

Fremtidens kraftnett, "smart grids" – smart eller sårbart?

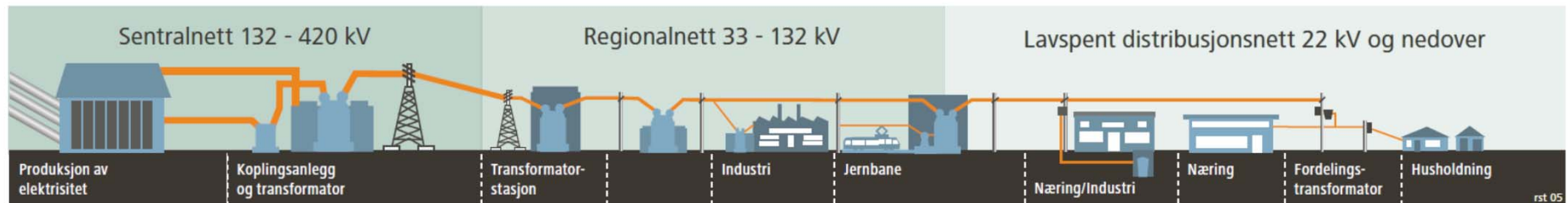
Seniorforsker/professor II Gerd H. Kjølle
SINTEF Energi/ NTNU Inst for elkraftteknikk
gerd.kjolle@sintef.no

The grid

Innhold

- Hva er Smart Grids, og hvilke muligheter gir det?
- Sårbarhetsbildet i dagens og fremtidens kraftnett (smart grids)
- Hvilke feil har vi erført og hva kan vi forvente framover?
- Hva kreves for å realisere mulighetene og møte utfordringene?

Kraftsystemet – en kritisk infrastruktur



96 %
vannkraft

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

Figur: Energistatus, NVE

Hvor står vi og hvor går vi?

- Kraftsystemet er **robust** og forsyningssikkerheten er god, men...
- Et **utdatert** og "fullt" kraftnett
- Økende elektrisitetsforbruk og **hardere drift** av komponenter og system
- Økte **klimabelastninger** forventes ("våtere, varmere og litt villere")
- Betydelig **nedbemanning** og aldrende arbeidsstokk
- **Kostnadseffektivitet**, redusert FoU, innovasjons"tørke"
- Økende **IKT**-avhengighet i kraftforsyningen
- **Integrasjon av fornybare** energikilder og samspill med flere energibærere

"The EU pays the price for its outdated and poorly interconnected energy infrastructure" (EU COM(2010) 677)

