

NEK Elsikkerhetskonferansen 2011

Identifikasjon av kritiske funksjoner og sårbarheter i kraftnettet

Hva er kritisk for forsyningsikkerheten?

Hva kan utløse store hendelser?

Gerd Kjølle, Seniorforsker/Professor II, SINTEF Energi/NTNU

Oversikt

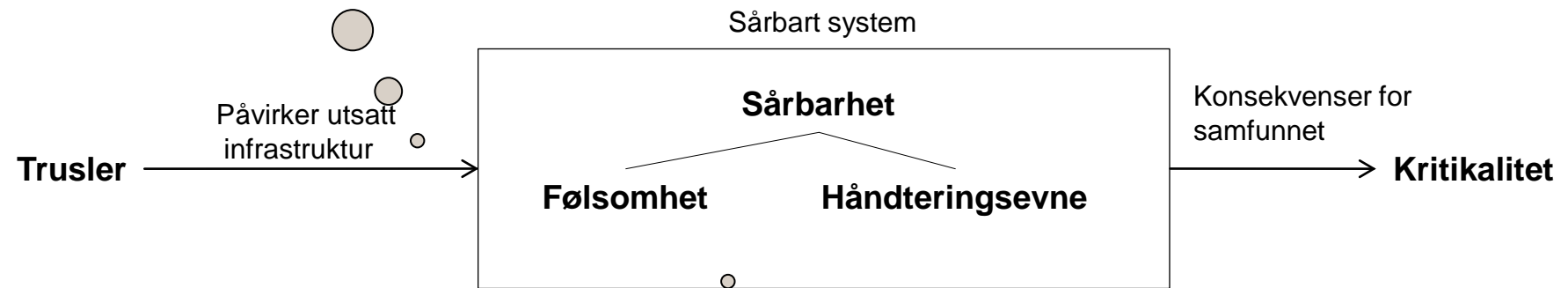
- Sårbarhet
 - hvordan definere og analysere sårbarheter
- Kritiske anleggsdeler og funksjoner
 - identifikasjon av hva som er kritisk for forsynings sikkerheten og har potensialer til å medføre store hendelser
- Overvåking av risiko og sårbarhet vha indikatorer
 - eksempler på indikatorer som er egnet til å måle og overvåke sårbarhet



Prosjekt Vulnerability and security in a changing power system, Nfr/SINTEF Energi, 2009 - 2012

Klima-
påkjenninger

Risiko og sårbarhet



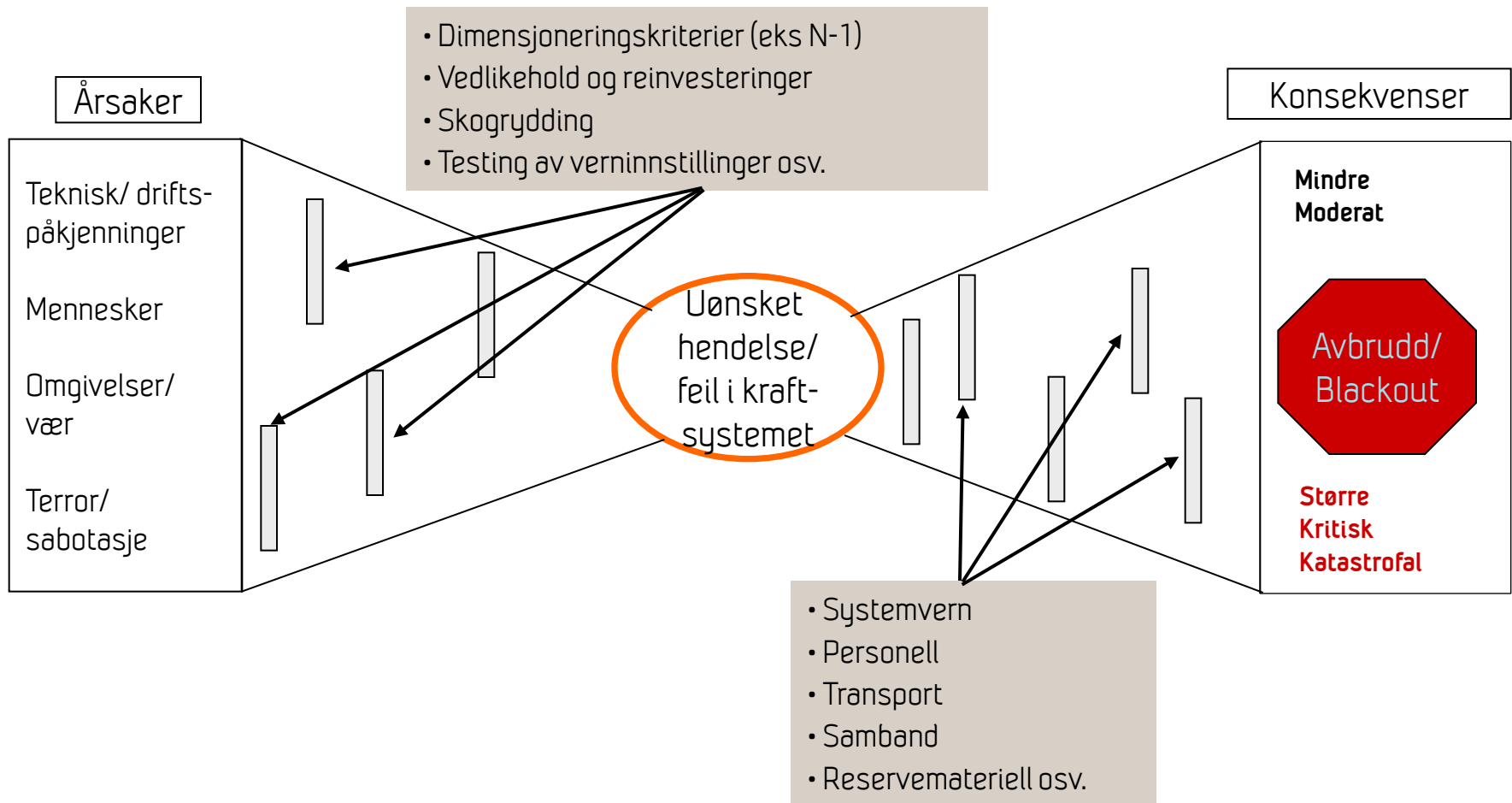
*"Sårbarhet er et uttrykk for de problemer et system vil få med å **fungere** når det utsettes for en **uønsket hendelse**, samt de problemer systemet får med å gjenoppta sin virksomhet etter at hendelsen har inntruffet."*

