



Sårbarhet og sikkerhet i kraftnettet

Felleskonferansen EL & IT Forbundet, NITO og Tekna
13. oktober 2010

Seniorforsker Gerd Kjølle, SINTEF Energi
gerd.kjolle@sintef.no

Oversikt

- Sårbarhet og forsyningssikkerhet
 - I fokus: Risiko for omfattende avbrudd
- Noen utfordringer
- Hvordan overvåker vi sårbarhet og forsyningssikkerhet i dag?
- Et forskningsprosjekt: Indikatorer og metodikk for å overvåke og analysere sårbarhet

Sårbarhet – en definisjon

*”Sårbarhet er et karakteristisk trekk ved et element i den **kritiske infrastrukturens** design, bygging eller drift som ved en feil eller trussel gjør det mottakelig for ødeleggelse eller ute av stand til å utføre sin funksjon”.*

(EU Commission: On a European Program for Critical Infrastructure Protection, Green Paper 576, 2005)



Sårbarhet er relatert til forsyningssikkerhet

Forsyningssikkerhet – et samlebegrep



Avbrudd i strømforsyning – hva kan skje?

Årsaker

Konsekvenser

- Teknisk
- Mennesker
- Omgivelser/ vær
- Driftspåkjenninger

Normale feil
"hyppige"

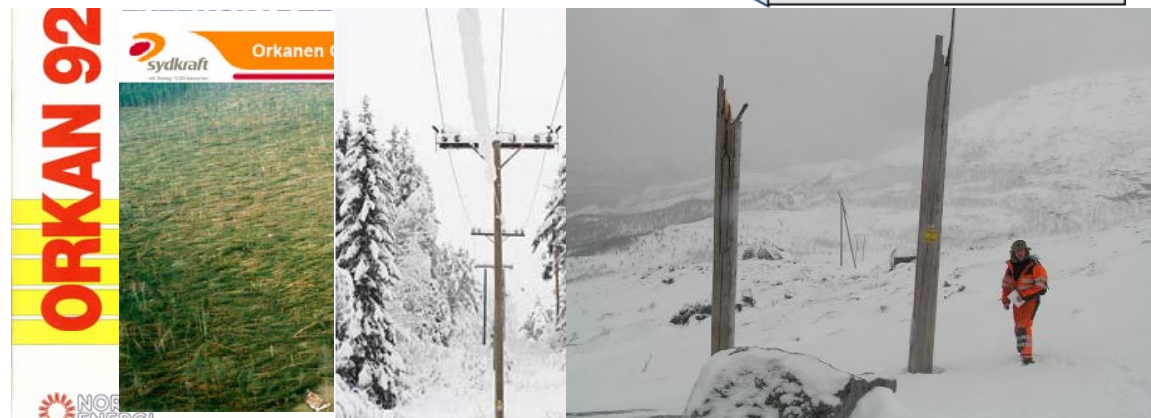
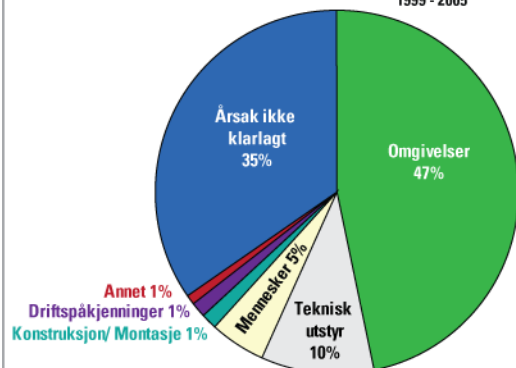
Ekstraordinære feil
"sjeldne"

Avbrudd i
strømforsyningen

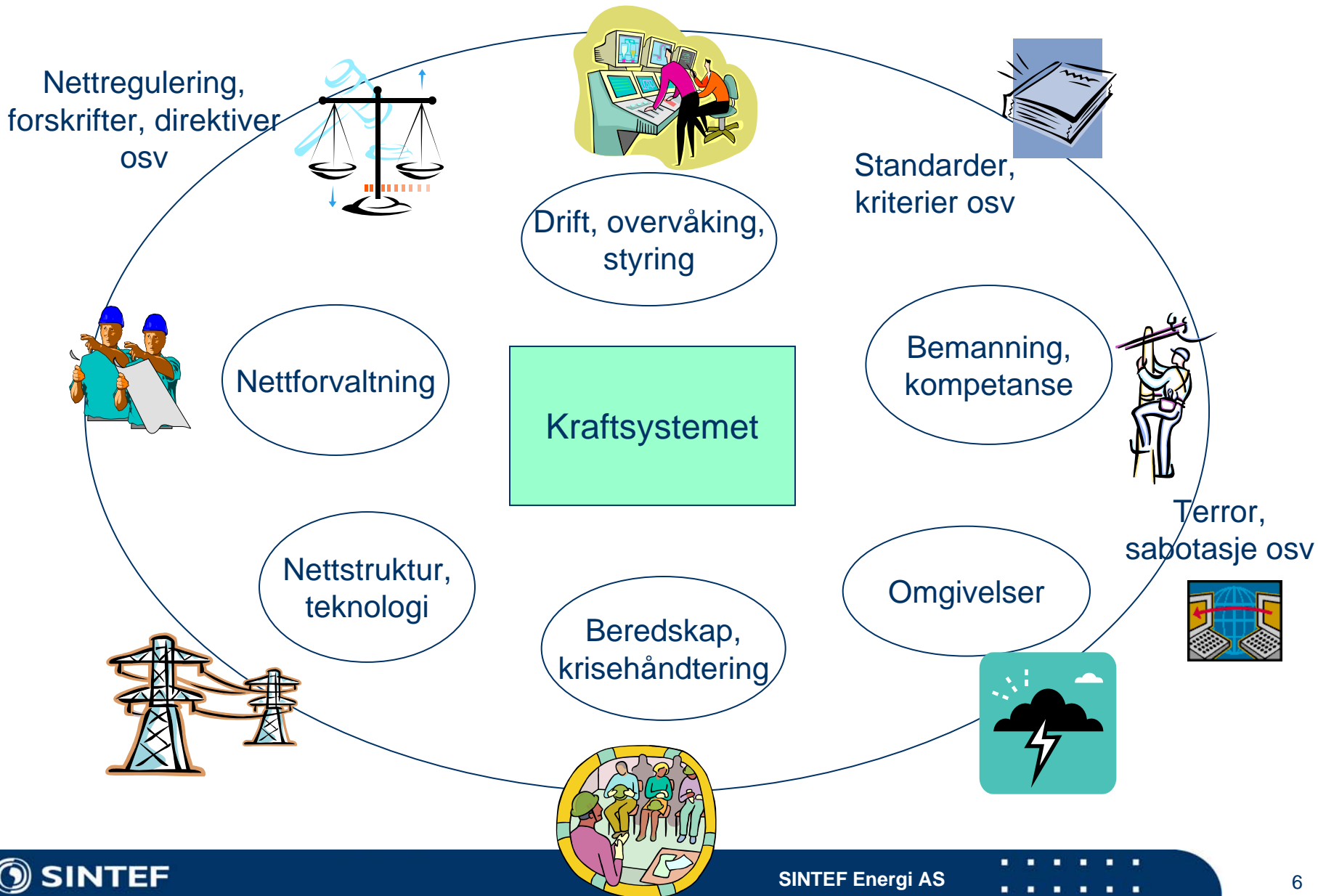
- Mindre
- Moderat
- Større
- Kritisk
- Katastofal

