

Oversikt over metodikk i Liisa Pottonens avhandling

GKj februar/mars/april 2005

basert på pre-exam versjon januar 2005 og
ferdig avhandling april 2005

Universitetet i Helsinki – doktorarbeid Liisa Pottonen 2005

- Tittel: A method for the probabilistic security analysis of transmission grids
- Veileder: Matti Lehtonen
- Målsetting:
 - Utvikle en probabilistisk metode for å estimere driftssikkerheten i overføringsnettet inklusive transformator-stasjonen
 - Sammenlikne ulike samleskinnekonfigurasjoner og betydningen av ulike komponenter i stasjonen for påliteligheten
 - Løse dette problemet vha eksisterende programvare heller enn å utvikle et eget for dette
 - I tillegg: Få et estimat av påliteligheten i det finske 400 kV nettet
- Avhandling kan lastes ned på: <http://lib.tkk.fi/Diss/list.html>

Innhold i Liisa Pottonens arbeid

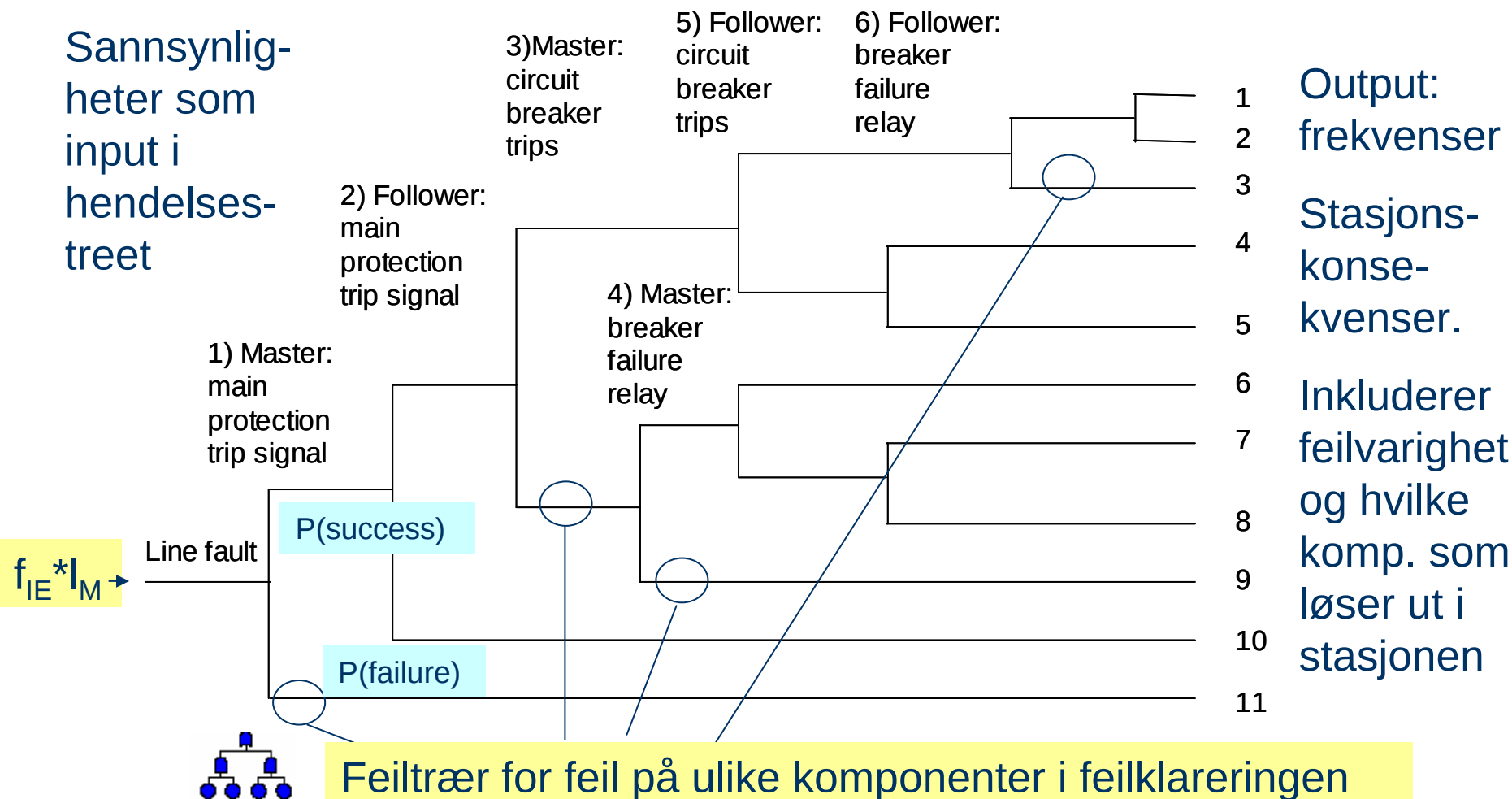
- Pålitelighetsmodell:
 - Hendelsestrær for feilklareringsforløpet, med initierende hendelse ledningsfeil
 - Input fra feiltrær som beskriver stasjonskomponentenes betydning for de ulike komponentene i feilklareringsforløpet
 - FMEA for de ulike stasjonskomponentene. Gir feilfrekvens og reparasjonstid som input til feiltrærne
- Driftssikkerhetsanalyse: Konsekvenssimuleringer i PSS/E
 - Kraftsystemtilstander klassifiseres etter alvorlighetsgrad
 - Sannsynlighet for disse beregnes
- Beregner ulike 'viktighetsmål' som sier noe om betydningen av de ulike komponentene i stasjonene
- Case: 400 kV-nettet til Fingrid for en lastflytsituasjon (import)