(Sårbarhetsutvalget, 2000)

Sårbarhet er en intern egenskap til selve systemet

"Liten tue velter stort lass"

Sårbarhet kan knyttes til barrierer mot uønskede hendelser



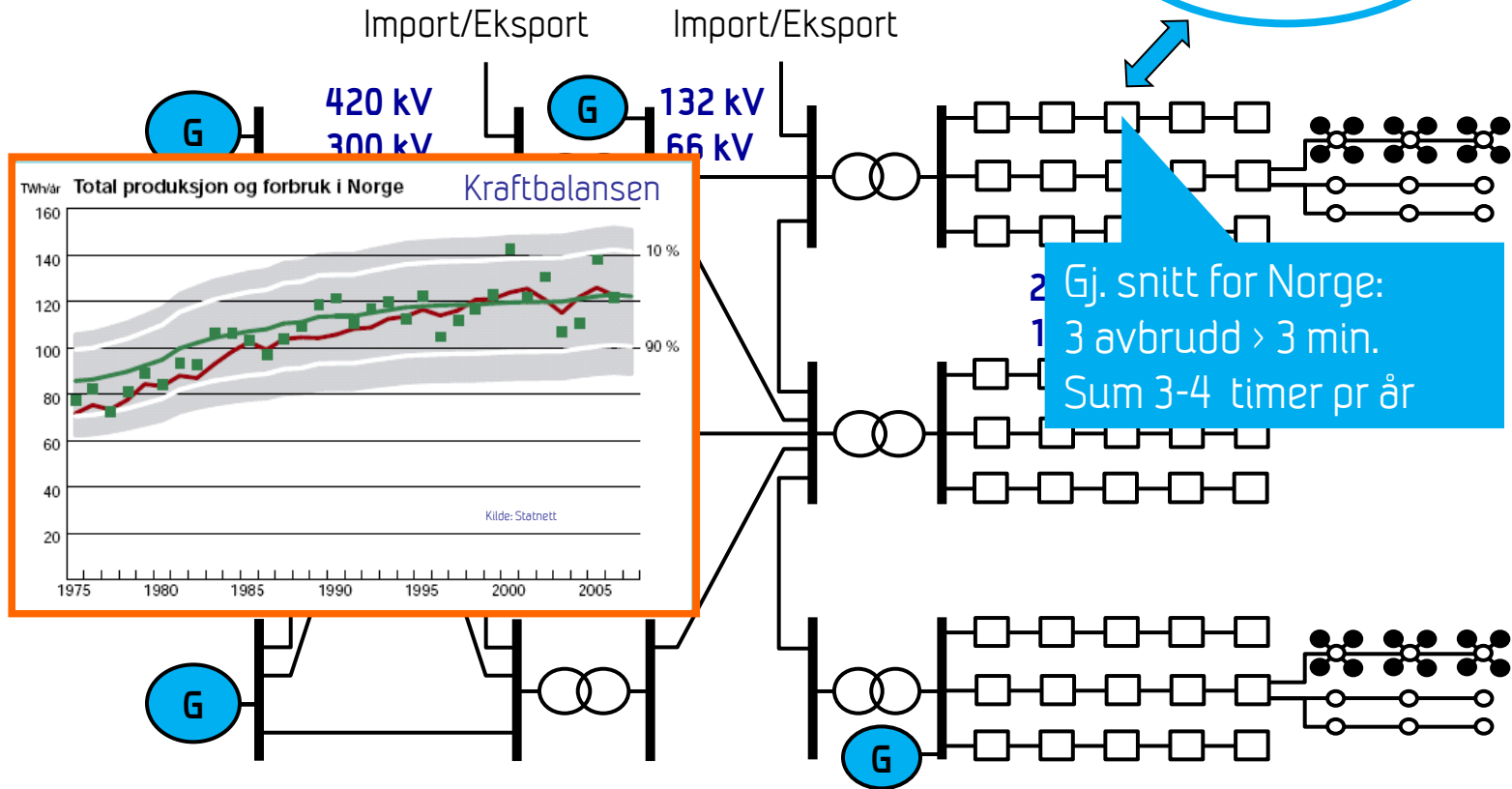
Hva mener vi med forsyningssikkerhet ?