- Område/Antall mennesker berørt
- Utkoplet last
- Varighet
- Skader på liv og helse
- Samfunnsmessige kostnader

Driftsforstyrrelser 1 - 22 kV
fordelt på utløsende årsak
1999 - 2005



Mange faktorer påvirker sårbarhet



Utfordringer



- Påkjenninger:
 - Et **aldrende nett** (eks.: gj. snittsalder luftnett > 30 år)
 - Økende elektrisitetsforbruk og hardere drift av komponenter og system
 - Økte **klimabelastninger** forventes ("våtere, varmere og litt villere")
- Bemanning og kompetanse
 - Nedbemanning: 48 % 1994 – 2003
 - **Organisatoriske endringer** (restrukturering, outsourcing, nye behov for kompetanse mm)
 - Høy gjennomsnittsalder i tekniske yrker og lav rekruttering
- Avhengigheter
 - Økende IKT-avhengighet i kraftforsyningen
 - **Integrasjon av fornybare** energikilder og samspill med flere energibærere

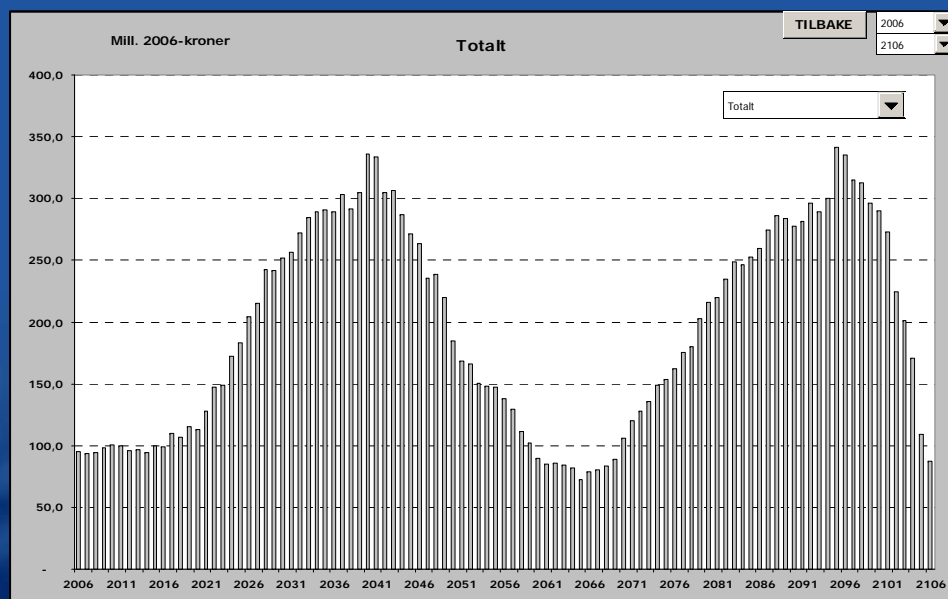
Hva gjør dette med sårbarhet og forsyningssikkerhet?



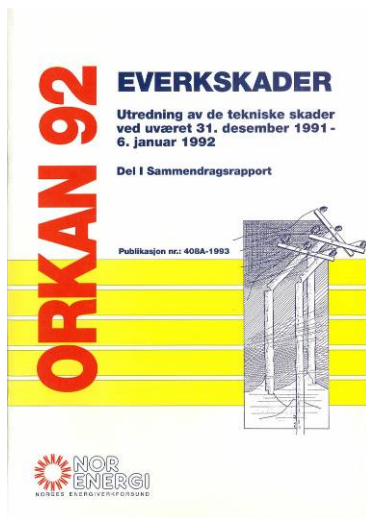
Et aldrende nett (> 30 år) og raskt økende behov for reinvesteringer

Reinvesteringsplan NTE Nett Startår 2006 Standard teknisk levetid

DAGENS TEMA



Hvis været blir ”våtere, varmere og litt villere” – får vi mer av dette?



