svensk Energi adjungerad till gruppen.

## 2 Definitioner enligt SEK Handbok 417

Friledning	Till starkströmsanläggning hörande luftledning med fritt från varandra upphängda ledare med tillbehör såsom isolatorer, krokvar och regler.
Fördröjd återinkoppling (fåi)	Automatisk återinkoppling med öppethållningstid längre än 10 sekunder.
Luftledning	Ledare eller kabel ovan mark på stolpar eller andra stöd. <i>(Sammanfattande benämning för friledning, hängkabelledning och hängspiralledning.)</i>
Masknät	Ledningsnät uppbyggt av maskor vars knutpunkter kan matas från varje ansluten ledning.
Masknätsdrift	Osektionerad flervägsmatning av masknät.
Provtillkoppling	Avsiktig manuell eller automatisk tillkoppling av anläggningsdel inom bestämd tid eller efter att åtgärd vidtagits.
Radialdrift	Envägsmatning av ledning.
Radialledning	Ledning som endast i sin ena ände är ansluten till inmatningspunkt.
Radialnät	Ledningsnät uppbyggt av radialledningar.
Slingnät	Ledningsnät uppbyggt av slingor vars ledningar är anslutna till inmatningspunkt i båda ändarna.
Snabb återinkoppling (såi)	Automatisk återinkoppling med öppethållningstid kortare än 1 sekund. <i>(Anm: Inom branschen förekommer tider <math>\leq 5</math> sekunder)</i>
Tillkoppling	Åtgärd varigenom elektrisk anläggningsdel spänningssätts.
Återinkoppling	Tillslag av elkopplare efter fel.

### Anmärkning:

I dokumentet jämförs begreppen *återinkoppling* och *provtillkoppling*, se schematisk bild till höger.



### 3 Återinkoppling

Syftet med automatisk eller manuell återinkoppling är att återföra utlösta nätdelar till normalt driftläge utan alltför stora konsekvenser för anslutna kunder och producenter - naturligtvis utan att riskera säkerheten för person och egendom. Det handlar om en balansgång mellan hög leveranssäkerhet och hög elsäkerhet.

#### 3.1 Erfarenheter och statistik

Erfarenheter och statistik visar att de flesta fel på friledning är av övergående karaktär. Vid upp mot 80 % av felen lyckas den automatiska återinkopplingen vid första försöket på högre spänningsnivåer. Detta betyder inte att de övriga fallen är bestående ledningsfel utan det kan till exempel vara fel på kontrollutrustning eller apparater i stationer som gör att det inte går att spänningssätta ledningen igen. I vissa fall kan det också ha tagit lång tid för att fastställa vad som hänt eller att inspektera ledningen innan man kan spänningssätta denna. För lägre spänningsnivåer är procentsiffrorna lägre.

När den snabba återinkopplingen lyckas vid första försöket är felet oftast en följd av blixtnedslag, tillfällig smuts på ledningar eller fåglar som ger upphov till ljusbåge. För lägre spänningsnivåer kan det vara träd eller grenar som tillfälligt hamnat för nära ledningen och som ofta bränns bort vid en återinkoppling. I maskat drivna nät består felet oftast av ljusbågar mellan faser eller mellan fas och jord till följd av åsköverspänningar eller tillfällig isolationsnedsättning (smuts på isolatorer). I radiella nät uppkommer felet oftast på grund av fallande träd och grenar eller åsköverspänningar.

Elsäkerhetsverket har relativt få exempel på olyckor och dödsfall på grund av återinkopplingar. En händelse i augusti 1999 i Glafs fjorden är mest känd. Händelseförloppet startade där med att masten på en segelbåt fastnade i en högspänningsledning som löste ut. Ledningen spänningssattes manuellt från driftcentral varvid en ung pojke på båten avled.

#### 3.2 Automatisk återinkoppling

Vanligen är automatisk återinkoppling utförd så att tillkoppling sker inom 0,5 – 90 sekunder efter att berörd strömbrytare löst ut. Utrustningar och apparater som är känsliga för korta avbrott har i viss utsträckning utrustats med underspänningsutlösning.