Energisikkerhet

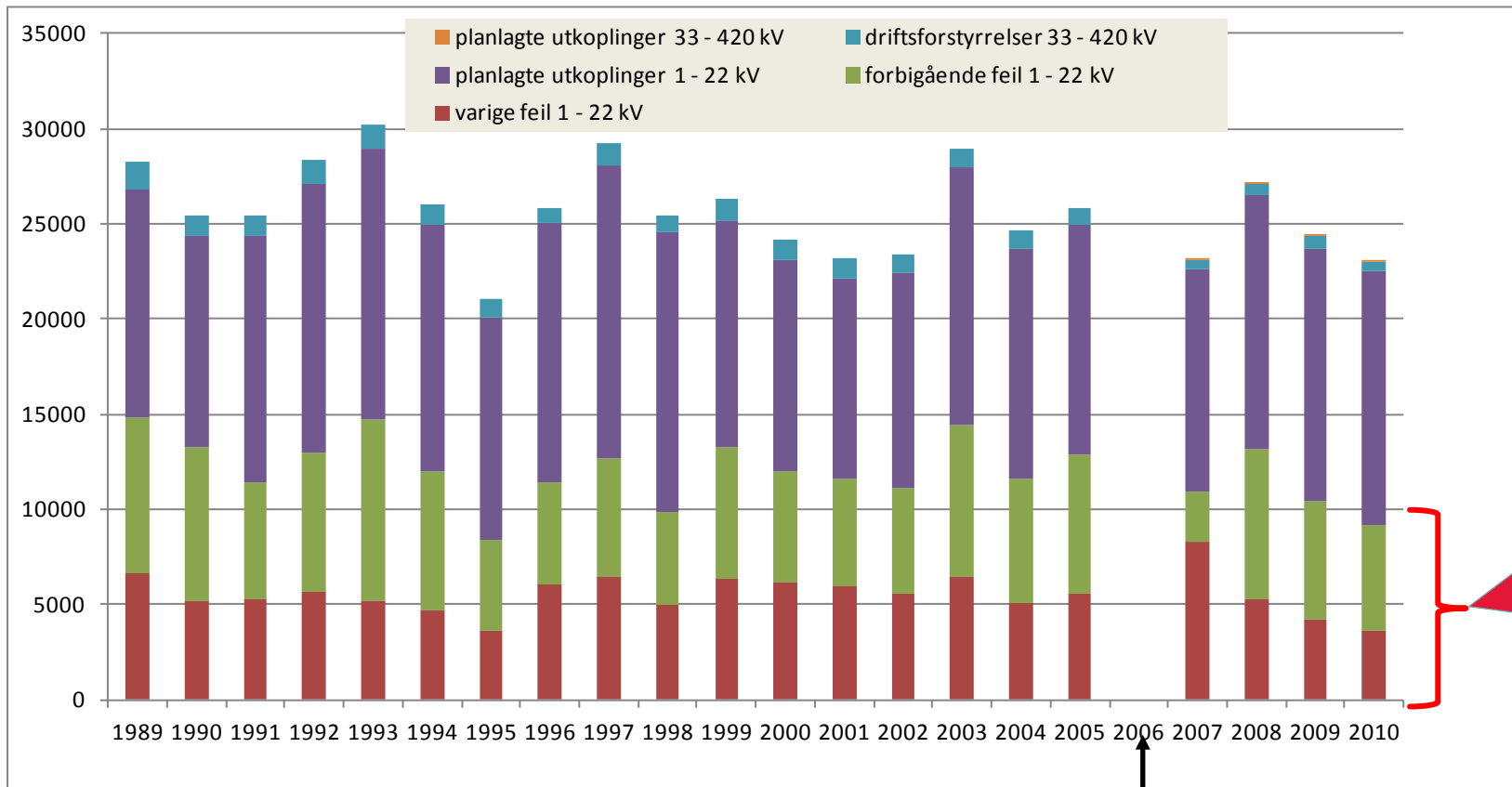
produksjon

Kapasitet

Pålitelighet



ca 25000 feil og planlagte utkoplinger hvert år i kraftsystemet (1 - 420 kV)