Nyttårsorkan
Nord-Vestlandet
1992



Gudrun jan. 2005



Nedsnødd i Agder 2006



Steigen
jan. 2007

Restrukturering av kraftbransjen

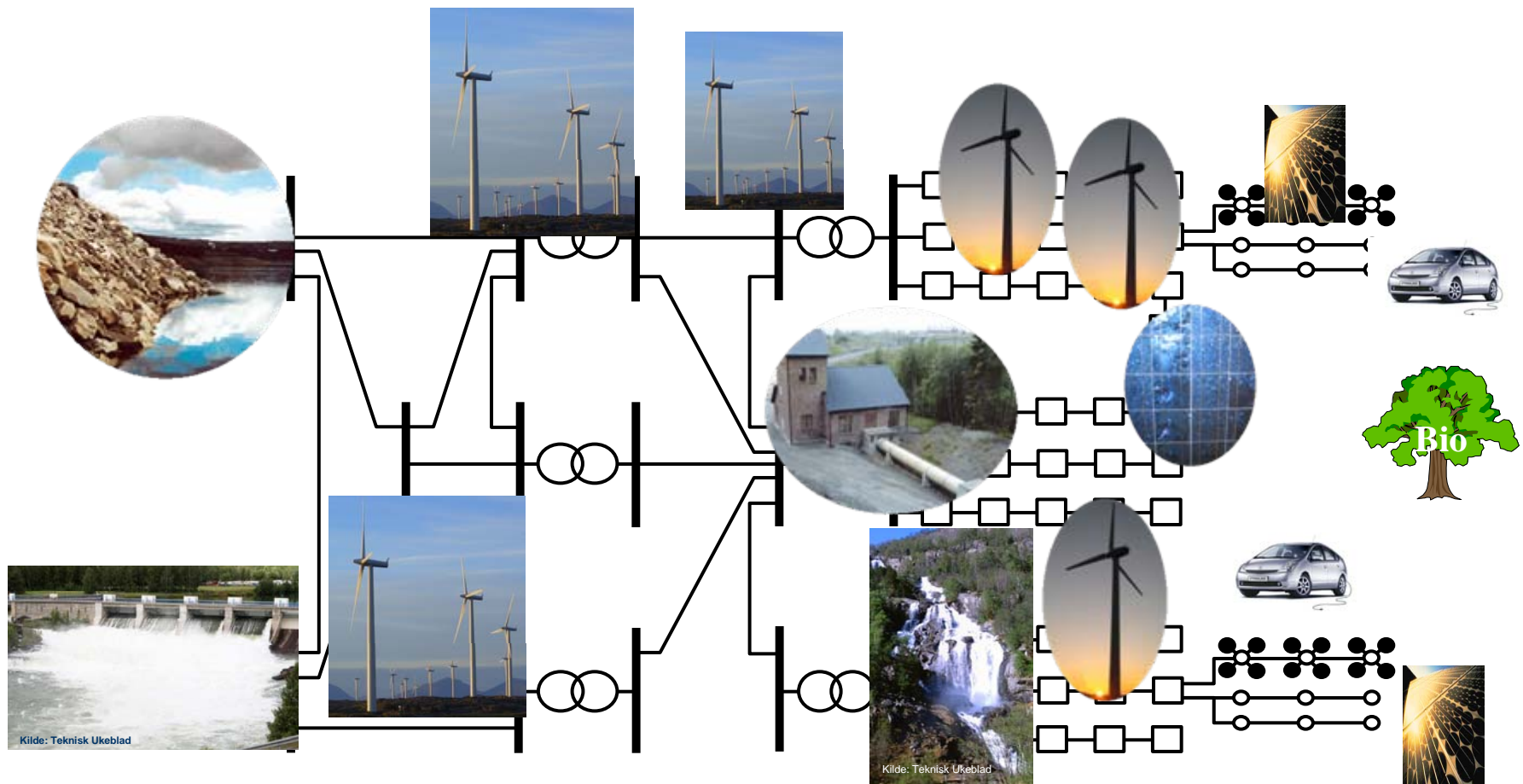
- CISS–prosjektet (SAMRISK): Kritiske infrastrukturer, restrukturering og konsekvenser for samfunnssikkerhet
- Noen konklusjoner:
 - Restrukturering har bidratt til tydeliggjøring av ansvarsforhold og krav til kvalitet i leveransene. Mer vekt på dokumentasjon.
 - Kompetanse splittet i spesialistområder, kan ha svekket den helhetlige systemforståelsen
 - Uformelle nettverk og erfaringsbasert kompetanse er fortsatt tilstede – anses kritisk for å håndtere ekstraordinære hendelser

Er påliteligheten i kraftbransjen i ferd med å gå av med pensjon?

NTNU Samfunnsforskning i samarbeid med SINTEF
(Energi AS og Byggforsk (Vann og miljø))

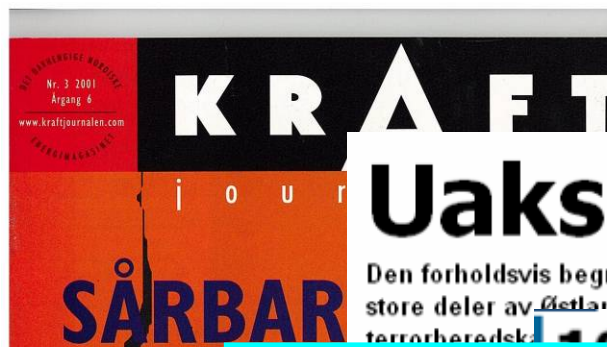


Et kraftsystem i endring: Integrasjon av fornybare energikilder...



Dagens nett er bygd for sentral produksjon, overføring og passiv distribusjon

Hvor sårbar er egentlig kraftforsyningen?



Femte døgn uten strøm i Steigen



Uakseptabel sårbarhet

Den forholdsvis begrensede kabelbrannen på Oslo S denne uken førte ikke bare til togstans på store deler av Østlandetområdet i kortmat et daa. Den rammet også vitale deler av landets terrorberedsk...

Kritiske mangler i strømnettet

Ingen fører skikkelig kontroll med landets nettselskaper, mener Riksrevisjonen. Resultatet er at strømnettets tekniske tilstand blir verre for hvert år.

Frankrike og
gir

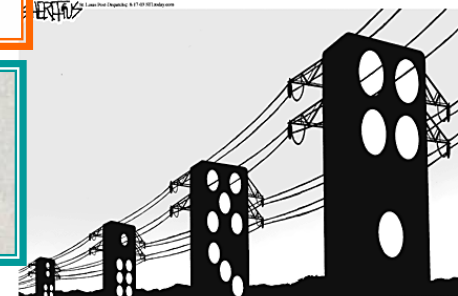
GERILJAEN SPRENGER høyspentmaster i Colombia

og mislykkede graveprosjekter forårsaker strømbrudd som koster samfunnet nær en milliard kroner årlig.

Lyxbåten som släckte Europa

Frykter full strømstopp

«Mangelen på vedlikehold kan føre til fullstendig kollaps i kraftforsyningen hvis vi får et uvær litt over det vanlige.»



Hvor står vi og hvor går vi?

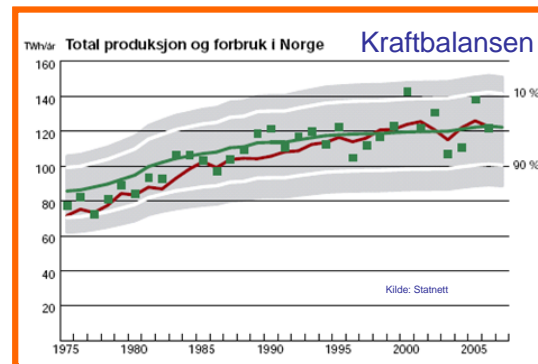
Bakgrunn for forskningsprosjekt

- Sårbarheten i kraftsystemet antas å øke pga nye/ økende påkjenninger – **mye synsing, lite fakta**
 - Utfordringene representerer en betydelig **usikkerhet** mht virkningen på sårbarheten og forsyningssikkerheten
 - Mangler indikatorer og metoder (dagens ROS-analyser mangelfulle)
- Vi trenger å **øke kunnskapen**, blant annet om:
 - Hvordan overvåke sårbarhet og måle endringer?
 - Virkningen på forsyningssikkerhet i et fremtidig kraftsystem
- Ny kunnskap vil gi oss:
 - Underlag for å **kontrollere** sårbarhet og finne et **riktig nivå** på forsyningssikkerheten

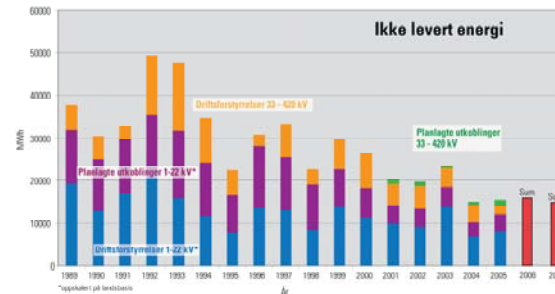
Alder, reinvesteringstakt og antall årsverk er ingen gode indikatorer!