Automatisk återinkoppling används för att hålla avbrottstiden så kort som möjligt vid tillfälliga fel. Snabbåterinkoppling (SÅI) kan inom branschen variera mellan 0,5 – 5 sekunder och fördröjd återinkoppling (FÅI) sker inom 10 – 90 sekunder. Dessutom finns DriftåterUppByggnadsAutomatik (DUBA) som är att likna med en fördröjd återinkoppling utifrån olika villkor med hjälp av Fasnings-, Parallellnings- och Spänningssättningsutrustning (FPS). DUBA:ns uppgift är att återställa driften i en station till densamma som den var innan störningen inträffade.

Fördelen med automatisk återinkoppling är att återuppbyggnaden vid en lyckad tillkoppling blir snabb och att nätet omgående återställs till sitt ursprungliga tillstånd. Därigenom förhindras nästinstabilitet och kaskadutlösningar för de större näten samt minskar onödiga konsekvenser p.g.a. avbrott för olika kundkategorier.

Nackdelen med automatisk återinkoppling i maskade nät är att tillslag av brytare från SÅI-automatik i det svenska nätet är trepoligt och sker utan kontroll av fasläge, vinkel- eller frekvenskillnad. Det finns inga villkor för vilken ledningsände som skall kopplas in först, utan



det blir den SÄI-automatik som är snabbast som spänningssätter ledningen. Detta betyder även att båda ledningsändarna kan tillkoppla mot ett kvarstående fel samtidigt.

Om näten är utrustade med självsektionerande fränksiljare (för att automatiskt sektionera bort ledningssträckor med kvarstående fel) kan flera återinkopplingar behövas.

Tiden på återinkopplingen skall då inte vara inställd så att den kommer i konflikt med andra automatiker, t ex lindningskopplarreglering.

I dagens samhälle kan avbrott för vissa kundkategorier ge lika stora konsekvenser om avbrottet varar några hundra millisekunder eller om det varar i 30 sekunder, däremot reduceras risken betydligt för att apparater skall skadas om tiden är 30 sekunder eller längre.

Exempel på känsliga anläggningar och apparater kan vara processindustrier och värmepumpsanläggningar samt modem, routrar och andra apparater med spänningkänslig elektronik.

För vissa ledningar är inte automatisk återinkoppling en lämplig lösning. Detta kan bero på ledningens typ och förläggning, typ av ansluten produktion eller typ av konsumtion. I rena kabelnät finns oftast ingen anledning att tillämpa någon automatisk återinkoppling eftersom ett kabelfel normalt är kvarstående och en återinkoppling sannolikt förvärrar konsekvenserna. I blandade nät med kabel och friledning, kan automatisk återinkoppling vara motiverat om friledningen är framdragen så att den ofta drabbas av övergående fel. (Se även bilaga 2.)

### **3.2.1 Risker**

Larmlistor med många larm kan medföra en risk för att ett flertal upprepade lyckade automatiska återinkopplingar inom kort tid (ca en timme) inte observeras av driftoperatör. Resultatet kan då bli att man får onödigt många tillkopplingar mot ett fel som egentligen är bestående. Vid ett flertal upprepade återinkopplingar inom ca en timme rekommenderas att återinkopplingsautomatikerna ställs av och att felsökning inleds.

### **3.2.2 Kommentar**

ELSÄK-FS 2008:1 handlar om utförandet som ska ge betryggande säkerhet under normala förhållanden, vid ett (1) fel i anläggningen och vid rimligt förutsebar felbetjäning. (3 kap. 1§) Återinkoppling är inte en del av utförandet i föreskriftens mening. Här kommer starkströmsförordningen (2009:22) in med 4-5 §§.

”Grundläggande skyldigheter

4 § Innehavaren av en starkströmsanläggning eller anordning ska fortlöpande kontrollera att anläggningen eller anordningen ger betryggande säkerhet mot person- eller sakskada.

5 § Innehavaren av en starkströmsanläggning eller anordning ska se till att arbete som utförs på eller i anslutning till anläggningen eller anordningen sker på ett sådant sätt och utförs av, eller under ledning av, personer med sådana kunskaper och färdigheter att betryggande säkerhet ges mot person eller sakskada.”

Begreppet ”arbete” omfattar här alla arbeten även de som hör till drift och underhåll av anläggningen.

### 3.3 Manuell återinkoppling

Eftersom nya ELSÄK-FS 2008:3 ej längre innehåller undantaget för tillkoppling inom 90 sekunder (tidigare i ELSÄK-FS 1999:5 C52, se kapitel 1 ovan), behöver instruktioner, checklistor, hjälpmedel för riskbedömning och rutiner mm för DC-operatörers agerande i samband med manuell tillkoppling vara tydliga. Detta innebär att varje manuell återinkoppling av utlöst ledning måste ske med särskild eftertanke och med en riskbedömning enligt givna instruktioner och checklistor.