Liisa Pottonens modell - utgangspkt

- Probabilistic safety assessment (PSA),
 - Starter med en initierende hendelse
 - Konsekvenser analyseres med hendelsestrær (event trees) og feiltrær (fault trees)
- Initierende hendelse i L.P.s modell: Ledningsfeil

L. Pottonen sin modell

Sannsynligheter som input i hendelses-treet



L. Pottonen sin modell: 3 ledningsseksjoner og ulike ssk-konfig i hver ende

Master

Follower

Substation 1

Substation 2

20 %

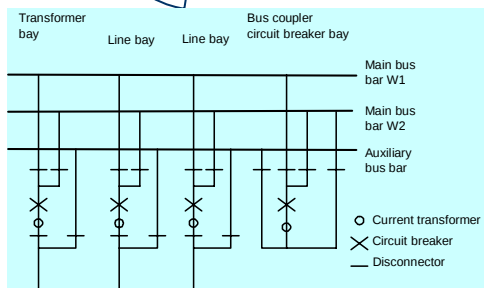
60 %

20 %

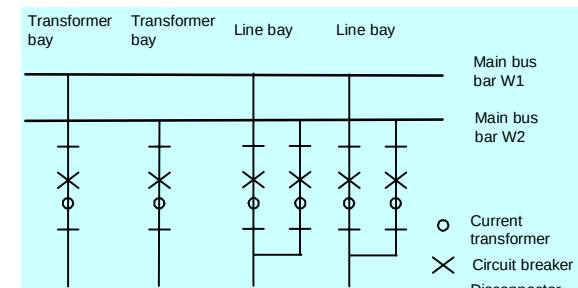
Substation 2:
pott (putt) trip,
substation 1:
zone 1 trip