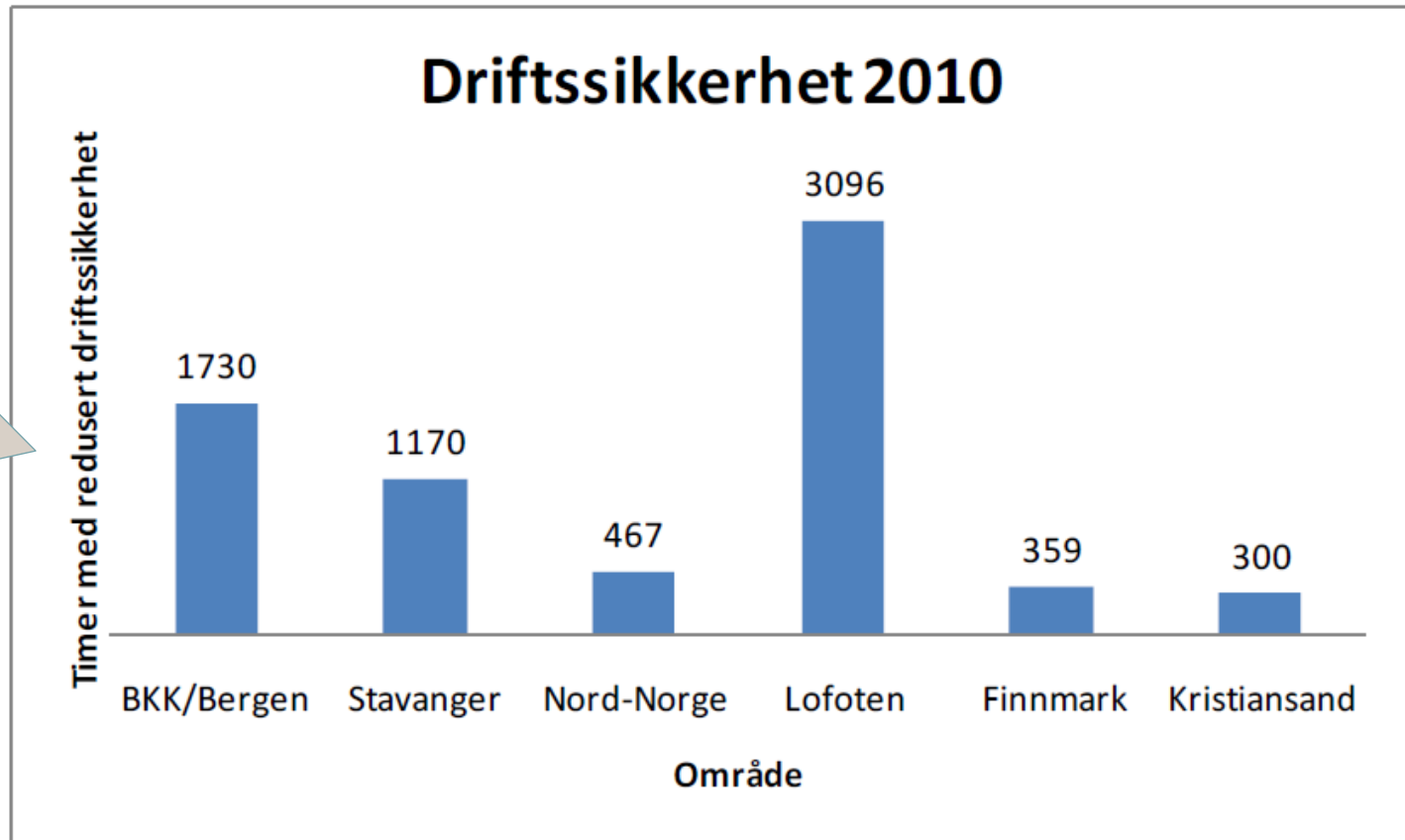


Ca 50% av disse skyldes været

Mangler detaljerte data for 2006 og noe for 2007

> 95 % i distribusjonsnettet, nesten 50 % av hendelsene skyldes feil

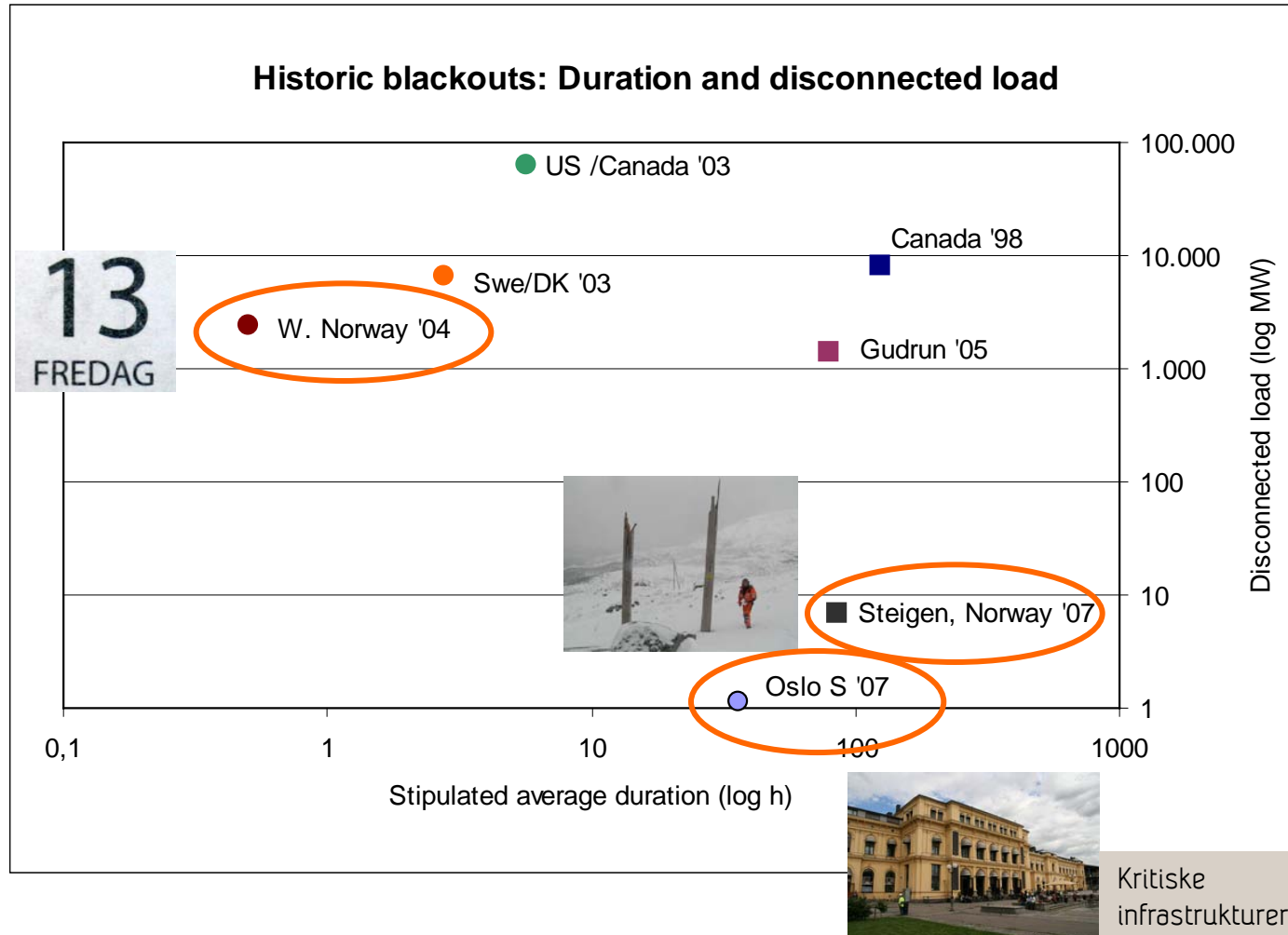
Driftssikkerheten er svekket i noen områder i sentralnettet (2010)