Eftersom starkströmsföreskrifterna nu inte stipulerar någon tidsgräns anser arbetsgruppen att manuell tillkoppling endast får ske efter att bedömning samt nödvändiga åtgärder är utförda, trots den tid som krävs för detta.

Bedömningen kan vara mer eller mindre omfattande beroende på situationen. Ett inarbetat arbetssätt med fastställda rutiner i samband med ordinarie planerade kopplingar ökar sannolikheten för att ett sådant arbetssätt också kommer att användas vid störd drift. Dessa rutiner kan bl a bestå av diverse bedömningskriterier att kontrollera.

Långsiktigt är det önskvärt att utveckla nya typer av IT-baserade analysverktyg eller system för bedömning av felorsak för en utlöst ledning.

Riskbedömningen utförs dels för att fastställa den sannolika felbortkopplingsorsaken, dels vilka konsekvenser en återinkoppling kan medföra. En återinkoppling är endast meningsfull om felet är av övergående natur. Alternativa matningsvägar bör alltid kontrolleras. Det kan behövas olika tillvägagångssätt inför manuell återinkoppling beroende på vilken typ av ledningsnät och störning det handlar om. För regionnät som har jordfelskydd med flera steg bör ingen manuell återinkoppling ske när en utlöst lednings båda inmatningsstationer löst från steg 2 eller steg 3, i de fall de saknar åi-funktion.

Vid omfattande störningar på stam- och regionnät kan kvarstående fel orsaka kollaps av hela eller delar av systemet. Vid en sådan störning kommer många icke felbehäftade ledningar att lösas ut. Eftersom många av ledningarna inte är felbehäftade kan rutinerna för den manuella återinkopplingen förenklas.

Vid störningar på underliggande nät uppkommer oftast en mängd störningar och ledningarna kopplas oftast bort av fysiskt verkliga fel, många fel är av övergående karaktär. I sådana fall bör rutinerna för manuella återinkopplingar omfatta en mer noggrann riskbedömning innan ett tillkopplingsförsök görs.

Vissa punkter är dock gemensamma för alla typer av störningsförlopp. Bilaga 1 ger exempel på arbetssätt och riktlinjer för bedömning i samband med manuell återinkoppling.

#### 3.3.1 Påverkande faktorer och krav vid manuell återinkoppling av hela ledningen

För att utföra en manuell återinkoppling krävs både att en riskbedömning är utförd samt att information från driftsystemet är analyserad.

Generella punkter att tänka på:

- grävning och trädfällning av enstaka träd sker oftast under dagen
- trafikskador och skogsavverkning sker över hela dygnet
- återinkopplingar med friledningsnät kan vid torrt väder orsaka skogsbrand
- risk för dubbelt jordfel kan finnas (dvs. överledning mellan två faser via marken)
- förbud mot återinkoppling av ledningstypen kan finnas
- nya kabelnät kan ha yttre skador, som oftast inte märks vid idrifttagning men som dyker upp efter en tid

Kopplingsansvarig är alltid ansvarig för om en återinkoppling kan utföras efter genomförd analys och bedömning av:

- information från driftstödsystem och manuella noteringar
- pågående arbeten
- nätutformning och byggnadssätt
- vädersituation
- tidpunkt
- erfarenhet om aktuell ledning och tidigare störningar i området
- terrängens utseende, brandrisk mm
- kundinformation
- kundpåverkan

Se nedanstående rubriker för mer detaljer inom varje område.

### **Information från driftstödsystem och manuella noteringar**

- information från driftsystemen, indikeringar, händelselistor, reläskydd, indikatorer m.m. till exempel:
  - o har det löst för jordfel
  - o har det löst för överström
  - o finns förhöjd nollpunktsspänning
  - o finns information från felströmsindikatorer
  - o bedöm avvikelser och händelser i nätet innan störningen,
  - o hur är kopplingsläget på överliggande regionnät
  - o har ledningen löst och återinkopplat flera gånger under en kortare tidsrymd
  - o misstanke om oselektiva utlösningar
  - o indikerar skydden på utlösningar från steg 2 eller steg 3
  - o finns information från allmänheten, entreprenörer m fl
- säkra nätet (spänningsreglering, lindningskopplare, angränsande nät, överlast, pendlingar med mera).