Hvordan overvåker vi sårbarhet og forsyningssikkerhet i dag?

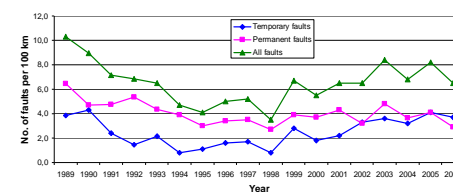
- Kraftbalansen
- Feil- og avbruddsstatistikk
- Lære av tidligere (ekstraordinære) hendelser
- Risiko- og sårbarhetsanalyser (pålagt fra 2003)
- Aldersutvikling på komponentene
- Investeringer
- Vedlikehold og reinvesteringer



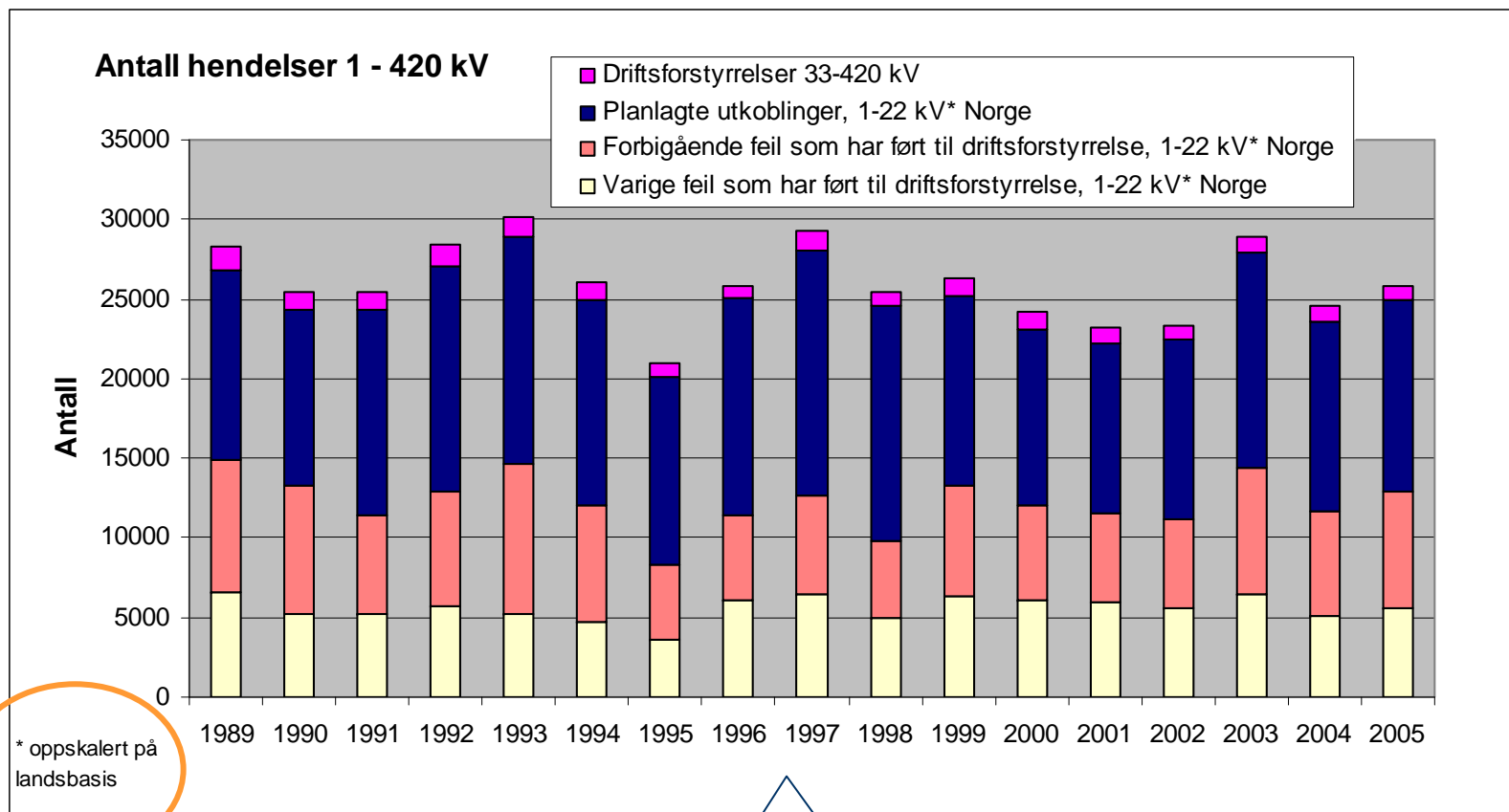
Leveringspåliteligheten i bedring



Feilfrekvens kraftledning 1 – 22 kV, 1989 - 2006

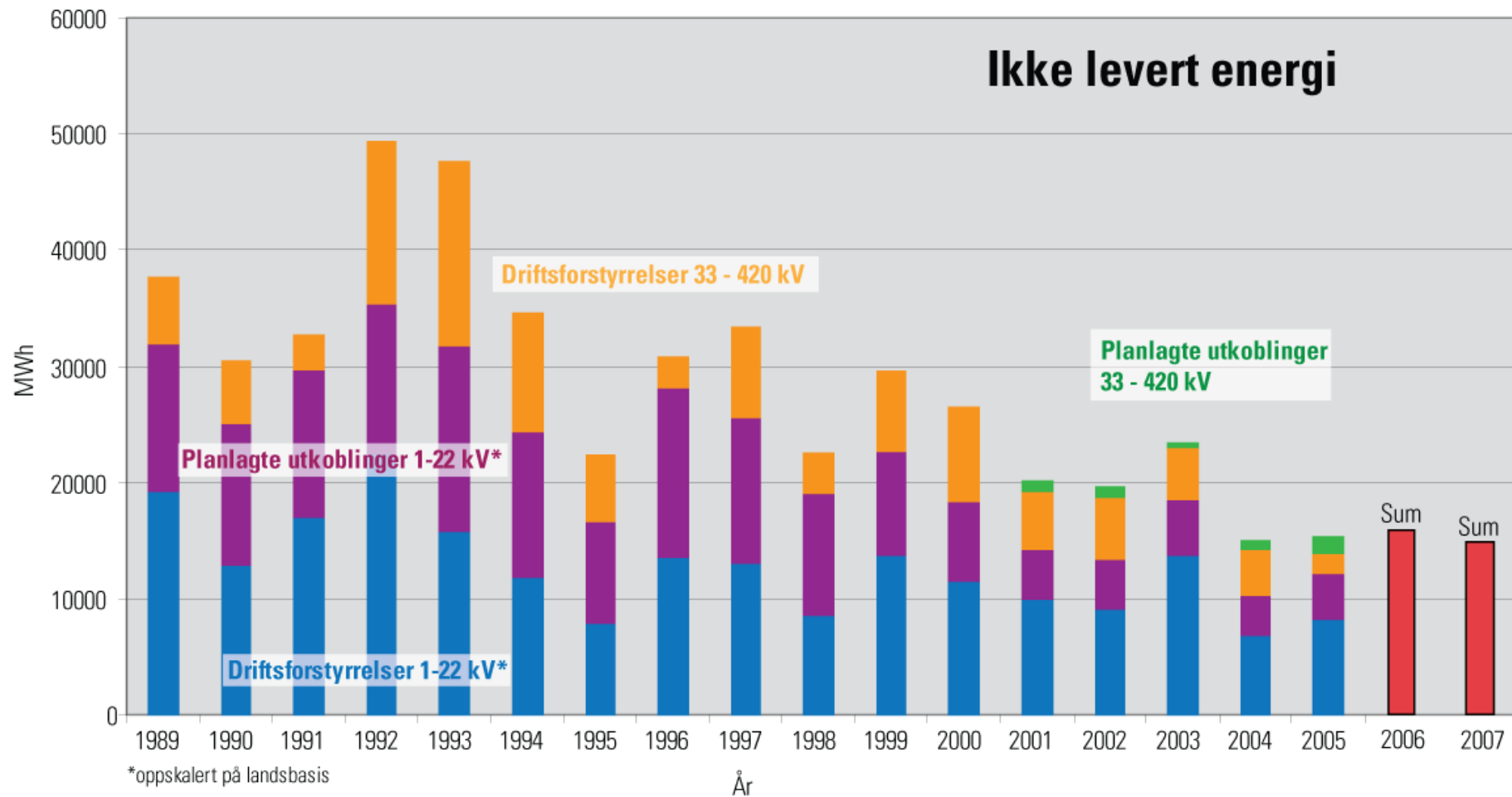