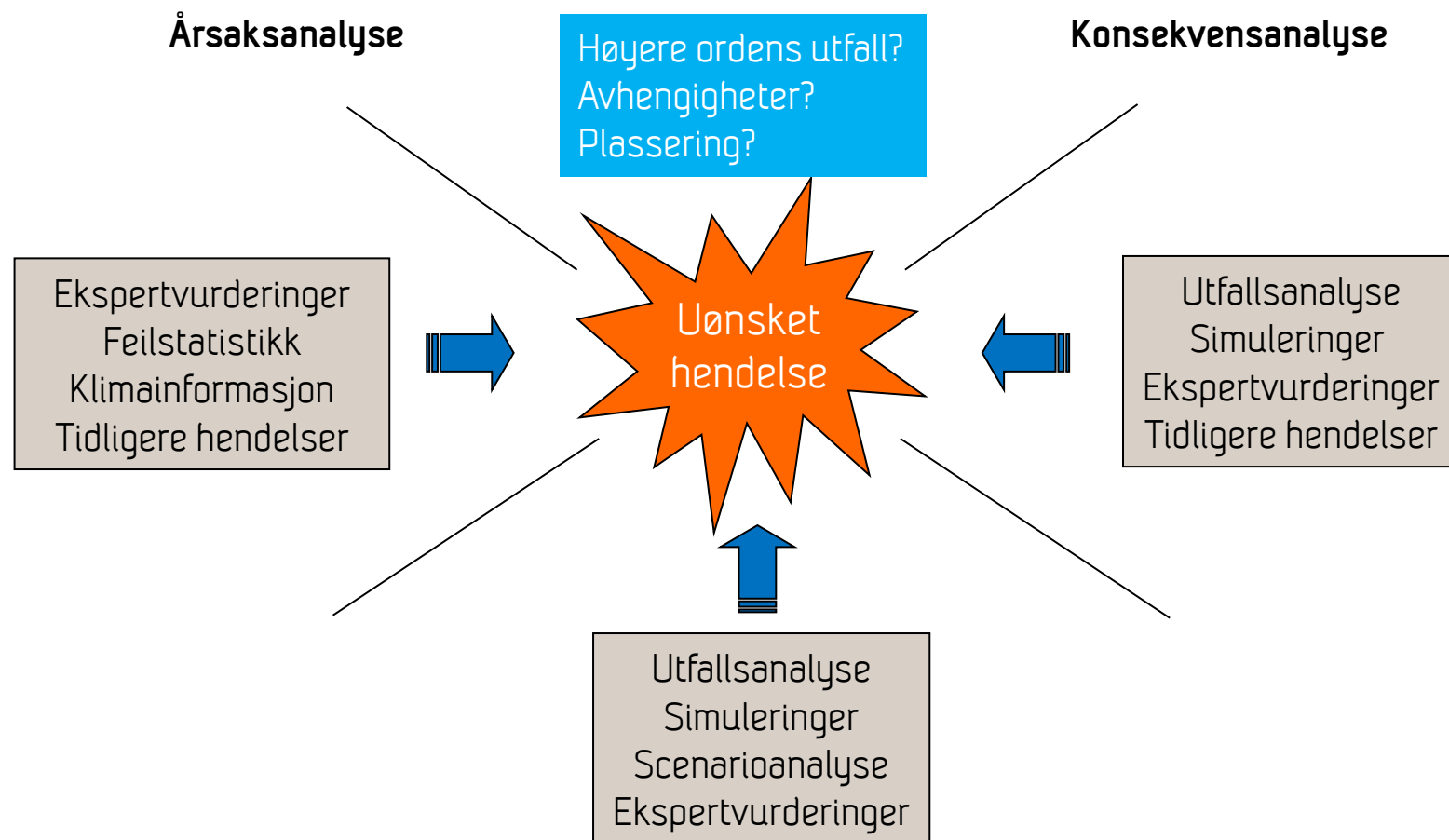
Timer der N-1 kriteriet ikke er oppfylt

Kilde: Statnett

Ekstraordinære hendelser skjer av og til

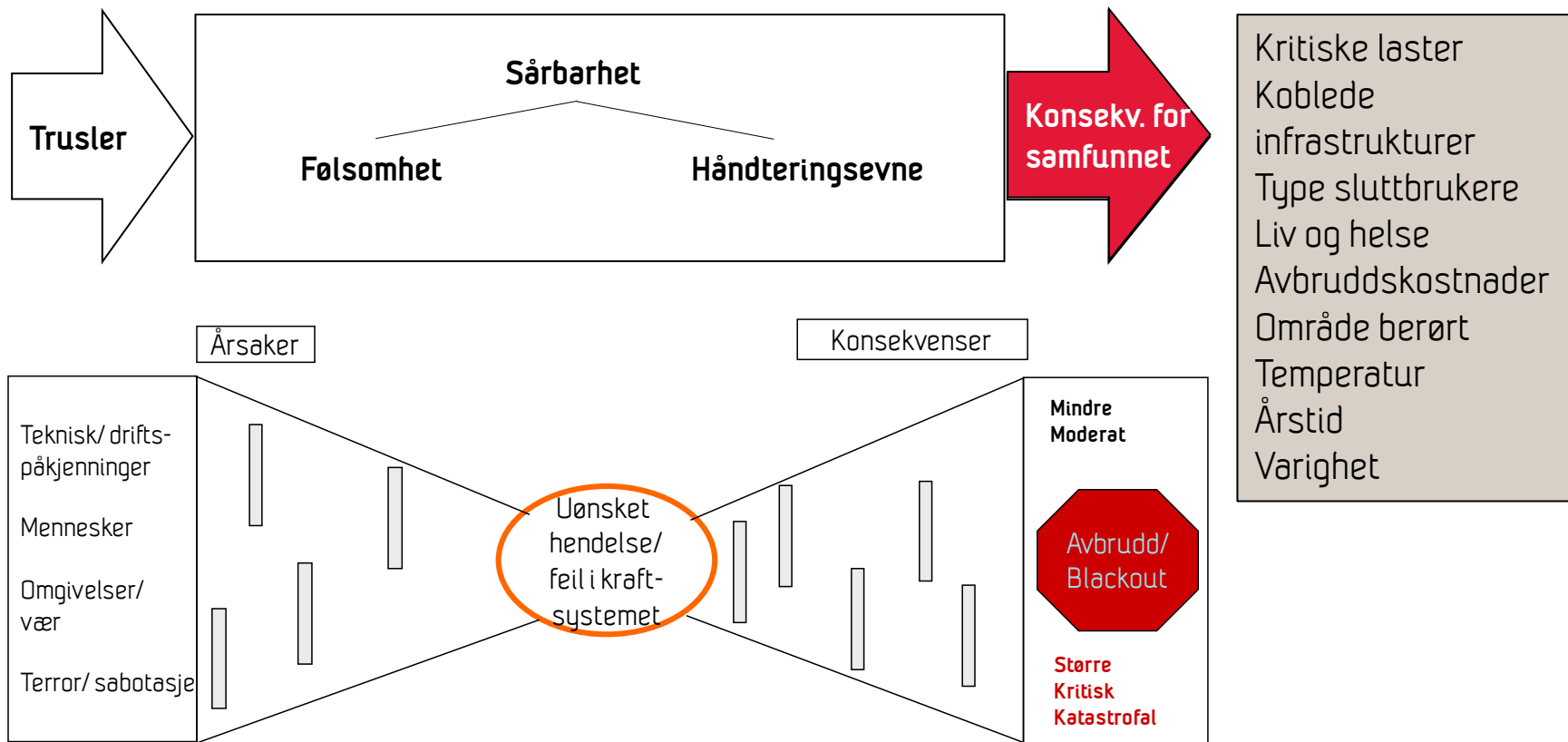


Analyse: Hva er kritisk for forsyningsikkerheten? Hva kan utløse store hendelser?



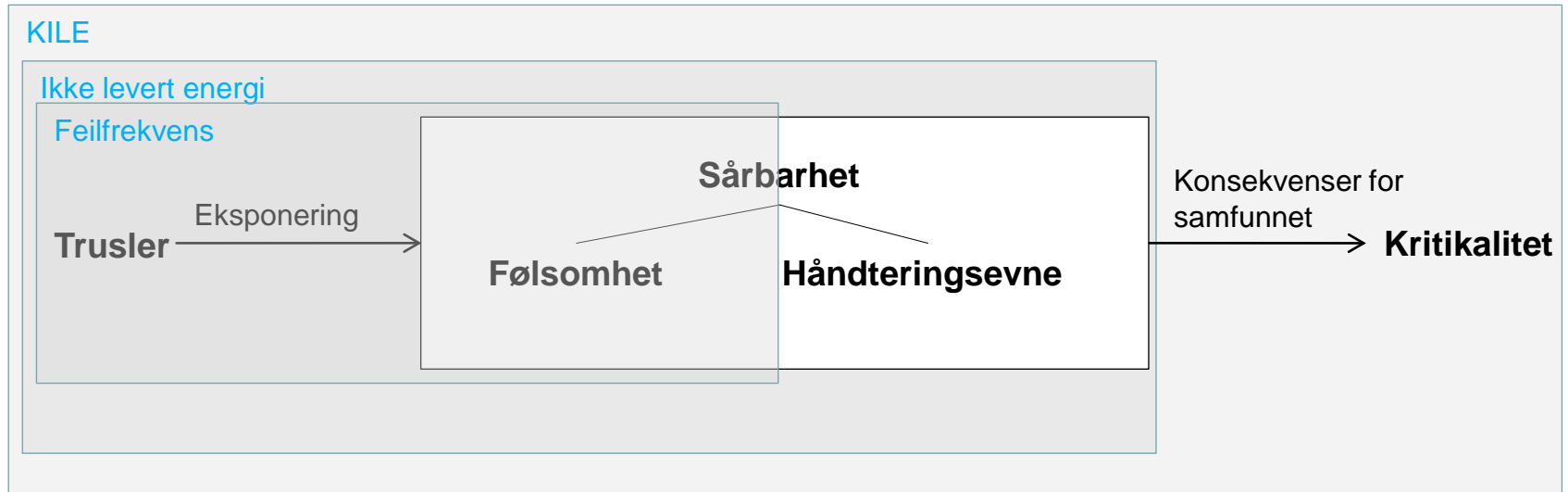
Identifisere kritiske anleggsdeler, funksjoner, driftssituasjoner, trusler