### **Pågående arbeten**

- finns arbetsbevis utlämnade
- finns överlämnat kopplingsansvar
- pågår kända icke elektriska arbeten (t ex: skogsavverkning, gräsklippning, grävning mm utanför närområdet)

### **Nätutformning och byggnadssätt**

- maskat nät
- radiellt nät
- kabelnät
- friledningsnät
- blandnät
- belagd lina, hängkabel

### **Vädersituation**

- vind
- lindans
- saltstorm
- åska
- blötsnö

- islast
- solstorm
- kyla

### **Tidpunkt**

- årstid
- vardag eller helg
- tid på dygnet

### **Erfarenheter om aktuell ledning och tidigare störningar i området**

- belastning
- återkommande fel
- felbenägna ledningssträckor
- viktiga kunder
- grävning
- fåglar
- parallellgående

### **Typ av terräng, brandrisk mm**

- tätort
- åkermark
- delvis öppen terräng
- skogsmark
- fjällterräng
- torrt

### **Kundinformation**

- information från kundtjänst
- telefonsamtal

### **Kundpåverkan**

- inga kunder drabbade
- kunder drabbade
- omkopplingsmöjligheter
- ansluten kunds avbrottskänslighet

### **3.3.2 Stressfaktorer att hantera/förebygga i samband med utlöst ledning**

Utöver faktorer enligt 3.3.1 kan kopplingsansvarig medvetet eller undermedvetet påverkas av och behöva hantera stress från "yttre" faktorer t ex:

- avbrottsersättningar och andra kostnader
- kundfokus – nöjdhetssträvan, kort avbrottstid för kunden
- icke levererad energi (ILE) - incitamentsbonus
- många samtidiga larm vilket försvårar analys
- medias uppmärksamhet för störningen
- rapporteringskrav och uppföljning inom organisationen av fel, avbrottstid, handhavande och säkerhetsaspekter
- operatörernas erfarenhet

### **3.3.3 Utbildning för operatörer**

I företag som har stora driftcentraler med stora geografiska övervakningsområden eller komplexa nät kan det i vissa situationer innebära att operatörerna har sämre förutsättningar att bedöma ledningens geografiska dragning och lokala väderförhållanden än vad som gäller för mindre elnätsföretag. Operatörernas och vakthavande ingenjörers olika erfarenhet kan ha betydelse för hur man bedömer risker och utför åtgärder vid manuell återinkoppling av en ledning som fränkopplats p.g.a. fel. Ett mindre företag har oftast bättre lokalkännedom om ledningens geografiska dragning och kan därmed lättare bedöma orsak samt eventuella risker och konsekvenser i samband med manuell återinkoppling.

Arbetsgivaren bör se till att driftcentraloperatörer och andra funktioner i organisationen på olika sätt ges tillräcklig kompetens att hantera det nät man ansvarar för - skyddssystemets uppbyggnad, tolkning av reläskyddsinformation och gällande regelverk med mera för att kunna göra korrekta riskbedömningar. Detta kan exempelvis ske genom teoretisk utbildning, instruktioner och övningar samt erfarenhetsutbyte vid olika seminarier - med denna vägledning som stöd.

## 4 Sektionering och återinkoppling

### 4.1 Allmänt

Vid konstaterat kvarstående fel måste åtgärder vidtas för att lokalisera felet innan ytterligare återinkoppling. Exempel på åtgärder är besiktning i stationer, patrullering av ledningen eller sektionering av nätet.

Elsäkerhetsverkets rekommendationer till Vattenfall i brev daterat 1996-03-15, bland annat angående sektionering i samband med fel, betonade att sådan bör utföras så att man minimerar antalet återinkopplingar mot ett eventuellt kvarstående fel. Detta innebär vanligen att de olika sektionerna inkopplas från matningspunkten och utåt. Detta råd fanns också i ELSÄK-FS 1999:5 C52.

För att minska avbrottstiden och konsekvenserna av att ett fel inträffat kan det i vissa fall vara möjligt att utifrån lokala förhållanden och en genomförd analys göra annan bedömning för sektionering.