Substations 1 and 2: zone 1 trip

Substation 1:
pott (putt) trip,
substation 2:
zone 1 trip



Ulike ssk-konfig. I de forskjellige stasjonene

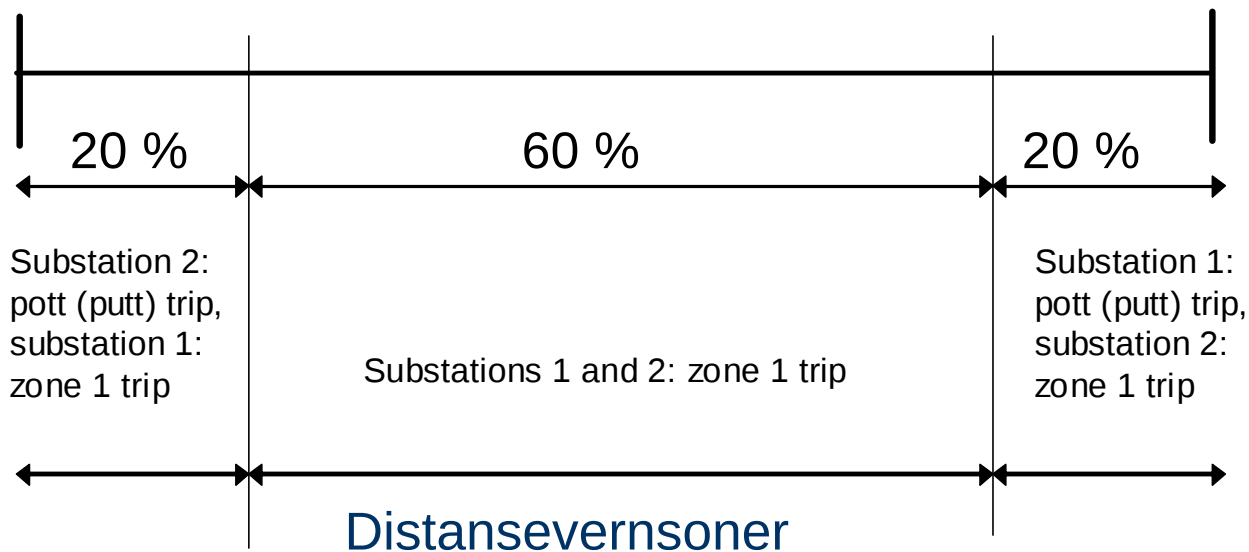


Event trees

- Hendelsestrær avh. av konfigur i trafostasjon og feilsted:
- Ledningsseksjon deles i tre seksjoner, dvs 3 vernplaner
- 3 vernplaner pr linje x 4 ulike linjer avh av ant eff br (ssk konfigur) = 12 ulike hendelsestrær

Substation 1

Substation 2

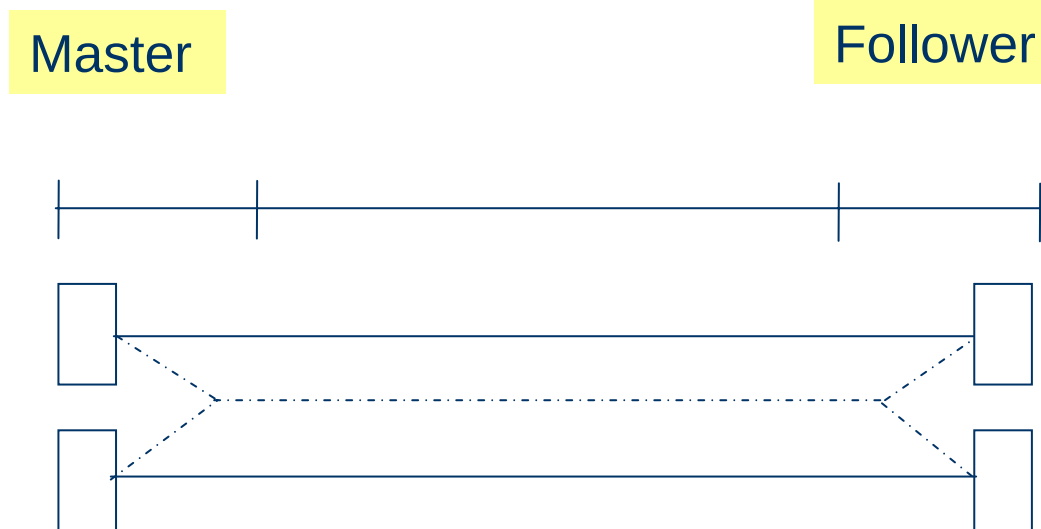


Ser til og med ssk i hver stasjon

Event trees – barriers (elementer i hendelsestreet)