Analyse: Hva er kritisk for samfunnet/ sluttbrukere?



Hvordan kan vi overvåke sårbarhet

Eksempler på indikatorer vi bruker i dag



Hvor gode er disse indikatorene til å beskrive sårbarhet?

Identifikasjon av kritiske anlegg, funksjoner, lokasjoner, driftssituasjoner, trusler

Sårbart system

Sårbarhet

Følsomhet

Håndteringsevne

Konsekvenser for samfunnet

Kritikalitet

Påvirker utsatt infrastruktur

Trusler

Mulige indikatorer - eksempler

- **Vindprognose**
 - Styrke
 - Retning
 - Forventet varighet
- **Nedbørsprognose**
- **Temperaturprognose**
- **Fare for ising**
- **Belastningsgrad på anleggsdeler (% , økning)**
- **Graving/ entreprenør-aktivitet**

- Eksponering av kritiske systemer og anlegg
- Teknisk tilstand for kritiske systemer og anlegg
- Kompetanse på tilstandsvurdering
- Kompetanse på systemanalyse og sårbarhetsvurdering

- Kompetanse driftssentral
- Kompetanse på reparasjon av kritiske systemer og anlegg
- Grad av reserveforsyning og omkoblingsmuligheter
- Tilgjengelighet av kommunikasjonssystemer

- Lokalisering av kritiske laster og infrastrukturer
- Avbruddskostnader
- Typer sluttbrukere
- Temperatur

Steigen: Samtidig utfall av to 66 kV kraftledninger



Sårbart system

Påvirker utsatt infrastruktur

Konsekvenser for samfunnet

Trusler

Sårbarhet

Kritikalitet

Følsomhet

Håndteringsevne

Mulige indikatorer - eksempler

- **Vindprognose**
 - Styrke
 - Retning
 - Forventet varighet
- **Nedbørsprognose**
- **Temperaturprognose**
- **Føre for ising**
- **Økning i belastningsgrad på 66 kV kraftled.**
- Graving/ entreprenør-aktivitet

- **Eksponering av kritiske systemer og anlegg (vind, ising)**
- **Belastningsgrad 66 kV kraftledning**
- **Teknisk tilstand for 66 kV kraftledning**
- **Kompetanse på tilstandsvurdering av 66 kV kraftledning**
- **Kompetanse på sårbarhetsvurdering**

- **Kompetanse driftssentral**
- **Kompetanse på reparasjon av 66 kV kraftledning**
- **Tilgang reservemateriell 66 kV kraftledning**
- **Tilgang reserveaggregater**

- **Lokalisering av kritiske laster og infrastrukturer**
- **Avbruddskostnader**
- **Typer sluttbrukere**
- **Temperatur**

Oslo S: Kritisk lokalitet, avhengige infrastrukturer



Sårbart system

Sårbarhet

Følsomhet

Håndteringsevne

Konsekvenser for samfunnet

Kritikalitet

Påvirker utsatt infrastruktur

Trusler

Mulige indikatorer - eksempler

- Vindprognose
 - Styrke
 - Retning
 - Forventet varighet
- Nedbørsprognose
- Temperaturprognose
- Fare for ising
- Belastningsgrad på anleggsdeler
- **Graving/ entreprenør-aktivitet der infrastruktur møtes**

- **Plassering av infrastruktur/ felles kulvert /punkter**
- **Teknisk tilstand kabler**
- **Kompetanse på tilstandsvurdering av kabler**
- **Kompetanse på sårbarhetsvurdering på tvers av infrastruktur**

- **Kompetanse driftssentral koord.**
- **Felles oversikt parallelle føringer**
- **Kompetanse på reparasjon av kabel**
- **Tilgang på reserveaggregater**
- Tilgjengelighet av kommunikasjonssystemer

- Lokalisering av kritiske laster og **infrastrukturer**
- Avbruddskostnader
- Typer sluttbrukere
- Temperatur

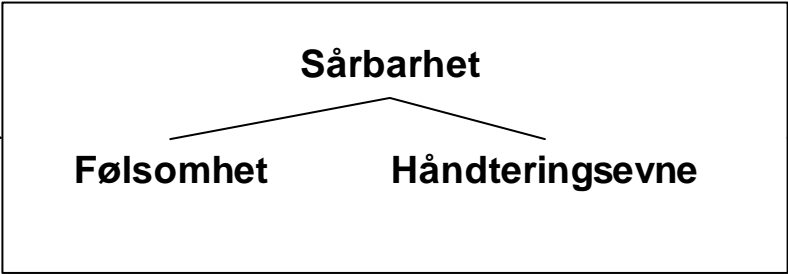
BKK-området: Utfall av kraftledning ved import > 850 MW



Sårbart system

Påvirker utsatt infrastruktur

Trusler



Konsekvenser for samfunnet

Kritikalitet

Mulige indikatorer - eksempler

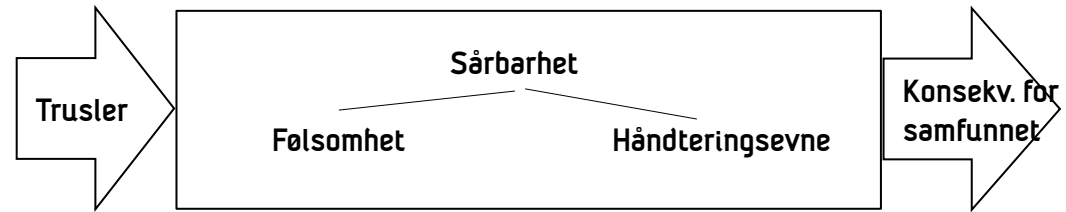
- Vindprognose
-
- **Grad av anstrengt drift (oppfyllelse av N-1 kriteriet)**
- **Import til området - avstand til importgrense**
- **Lastprognose/ sannsynlighet for anstrengt driftssit.**
- Graving/ entreprenør-aktivitet