### 4.2 Rutiner för maskat drivna nät

1. besiktiga aktuella stationer
2. patrullera ledningar
3. ta åi ur drift
4. sektionera nätet
5. manuell återinkoppling (efter riskbedömning)

### 4.3 Rutiner för radiellt drivna nät

1. ta åi ur drift
2. sektionera nätet
3. manuell återinkoppling (efter riskbedömning)
4. besiktiga aktuella stationer
5. patrullera felaktig ledningssektion

### 4.4 Sektionering

Sektionering bör utföras så att antalet återinkopplingar mot ett fel minimeras. Detta innebär normalt att sektionerna tillkopplas från matningspunkten och utåt, delar sig nätet provas en gren i taget.

Sektionering kan även ske ute i nätet, med fördel i en station som har tre eller fler fack.

Vid friledningsnät måste återinkopplingsautomatiker och eventuella självsektionerande frånskiljare tas ur drift. Vet man av erfarenhet att vissa är sträckor felbenägna, kan sektionering påbörjas där.

Vid blandnät ska sektionering utföras så att kabel- respektive friledningssektionerna separeras, för att enklare kunna lokalisera felet.

## 5 Slutsatser och rekommendationer

### 5.1 Automatisk återinkoppling

Utifrån bedömningen att de flesta fel i friledningsnät är snabbt övergående kan det anses motiverat att använda automatisk återinkoppling efter fel. Denna bör kunna användas som tidigare, dvs. för anläggning där utförande följer god elsäkerhetsteknisk praxis och där vissa ledningstyper undantas på grund av typ eller förläggning. Varje anläggningsinnehavare och eldriftsansvarig bedömer sina anläggningars förutsättningar och möjligheter.

På så sätt bibehålls en hög leveranssäkerhet samtidigt som man har en betryggande säkerhet mot person- eller sakskada på grund av el. Se även ELSÄK-FS 2008:3 § 2 och starkströmsförordningen (2009:22) med 4-5 §§.

Arbetsgruppen rekommenderar branschen en fortsatt användning av automatisk återinkoppling med anpassade inställningar för olika typer av ledningsnät.

Vid ett flertal återkopplingar av samma ledning inom ca en timme rekommenderas att återkopplingsautomatikerna ställs av och att felsökning inleds.

Upprepade återkopplingar på samma ledning med en frekvens på t ex mer än 2 gånger/dag eller mer än 3 gånger/vecka eller 5 gånger/månad bör motivera kopplingsansvarig att göra en åtgärd alternativt lämna uppgifter till annan funktion för utredande åtgärder. Respektive företag väljer frekvens utifrån erfarenheter och policy.

Exempel på några av branschföretagens olika praxis för automatisk återinkoppling finns redovisade i bilaga 2 – att använda som stöd inom branschen.

Störningskänsligheten i olika anläggningar kan motivera följande generella återkopplingstider:

- radiellt drivna nät: min 30 sek
- maskat drivna nät: max 5 sek

### 5.2 Manuella återkopplingar

För manuell återkoppling kan en tillräckligt god säkerhet uppnås genom att ingen manuell återkoppling får ske utan att riskbedömning (analys och värdering) samt att åtgärder utförs enligt företagslokalt fastställda rutiner och checklistor, se exempel i bilaga 1. Vid framtagande av sådana rutiner och checklistor tas hänsyn till nätutformning, anslutna kunder, behov av flygbesiktning mm - se även punkt 3.3.1 samt bilaga 1.

Sektionering bör utföras så att man minimerar antalet återkopplingar mot ett eventuellt kvarstående fel.

Tidspress får inte påverka bedömningen och riskbedömningen måste få ta den tid den kräver, vilket också är syftet med förändringen i Elsäkerhetsverkets starkströmsföreskrifter.

Man bör eftersträva att alla manuella kopplingar utförs på ett likartat, väl inarbetat arbetssätt med fastställda rutiner oberoende av normal eller störd drift.

DC-operatörer och andra funktioner ges tillräcklig kompetens att hantera det nät man ansvarar för, exempelvis genom företagsanpassad utbildning som genomförs med regelbundna intervaller.

I ett långsiktigt perspektiv bör olika automatiska stödsystem utvecklas för att förbättra möjligheterna till att lokalisera fel och analysera felorsaker.