- Vern
- Effektbrytere
- Bryterfeilvern
- Hurtig automatisk gjeninnkopling

Dublerte ledningsvern



Dublerte vern: 2 distanse, evt distanse og differensial

Kommunikasjon: Dublert eller felles

Feiltre - eksempel

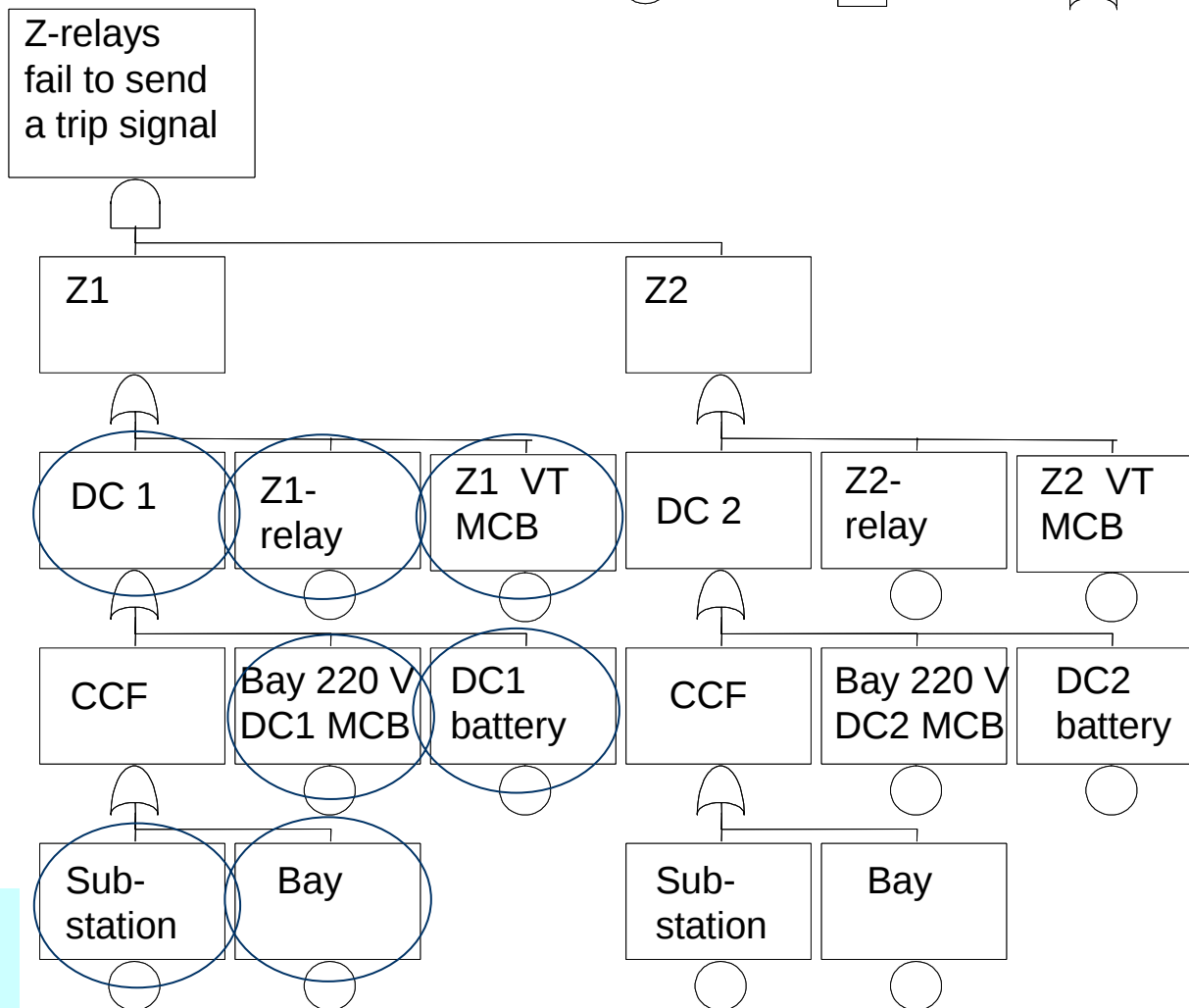
A basic event



An AND-gate



An OR-gate



Unavail-
abilities for
basic events
as input

FMEA for basic
events

Feiltrær – for ulike typer feil

- Hovedvern får ikke sendt trip signal til effektbryters utløsespole
- Effektbryter løser ikke ut etter å ha mottatt trip signal
- Bryterfeilvern feiler. Feiltreet inneholder både disse og tilhørende effektbrytere. Skjer hvis en eller flere effektbrytere forblir lukket
- Hurtig gjeninnkopling feiler. Feiltreet inneholder releer og effektbrytere

Komponenter i feiltrær og FMEA

■ Vern

- Elektromekaniske, elektroniske og numeriske distansevern. Numeriske differensialvern
- Spenningstransformator, automatsikringer (strømtransformator ikke modellert)
- Kommunikasjonskanal (optiske fibre, radio, bærefrekv (PLC)) og testsvitsj)

■ Effektbrytere

- Tripfunksjon for trykkluftbrytere, oljefattige brytere og SF6, utløsespoler, gjeninnkoplingsfunksjon for trykkluftbrytere, oljefattige brytere og SF6

■ Bryterfeilvern (elektroniske)

■ Hurtig automatisk gjeninnkopling

- Elektromekaniske, elektroniske, numeriske og synkronismesjekk
- Komponenter som sender alarm (spenningsmåling) og komponenter som testes



■ Common cause failures:

- Substation and bay

■ Delkomponenter som kan være felles for flere komponenter:

- 220 V DC, automatsikringer, 48 V DC strømforsyning for telekom, pneumatikksystem for trykkluft effektbrytere