Antall hendelser i kraftnettet 1 – 420 kV, 1989 - 2005



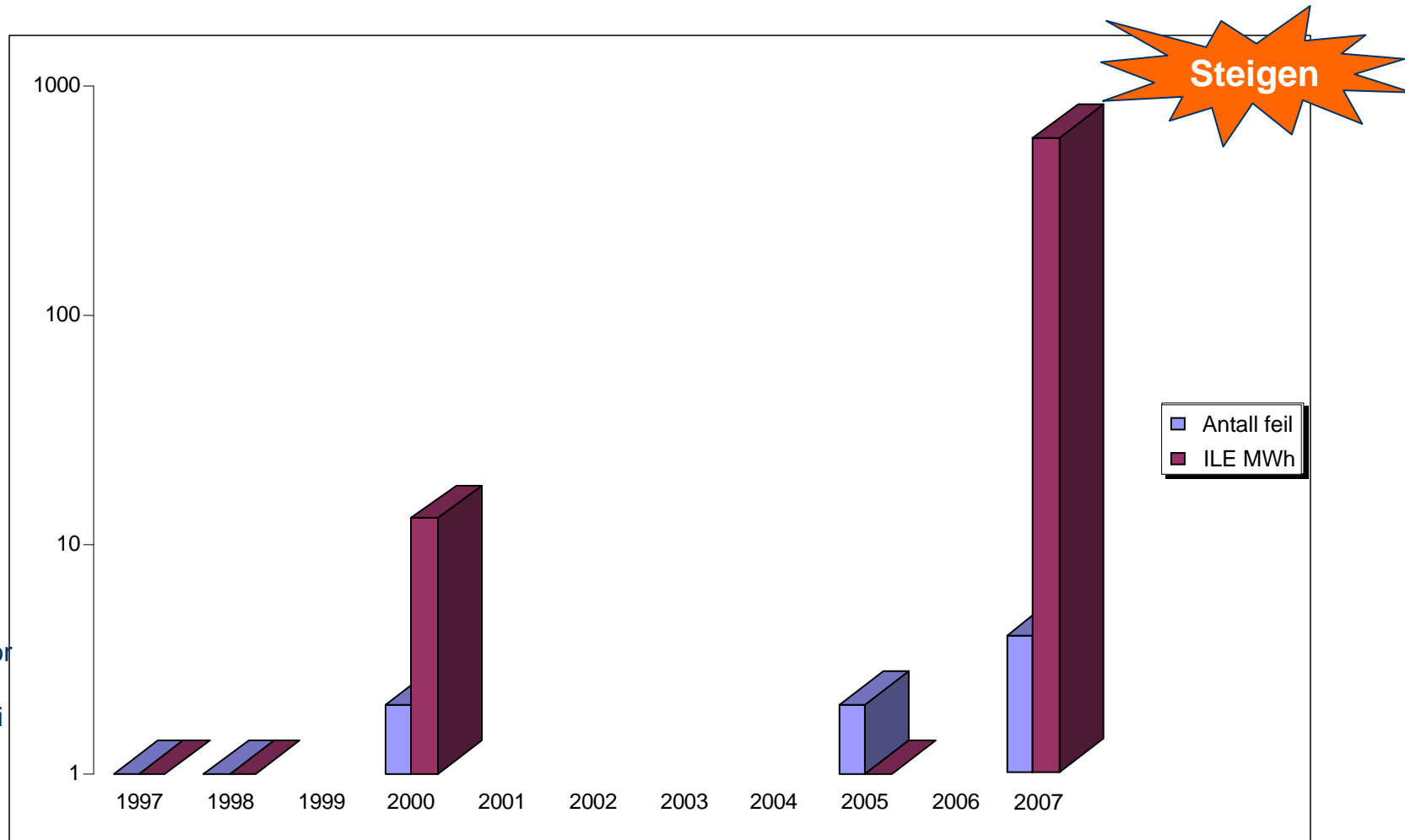
90 % av alle hendelser skjer i D-nettet

Utvikling i ikke levert energi 1989 – 2007



Antall hendelser uendret, men ikke levert energi betydelig redusert

Overvåking vha feilstatistikk, eksempel:



Feilstatistikk gir begrenset informasjon om nettets tilstand

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 (leveringspålitelighet) i planlegging og drift av kraftsystemet
- Varighet 2009 – 2012
- Budsjett: ca 16 mill. kr