## 6 Referenser

Starkströmsförordningen 2009:22

Elsäkerhetsverket; Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2008:1-3

Elsäkerhetsverket; ” Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 1999:5

Svensk Energi - Swedenergy – AB, 2000; Återkopplingstider för distributionsnät;

SEK Handbok 417, 2002 – Ordlista, Anläggningar för överföring och distribution av el

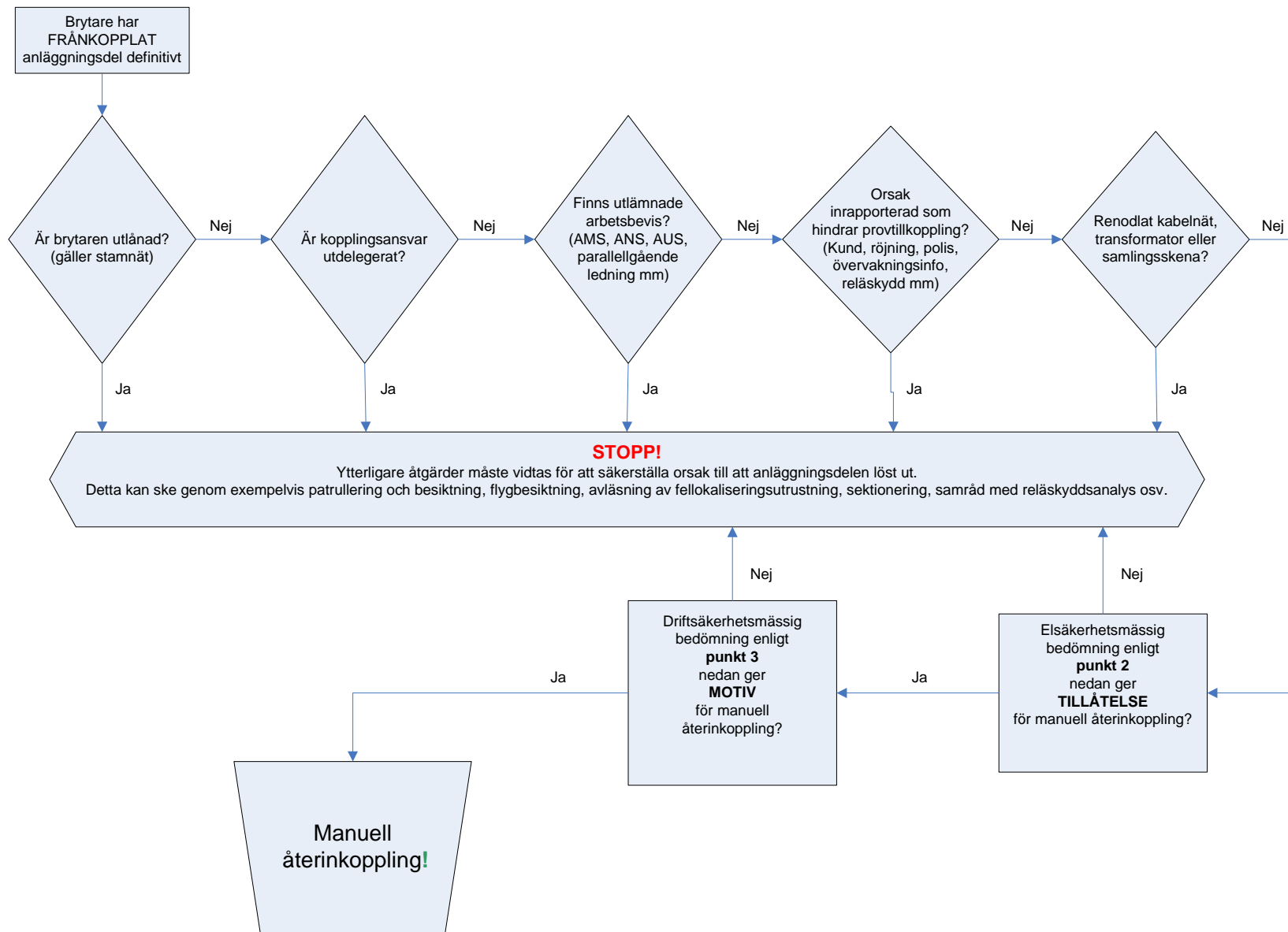
Brev från Elsäkerhetsverket till Vattenfall Regionnät, daterat 1996-03-15