- **Overføringsgrenser på kritiske snitt**
- Teknisk tilstand for **kritiske snitt**
- Kompetanse på tilstandsvurdering **kritiske snitt**
- Kompetanse på systemanalyse og sårbarhetsvurdering **kritiske snitt**
- Kompetanse på systemanalyse og sårbarhetsvurdering
- **Godhet av releplan inkl systemvern**

- Kompetanse og **info** driftssentral, **håndtering av utkoblbar last**
- **MW tilgjengelig utkoblbar last**
- **Tilgjengelig produksjon**
- Tilgjengelighet av kommunikasjonssystemer

- Lokalisering av kritiske laster og infrastrukturer
- Avbruddskostnader
- Typer sluttbrukere
- Temperatur

Oppsummering



- Sårbarhet består av følsomhet og håndteringsevne, og er en intern egenskap
 - Kan påvirke risiko (sannsynlighet og konsekvens) for store hendelser
- Analyser kan bidra til å identifisere hva som er kritisk for forsyningsikkerheten
 - Kritiske anleggsdeler, plasseringer, funksjoner, driftssituasjoner, trusler
- Risiko- og sårbarhetsbildet kan overvåkes vha indikatorer
 - Trusler
 - Følsomhet og håndteringsevne
 - Kritikalitet/ konsekvenser for samfunnet
- Videre arbeid:
 - Finne indikatorer som kan beskrive utviklingen framover
 - Hvilke data og metodikk trengs for å beregne disse?



Prosjekt RENERGI 2009 – 2012: Vulnerability and security in a changing power system

- Indikatorer og metodikk for å overvåke og klassifisere sårbarheter i kraftsystemet
- Metoder og verktøy for å analysere risiko, sårbarhet og forsyningssikkerhet (leveringspålidelighet) i planlegging og drift av kraftsystemet
- Varighet 2009 – 2012
- Budsjett: ca 16 mill. kr



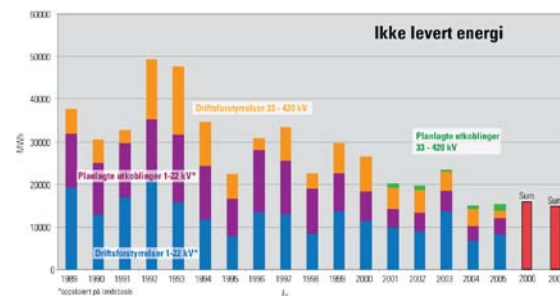
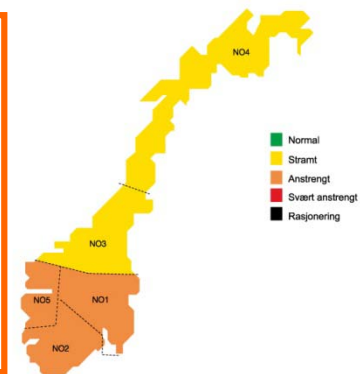
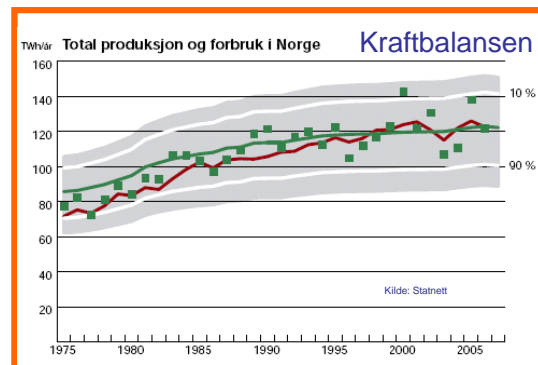
<http://www.sintef.no/Projectweb/Vulnerability-and-security/>



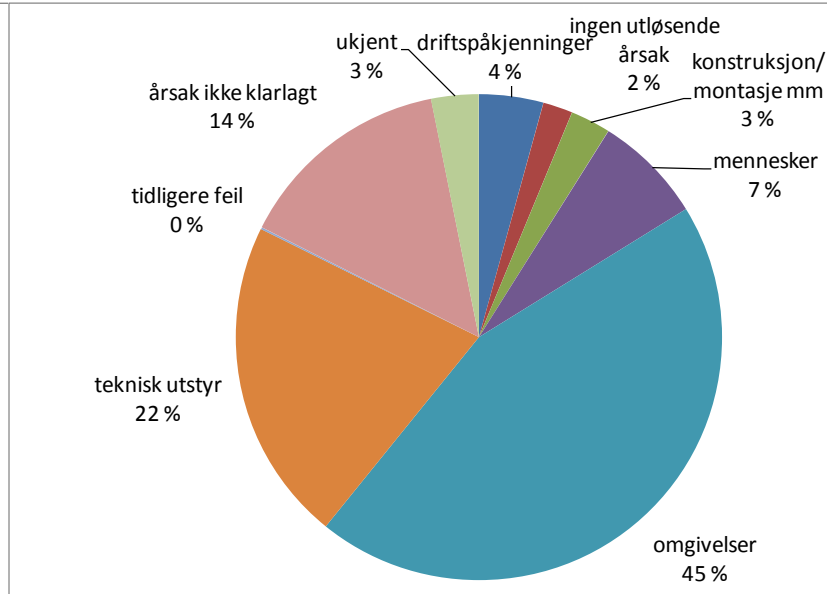
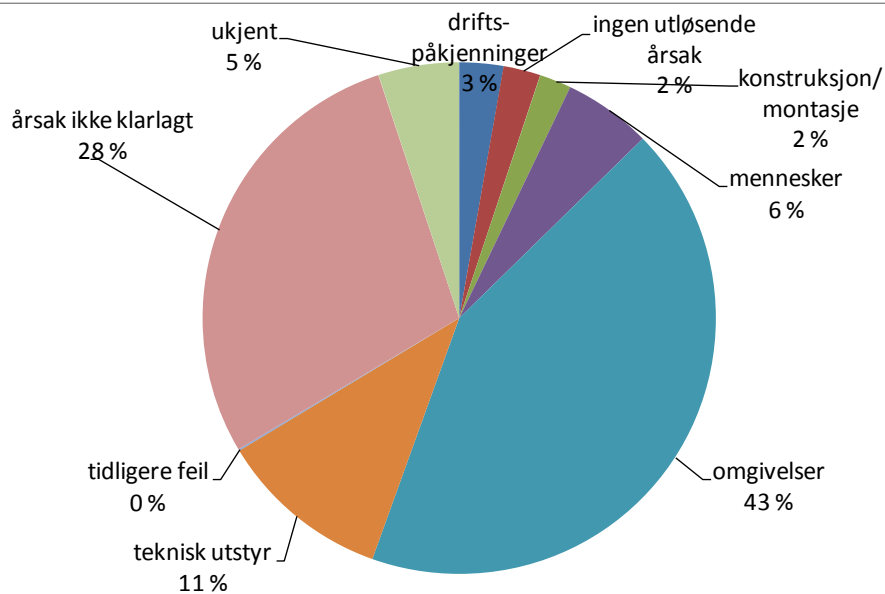
Teknologi for et bedre samfunn