Eksempel på FMEA

220 V DC voltage supply

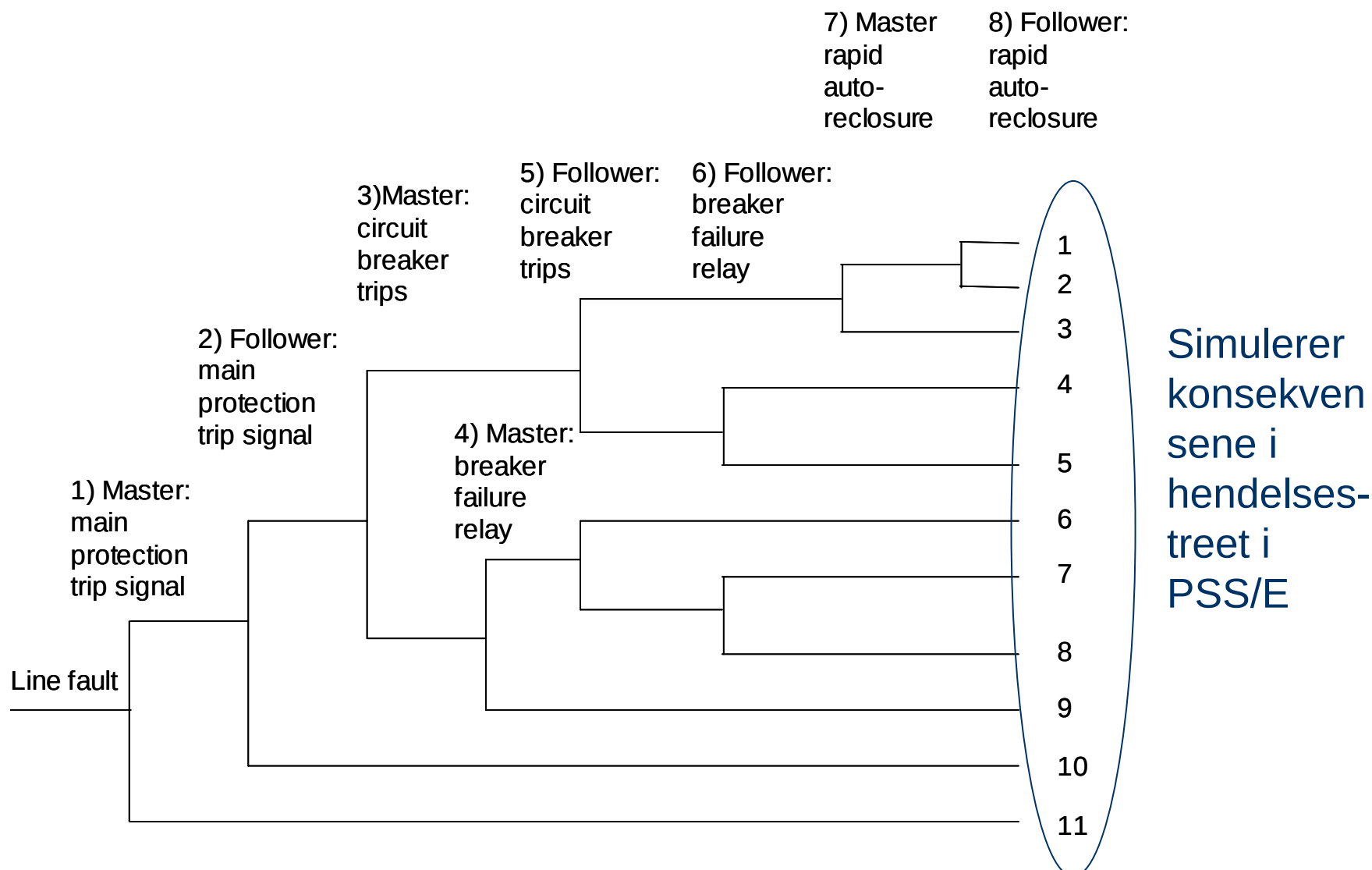
IDENTIFICATION: ID DC1 220 V 1 or ID DC2 220 V 1, where ID is the identification of the substation. ID DC1 220 V 1 is used for distance relay 1, breaker failure relay, circuit breaker trip coil 1, circuit breaker closing coil and rapid automatic reclosing relays. ID DC2 220 V 1 is used for distance relay 2, differential relay, and circuit breaker trip coil 2.

Item	Function	Cause of failure	Failure mode	Effects of failure	Detection of failure	λ (1/year) MTTR (year)
Substation 220 V DC voltage batteries. This includes the batteries, miniature circuit breakers and direct current conductors.	Direct voltage that feeds the relays, and circuit breaker trip coils and tele-communication 48 V DC supply.	Manufacturing, installation failure or ageing	DC short circuit	Relays do not function, circuit breaker trip coil does not receive a trip command	An alarm of a DC fuse or an alarm of the low voltage of the battery. Monitored component.	$\lambda = 6.4\text{E-}04$ MTTR = 9.0E-04

Basert på Bayes teorem og statistikk 1993 – 2002.

Gir feilfrekvens og reparasjonstid

Konsekvensanalyse - driftssikkerhet



Konsekvensanalyse - driftssikkerhet

- Simuleringer i PSS/E
- En lastflytsituasjon (januar, importsituasjon)
- Antall simuleringer nødvendig: ca1400 (39 linjer med 25 - 55 stasjonskonsekvenser pr linje)
- Hvert case er simulert fra start i 20 sek for å sjekke stabilitet. Simulert med 3-fase feil og feilimpedans lik 0
- Simulerer alle konsekvenser i hendelsestrærne der tilstanden ikke kan konkluderes umiddelbart.
- Kraftsystemtilstander grupperes i: Secure, alert, emergency and system breakdown (+partial system breakdown). Regler for klassifisering basert på stabilitet, spenningsproblemer og overlast
- Gjør forutsetninger om remote back-up

Flytskjema – prosess – pr ledning