Kontakt: gerd.kjolle@sintef.no

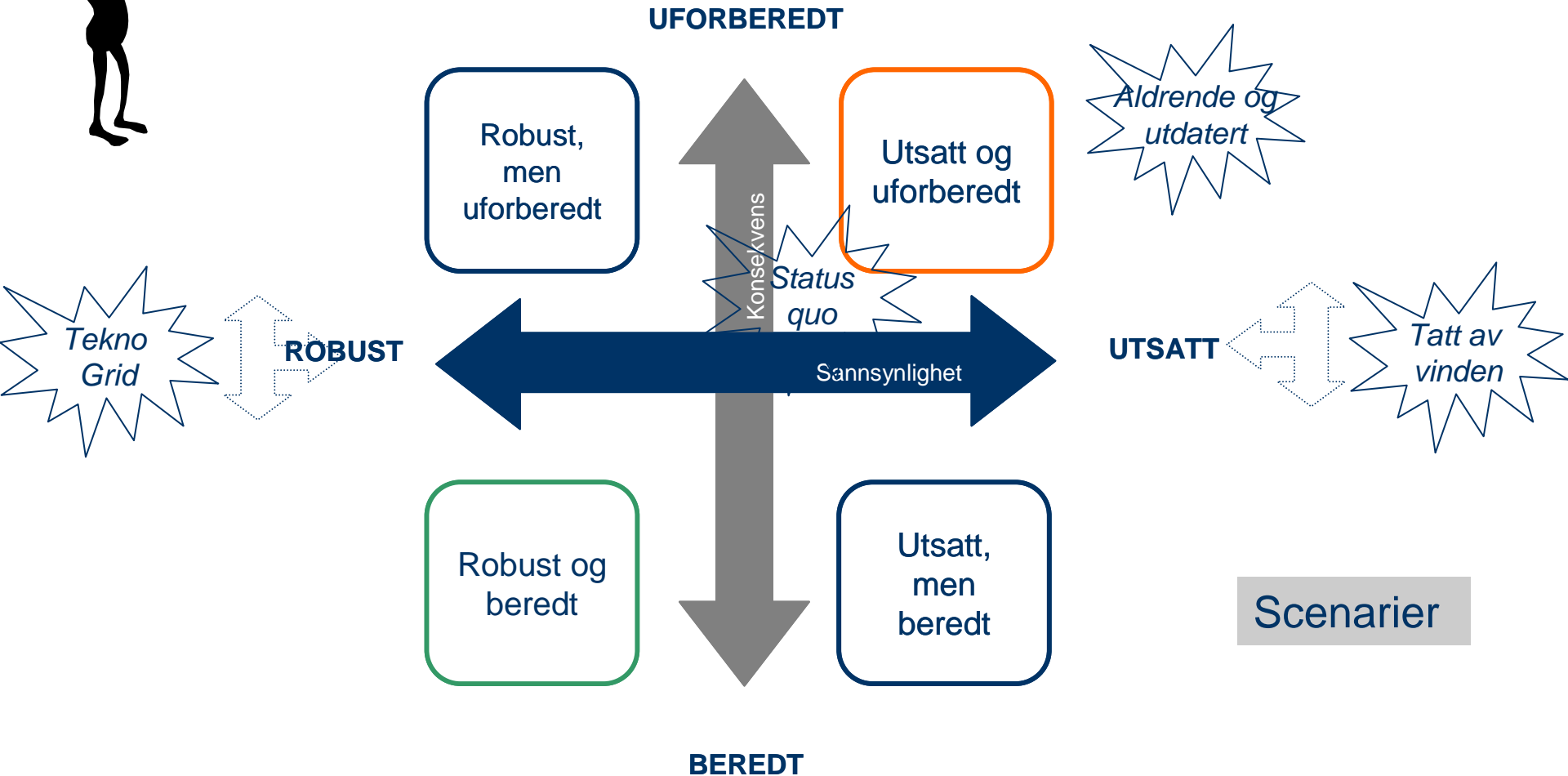
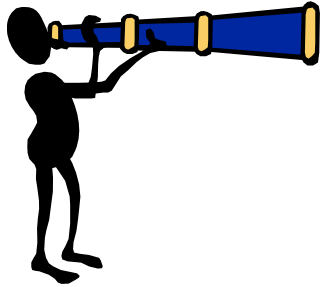


TROMS KRAFT

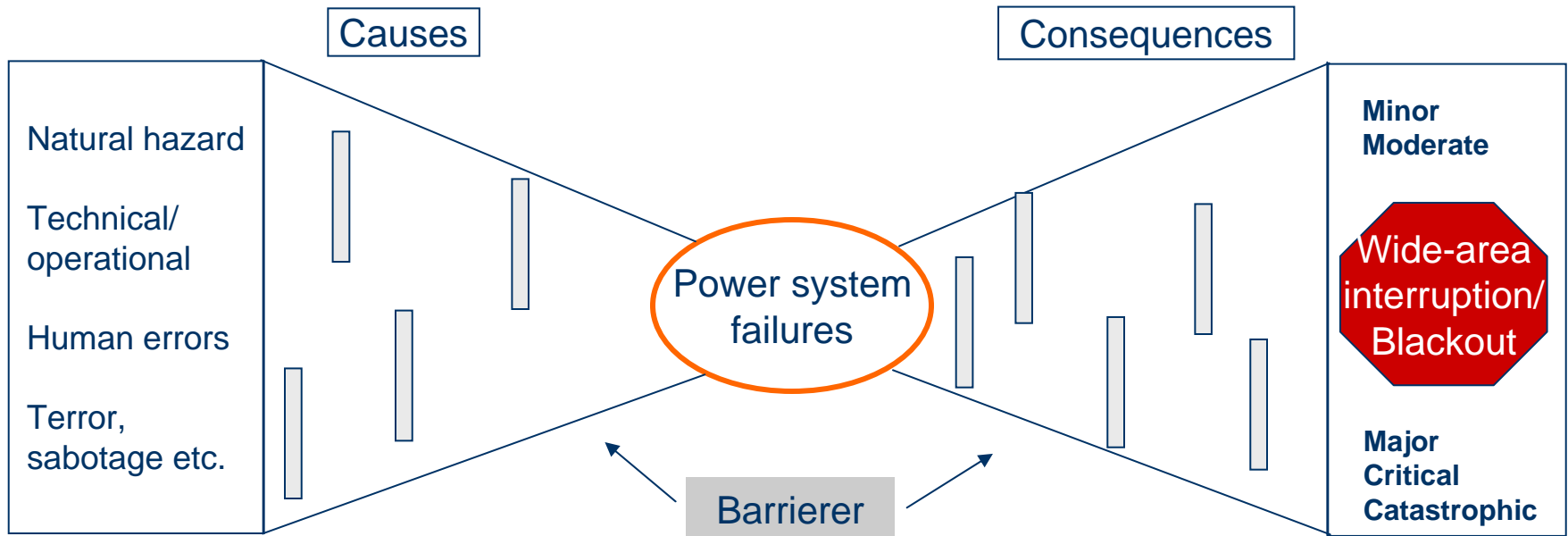


Skagerak Energi

I hvilken retning går utviklingen?