# Bilaga 1

## Arbetsätt och riktlinjer för riskbedömning vid utlöst ledning

### 1. Flödesschema för riskbedömning vid återinkoppling av hela nätet (exempel)



## 2. Elsäkerhetsmässig riskbedömning

Faktorer som påverkar riskbedömningen	Återinkoppling medför				Ev. notering
	liten risk			stor risk	
information från driftsystem					
reläskyddsutlösning på steg 2 eller 3					
åi-automatiken arbetat					
luftledning (friledning, belagd, hängkabel)					
jordkabel (inkl sjökabel) - efter utförd sektionering					
blandat nät					
åkermark					
skogsterräng					
fjällterräng					
åska					
vind/kyla/blötsnö					
Is-last/lindans/snö- och is-släpp					
solstorm					
saltstorm					
tidpunkt, vardag/helg, dag/natt					
risk för överbelastning					
återkommande felbortkopplingar					
felbenägna ledningssträckor					
känd skogsavverkning					
markarbete/sprängning					
kända fågelstråk					
tätbefolkade områden,					
korsande vägar o farleder					
trolig oselektiv utlösning					

**Vid riskbedömning av faktorerna bestäms om risknivån ligger på gröna sidan i tabellen eller mer mot den röda - markera med kryss i tabellen. Om den gröna sidan bedöms överväga så kan detta ge tillåtelse för återinkoppling.**

### 3. Driftsäkerhetsmässig riskbedömning

Faktorer som påverkar riskbedömningen	Motiv för att återinkoppla				Ev. notering
	högt			lågt	
samhällspåverkan					
kundpåverkan och Icke Levererad Energi (ILE)					
nätinstabilitet					
nätvärnsingrepp med stort bortfall av nät					
nätstruktur					
sektionering					

Vid riskbedömning av faktorerna bestäms om motiven ligger på gröna sidan i tabellen eller mer mot den röda – markera med kryss i tabellen. Om den gröna sidan bedöms överväga så kan detta ge ett högt motiv för återinkoppling.

## Bilaga 2

### Automatisk återinkoppling exempel från branschen

Företag	Nivå (lokal-, region-, stamnät)	Radiellt eller maskat nät?	Spännings- nivå	Typ (kabel, fri, blandat)	Såi-tider (0,4 - 5 s)	Fåi- tider (> 5 s)	Speciellt – (Konsumtion, Produktion, Påstick mm)	Anmärkningar	
<b>Vattenfall Eldistribution AB</b>	Lokalnät	Radiellt matande nät	6 -24 kV	Luftledningsnät och blandnät	-	30-50 s	-		
	Regionnät	Radiellt matande nät	24 -70 kV	Luftledningsnät	-	30-50 s	-		
	Regionnät	Maskat matande nät	70 -130 kV	Luftledningsnät	0,4 s, vid reläskydds- samverkan.  1,0 s, utan reläskydds- samverkan	-  DUBA 30 –90 s	-		

Företag	Nivå (lokal-, region-, stamnät)	Radiellt eller maskat nät?	Spänningsnivå	Typ (kabel, fri, blandat)	Såi-tider (0,4 - 5 s)	Fåi-tider (> 5 s)	Speciellt – (Konsumtion, Produktion, Påstick mm)	Anmärkningar	
<b>Fortum Distribution</b>	Lokalnät "övr.landets"	Radiellt eller maskat behandlas lika.	10-20kV	Där luftledn. ingår	3,0	30	Ingen SÅI vid produktion		
	Lokalnät "Stockholm"				Tillämpas ej				
	Regionnät "övr.landets"		30-70kV	Där luftledn. ingår	3,0	30	Ingen SÅI vid produktion		
	Regionnät "Stockholm"		30kV		Tillämpas ej				
	Regionnät "Stockholm"		110kV		Tillämpas ej				
	Regionnät "övr.landets"		130kV	Där luftledn. ingår	1,0	-			
	Regionnät "Stockholm"		220kV	Där luftledn. ingår	0,7	-			

<b>Företag</b>	<b>Nivå (lokal-, region-, stamnät)</b>	<b>Radiellt eller maskat nät?</b>	<b>Spännings- nivå</b>	<b>Typ (kabel, fri, blandat)</b>	<b>Såi- tider (0,4 - 5 s)</b>	<b>Fåi- tider (&gt; 5 s)</b>		<b>Anmärkningar</b>	
<b>Jämtkraft AB</b>	Lokal	Radiellt	10-20	Kabel	Avställd	Avställd			
	Lokal	Radiellt	10-20	Blandat	0,6 s	Avställd			
	Lokal	Radiellt	10-20	Fri	0,6 s	30 s			
	Region	Radiellt	40	Kabel	Avställd	Avställd			
	Region	Radiellt	40	Blandat	Avställd	10 s			
	Region	Radiellt	40	Fri	Avställd	10 s			
	Region	Maskat	130	Fri	1,0 s	Avställd			
	Region	Radiellt	130	Fri	Avställd	Avställd			
	Region	Radiellt	130	Kabel	Avställd	Avställd			