Hvordan overvåker vi sårbarhet og forsyningsikkerhet i dag?

- Kraftbalansen (energi, effekt)
- Målinger av spenningskvalitet
- Feilanalyse
- Feil- og avbruddsstatistikk
- KILE-kostnader
- Aldersutvikling på komponentene
- Investeringer
- Vedlikehold og reinvesteringer
- Værvarsel (ekstremvær-)
- Overholdelse av forskriftskrav
- Statistikk over ulykker med elektrisitet, med personskade
- Lære av tidligere (ekstraordinære) hendelser
- Risiko- og sårbarhetsanalyser
- Kraftsystemutredninger
- Myndighetstilsyn (NVE, DSB)



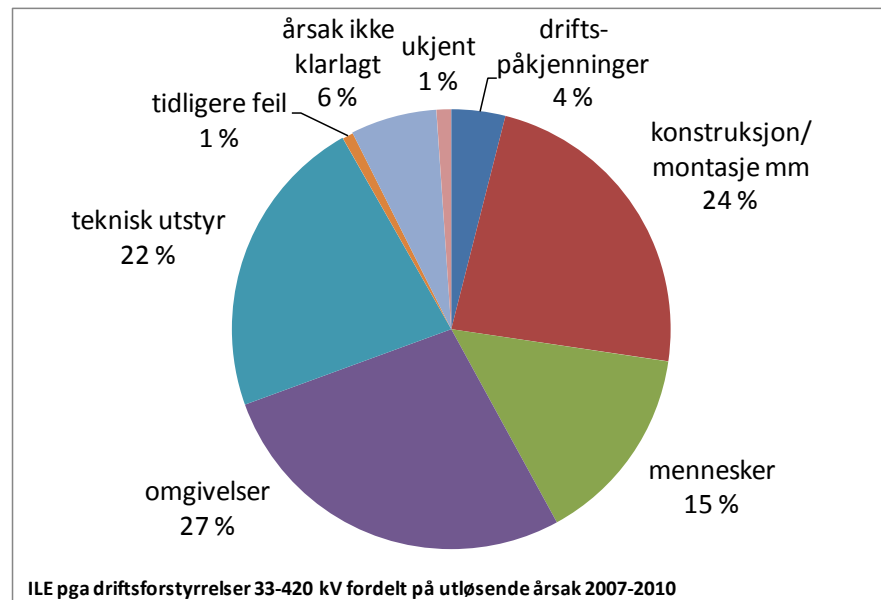
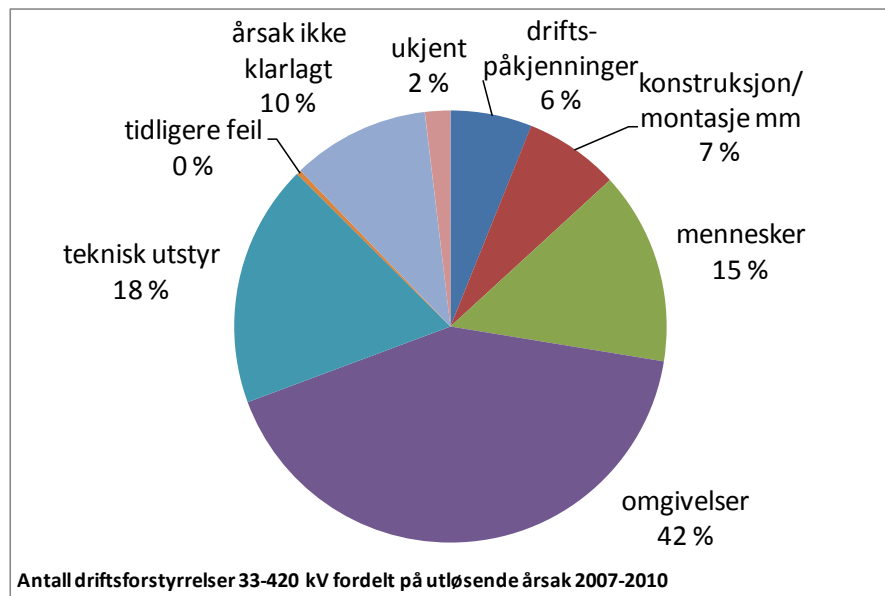
Hvilke årsaker dominerer mht antall feil og ILE? 1 – 22 kV



ILE pga driftsforstyrrelser 1-22 kV fordelt på utløsende årsak 2007-2010

2007 - 2010

Hvilke årsaker dominerer mht antall feil og ILE? 33 – 420 kV



2007 - 2010

Trusler – en definisjon og tre grupper med eksempler

- Trussel, def.:
 - *“Any indication, circumstance, or event with the potential to disrupt or destroy critical infrastructure, or any element thereof” (EU, Green Paper 2005) –*
 - i prosjektet: *“en omstendighet eller hendelse som har potensialer til å føre til driftsforstyrrelser (feil i kraftsystemet)”*
- **Natural hazard**
 - værrelatert: vind, ising, lyn
- **Human errors** (utilsiktet menneskelig trussel)
 - graving, ankring, trafikkuhell, annen entreprenørvirksomhet, feil under arbeid og prøving (“fingerfeil”, mangelfull kompetanse mm)
- **Operational** (driftspåkjenninger)
 - overskridelse av grenseverdier i kraftsystemet som medfører tripping av vern og dermed driftsforstyrrelse. Grenseverdier for strøm, spenning, frekvens, temperatur mm. Forårsakes av for høy/lav produksjon, for høy last, mangel på reaktiv effekt