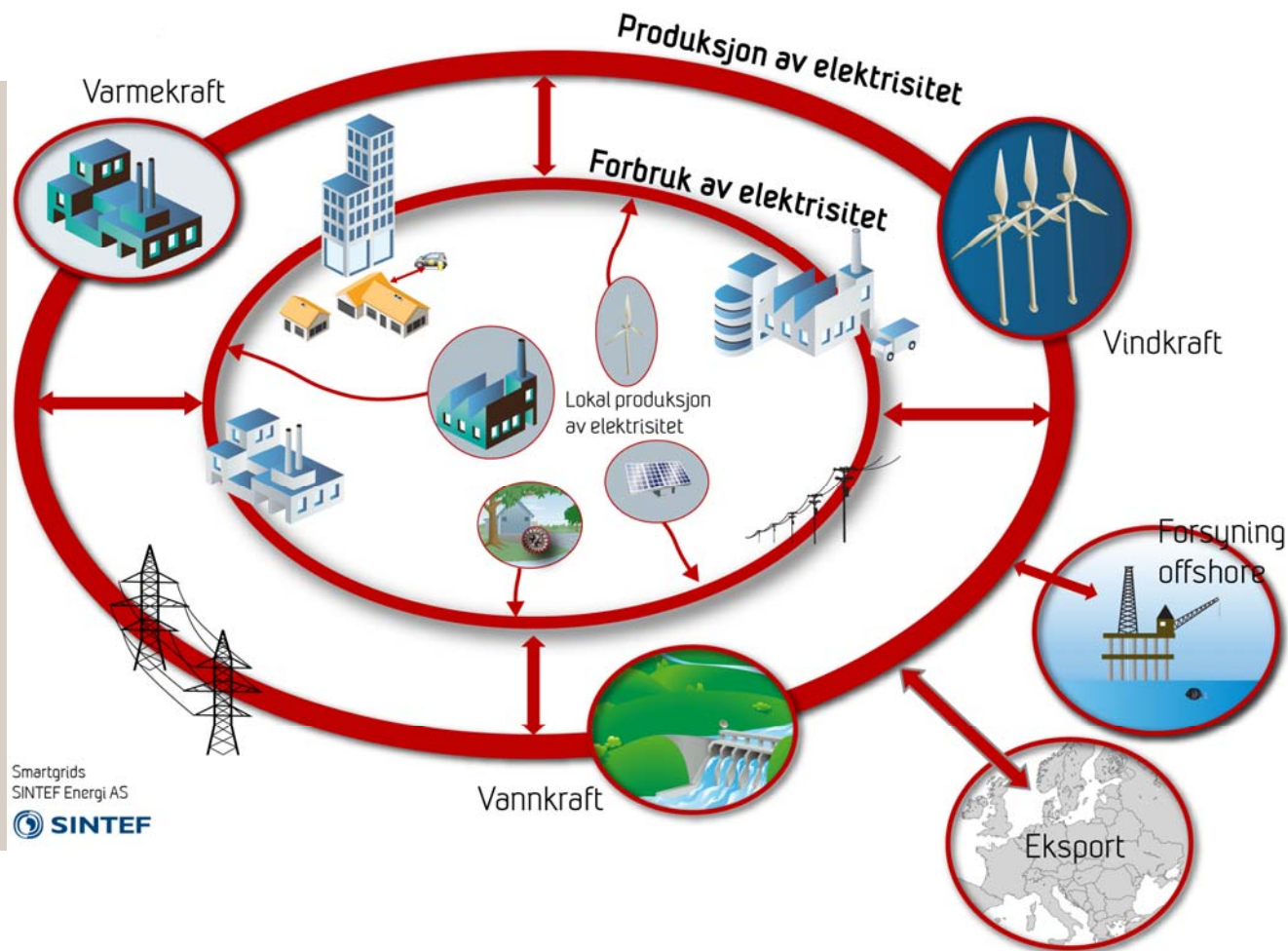


Hva gjør dette med forsyningssikkerheten?

Fremtidens elektriske energisystem - Smart Grids

Kraftnettet er en fasilitator for :

- AMS → Energieffektivisering i husholdninger og næringsliv
- Distribuert produksjon
- Storskala fornybar produksjon
- Elektrifisering av industri og transport



Smart grid – definisjon

- Elektriske kraftnett som utnytter toveis kommunikasjon, distribuerte måle- og styresystemer, nye sensor-teknologier – inkluderer styring av utstyr (last og produksjon) hos nettkundene.
- *"a network that can intelligently integrate the actions of all users connected to it – generators, consumers and those that do both, in order to efficiently deliver sustainable, economic and secure electricity supply"*, www.smartgrids.eu
- Smarte målere og toveiskommunikasjon kan være en del av et smart nett, men utgjør ikke alene et smart nett



Hvorfor Smart Grids? Politisk forankring



SMART GRID IS A GLOBAL PRIORITY

"Updating the way we get our electricity by starting to build a new smart grid that will save us money, protect our power sources from blackout or attack, and deliver clean, alternative forms of energy."

President Barack Obama
January 8, 2009

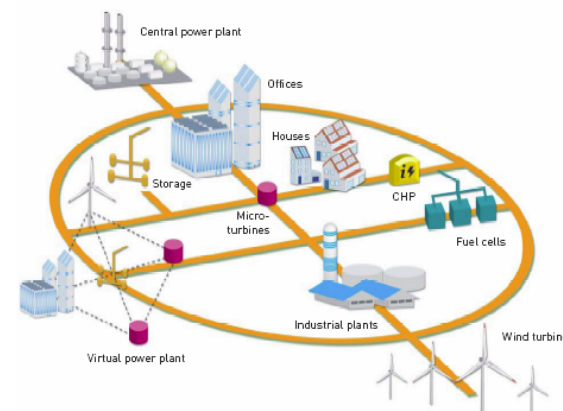


Hoveddrivere:

- Miljø
- Forsyningssikkerhet
- Økonomi

Se også www.smartgrids.eu

Fire enkle bilder på Smart Grids



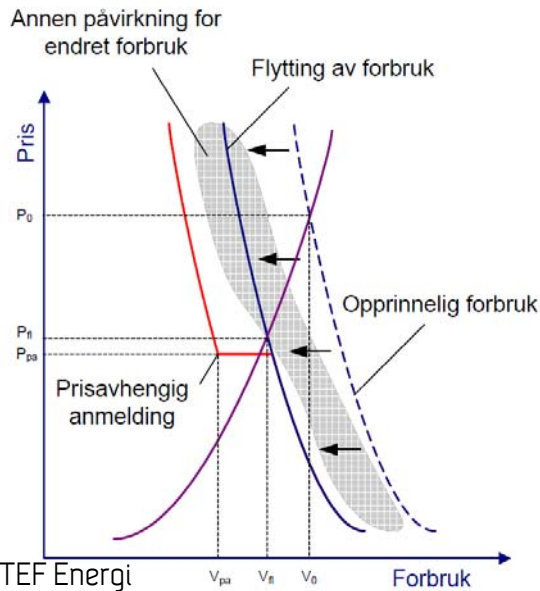
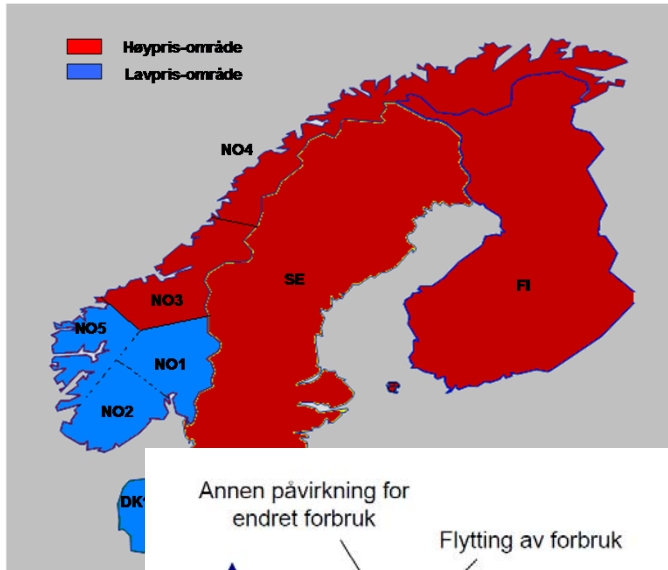
- Et navn på fremtidens elektriske energisystem (anno 2020/2050)
- Et kvantesprang i integrasjon av IKT på alle nivåer i det elektriske kraftsystemet
- En fusjon av kraftnett og internett
- Et system hvor "alle" anlegg og apparater har en "IP-adresse" (Internet Protocol Address) slik at de kan observeres og styres via "internett"

Hvilke muligheter gir Smart grids for forsyningsikkerhet?

- Mer distribuert elektrisitetsproduksjon og større fleksibilitet
- Smarte målere (AMS) - økt forbrukerfleksibilitet – laststyring
- Avlastning av nettet i flaskehalsituasjoner
- Bedre tilstandsovervåking kan gi færre avbrudd
- Raskere feildeteksjon og gjenoppretting av forsyning etter avbrudd
- Bedre rekrutteringsmuligheter og tilgang på kompetanse
- ...



Smart Grids kan redusere pristopper

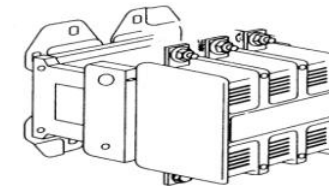


Kjell Sand, SINTEF Energi

- 17 desember, 8 januar, 22 februar – timer med priser på opp mot 12 kr/kWh
- En årsak: Stiv etterspørsel – manglende forbrukerfleksibilitet
- Smart Grid utkobling av varmtvannskjeler ville kunnet dempet prisen betydelig for eksempel ned til 1-3 kr/kWh
- Besparelse for forbrukerne pr time på : 550 - 200 mill kr. i høyprisområdene

Belastningsstyring gir fleksibilitet

- Industri/kjeler
- Kursstyring (kontakter i sikringsskap)
- Styring av stikkontakter
- Styring på apparatnivå