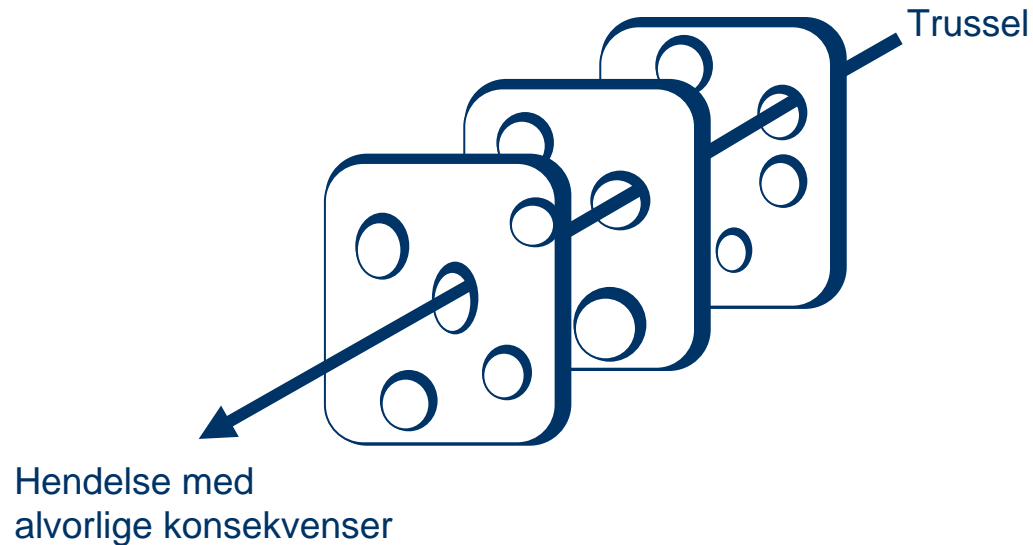
Sårbarhet kan knyttes til barrierer



Type barrierer:

- Hindre feil på anleggsdeler/komponenter
- Hindre systemfeil
- Tilrettelegge gjenoppretting/reparasjon
- Redusere sluttbrukeres konsekvenser

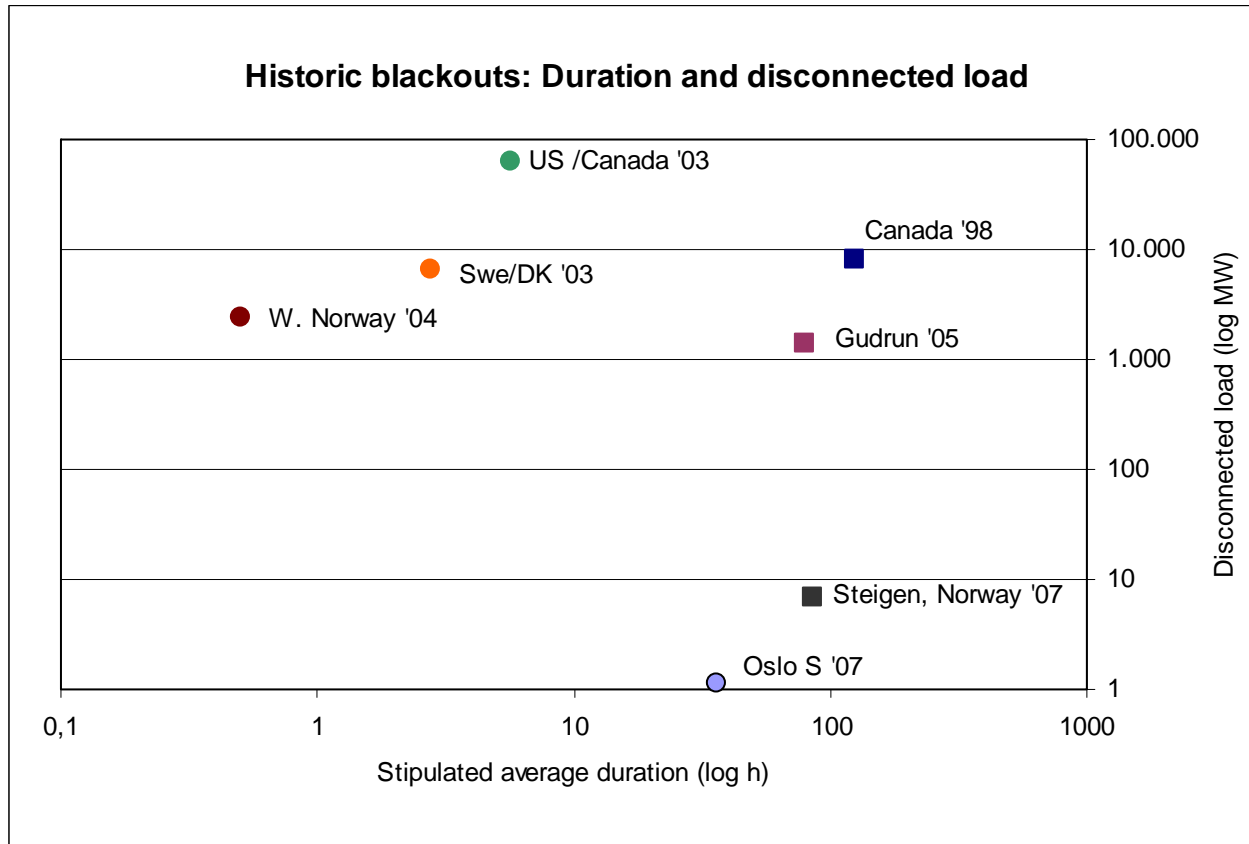
Barriereanalyse



■ Et system er sårbart hvis:

- Det er et potensiale for alvorlige konsekvenser, og
- Det er et utilstrekkelig antall barrierer eller de eksisterende barrierene har svakheter/mangler, dvs. fungerer ikke som tiltenkt

Hva kan vi lære av tidligere hendelser?