Företag	Nivå (lokal-, region- stamnät)	Radiellt eller maskat nät?	Spänningsnivå	Typ (kabel, fri, blandat)	Såi- tider (0,4 - 5 s)	Fåi- tider (> 5 s)	Speciellt – (Konsumtion, Produktion, Påstick mm)	Anmärkningar		
E.ON Elnät	lokalnät	radiellt	10-20 kV	kabel	-	-				
	lokalnät	radiellt	10-20 kV	blandat	-	30 s				
	lokalnät	radiellt	10-20 kV	friledning	-	30 s				
	regionnät	radiellt	30-50 kV	kabel	-	-				
	regionnät	radiellt	30-50 kV	friledning	-	30 s				
	regionnät	radiellt	130 kV	kabel	-	-				
	regionnät	radiellt	130 kV	friledning	1-2 s	-	*			
	regionnät	maskat	130 kV	friledning	1-2 s	-	*			
	regionnät	maskat	130 kV	friledning	6-8 s	-	* Vid produktion			
		<i>Lokalnät/syd</i>	<i>radiellt</i>	<i>10-20 kV</i>	<i>friledning</i>	<i>1,5 s</i>	<i>90 s</i>	<i>Ett område</i>		
		<i>Lokalnät/mitt</i>	<i>radiellt</i>	<i>10-20 kV</i>	<i>blandat/friledning</i>	<i>0,3-0,5 s</i>	<i>60 s</i>	<i>Gnistgap</i>		
		<i>Lokalnät/nord</i>	<i>radiellt</i>	<i>10-20 kV</i>	<i>friledning</i>	<i>0,5 s</i>	<i>60 s</i>			
		<i>Regionnät/syd</i>	<i>radiellt</i>	<i>45 kV</i>	<i>friledning</i>	<i>0,3-0,5 s</i>	<i>30-90 s</i>	<i>Ett område</i>		
		<i>Regionnät/mitt</i>	<i>radiellt</i>	<i>30-40 kV</i>	<i>friledning</i>	-	-			
		<i>Regionnät/nord</i>	<i>radiellt</i>	<i>40 kV</i>	<i>friledning</i>	<i>1,5 s</i>	-	<i>DUBA efter 60 s</i>		
		<i>Regionnät/mitt</i>	<i>radiellt/maskat</i>	<i>130 kV</i>	<i>friledning</i>	-	-			
		<i>Regionnät/nord</i>	<i>maskat</i>	<i>130 kV</i>	<i>friledning</i>	<i>1-2 s</i>	-	<i>DUBA efter 60 s</i>		
							* normalt har jordfelskyddet endast åi för steg 1			

**Fet text** visar åi-inställningar som gäller inom E.ON, om inte speciella orsaker finns  
**Kursivstil** visar åi-tider för område som är på väg att anpassas eller kommer att anpassas framöver  
**Syd** = gamla område Sydkraft AB, Smålands Kraft  
**Mitt** = gamla område Örebro, Norrköping och Grånige syd  
**Nord** = gamla område Båkab och Grånige nord

Företag	Nivå (lokal-, region-, stamnät)	Radiellt eller maskat nät?	Spänningsnivå	Typ (kabel, fri, blandat)	Såi-tider (0,4 - 5 s)	Fåi-tider (> 5 s)	Speciellt – (Konsumtion, Produktion, Påstick mm)	Anmärkningar	
Svenska Kraftnät									
	Stamnät	Maskat	220-400 kV	Luftledningsnät	0,7 s, reläskyddskommunikation	DUBA 90 s  FÅI 90 s	Syncro-check och spänningskontroll vid kärnkraftsproduktion	Öppethållningstider mellan 0,8 – 1,2 s är olämpliga pga. att de ger stora pendlingar på generatorer nära felstället  DUBA har gjort flera återkopplingar mot bestående fel och ersätts av FÅI	