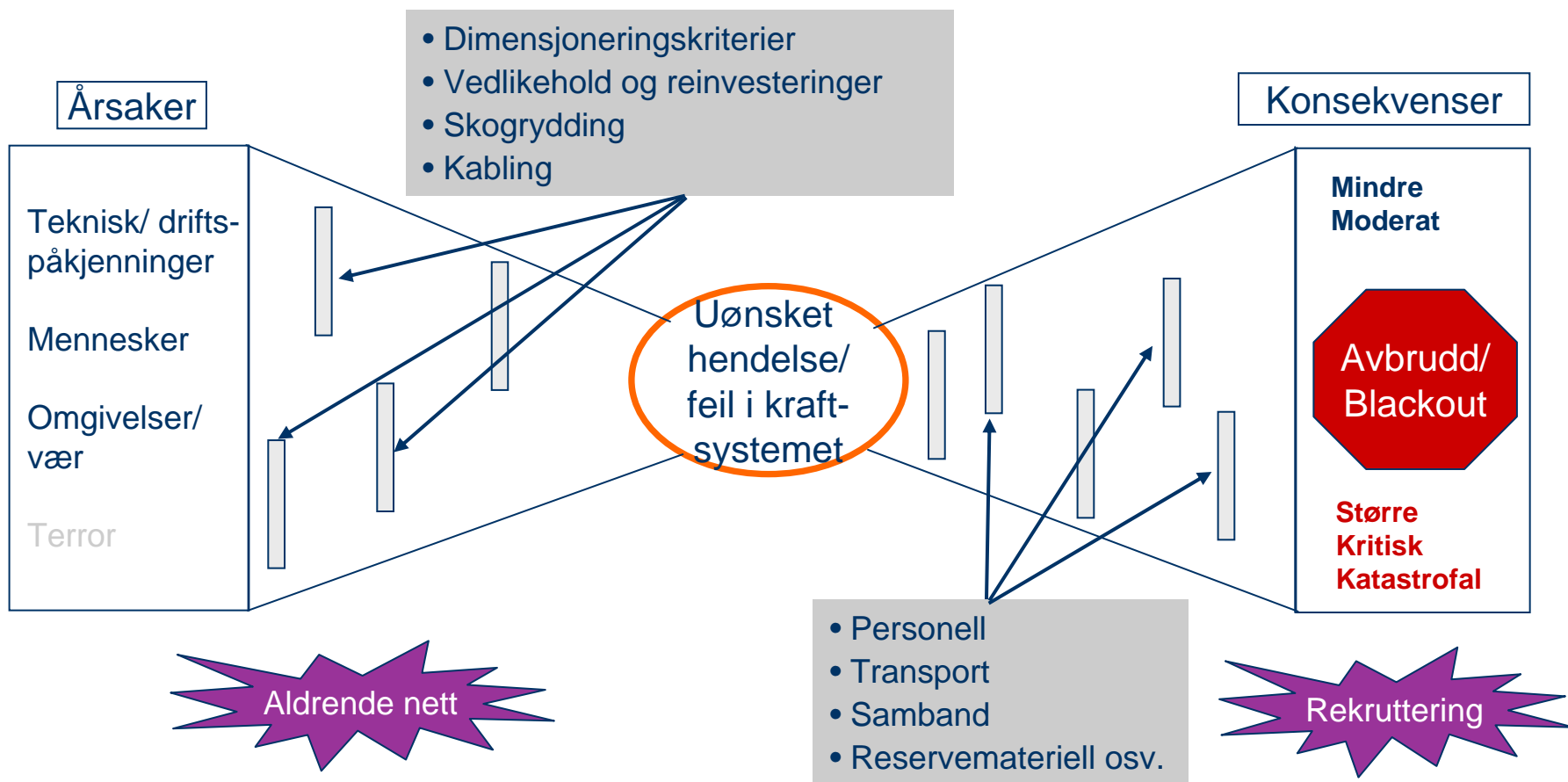


Noen hendelser vi har studert

Country, Year	Initiating causes	Consequences in the power system - End-users interrupted - Stipulated duration
Norway 2004	Breakage of line joint, delayed protection response	Blackout of an area in Western Norway - 0.25 million - 0.5 h
Sweden 2005	Storm Gudrun, extreme wind	Extensive damage of overhead lines Extensive loss of supply - 0.7 million - 1 day – 5 weeks
Norway 2007	Storm and icing	Loss of both lines to the community Steigen. - 0.0018 million - 6 days
Norway 2007	Fire in cable ditch at Oslo central station	Damage of power and telecom cables. Evacuation of the central station. 80 000 train passengers and 25 000 telecom customers affected - 0.1 million - 10-20 h

Threats/ vulnerabilities	Possible barriers		N 04, West	S 05, Gudrun	N 07, Steigen	N 07, Oslo S
Natural hazard: Strong wind, icing	Prevent	Strength and design of construction		X	X	
Contact with vegetation		Vegetation management and / or more use of cables		X		
Installation/construction flaws		Better instructions/competence and choice of design, material and right-of-ways	X		X	
Deterioration of components		Condition monitoring and maintenance/reinvestment	X		X	X
Inadequate protection		Testing of protection schemes and settings	X			
Lack of personnel or other resources	Restore	Adequate access to personnel and materials		X		
Communication problems during restoration		Good communication channels and back-up in communication infrastructure		X		
Insufficient coordination and work procedures		Good and known restoration plan Coordination and clarification of responsibility		X		X

Sårbarhet kan reduseres ved å ha gode barrierer – eksempler



Kan vi kontrollere sårbarhet?

■ Overvåke

- Tilstandskontroll av (kritiske) komponenter
- Trenger gode indikatorer som er egnet til å forutsi en utvikling



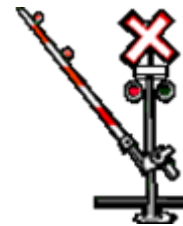
■ Analysere betydning

- Trenger gode metoder for tilstandsvurdering og risiko- og sårbarhetsanalyse



■ Treffe tiltak

- Identifisere gode barrierer



Hva slags indikatorer kunne ha gitt informasjon på forhånd – eksempler ??

- Skogrydding (ryddebelte, frekvens...)
- Dimensjoneringskriterier (motstandsdyktighet mm)
- Kvalitet på bygging av anlegg og idriftsettelse (eks. vern)
- Kvalitet på tilstandskontroll
- Tilstandsindikatorer for utvalgte komponenter i anlegg
- Belastningsgrad på komponenter
- Personell og materiell med tilgjengelig kompetanse og utrustning for vedlikehold og oppretting
- Kvalitet på planlegging av utrustning mm. og ansvarsavklaringer
- Felles for alle indikatorer
- Dokumentasjonsgrad, tidsbruk på risikoanalyser o.l.
- ...

Klima-
påkjenninger

”Liten tue
velter stort
lass”

Prosjektet "vulnerability" jobber med dette

Kombinasjon av flere typer indikatorer som ”ser framover”

Konklusjoner og videre arbeid

- Samfunnets avhengighet av elektrisitet øker
- Kraftsystemet er i endring som følge av en rekke teknologiske, organisatoriske, samfunnsmessige faktorer – et aldrende system som utsettes for nye påkjenninger
- Vi trenger gode indikatorer og metoder for å overvåke og analysere sårbarhet og forsyningssikkerhet
- ”Sårbarhets”prosjektet skal bidra til dette!
 - I fokus: Ekstraordinære hendelser og risiko for omfattende avbrudd

Sårbarhet handler også om vår evne til å følge med og styre