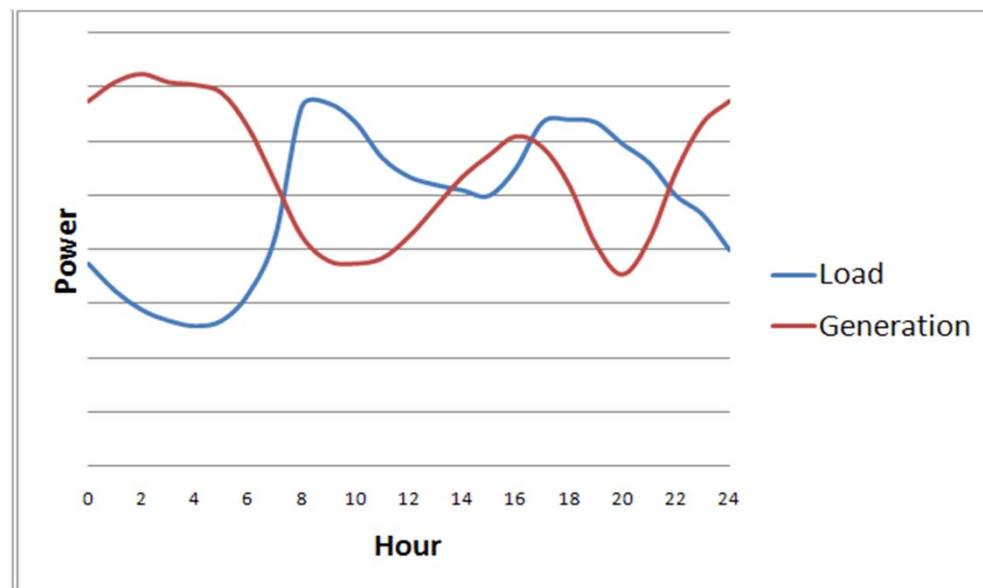


Kjell Sand, SINTEF Energi

Balansere varierende kraftproduksjon vha last og lager – en ny måte å tenke på

Tradisjonelt: Regulere produksjon for å balansere last

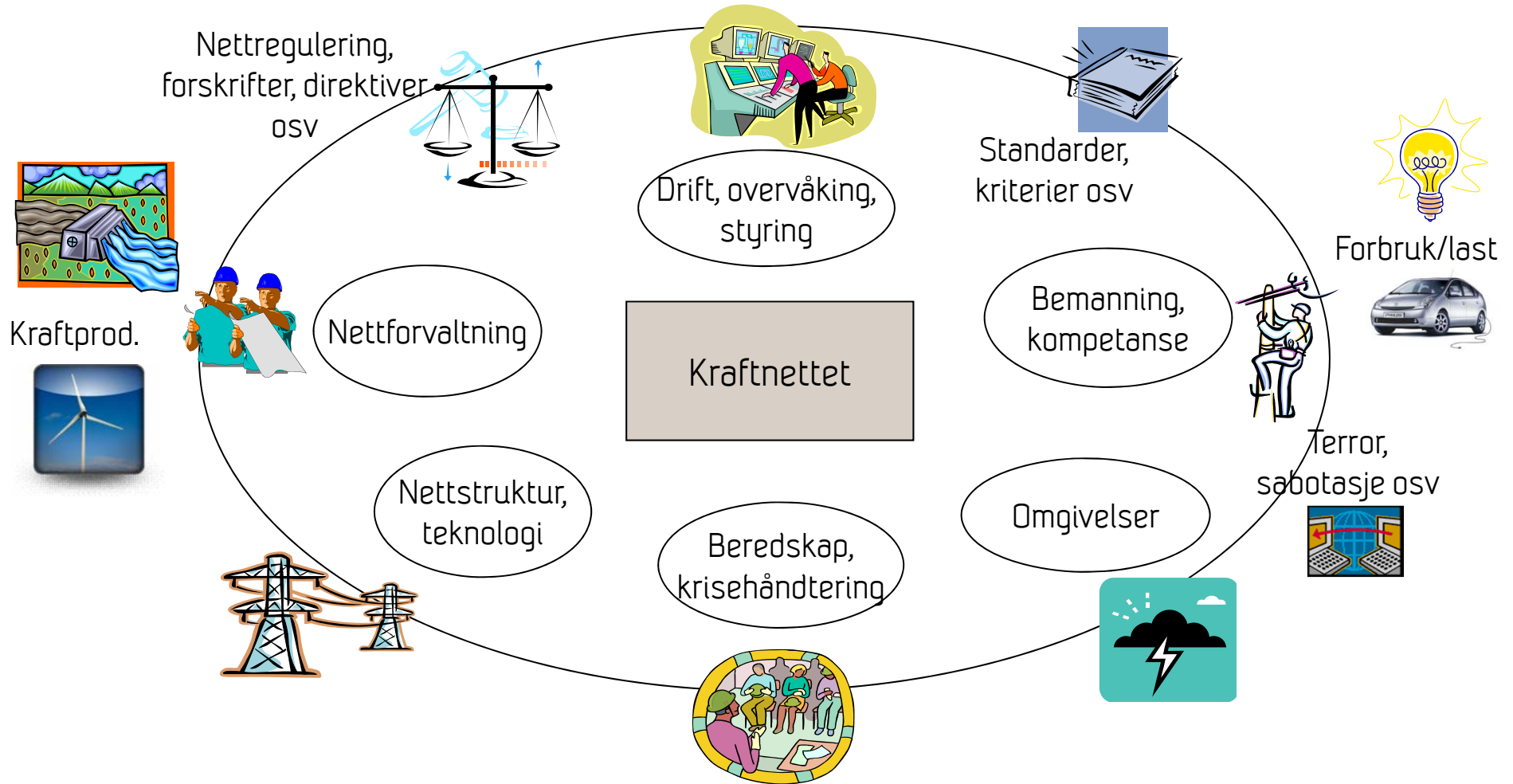
Smart grid: Regulere last for å balansere varierende kraftproduksjon



Overskudd: Til lager
Underskudd: Fra ikke-varierende kraftproduksjon eller lager

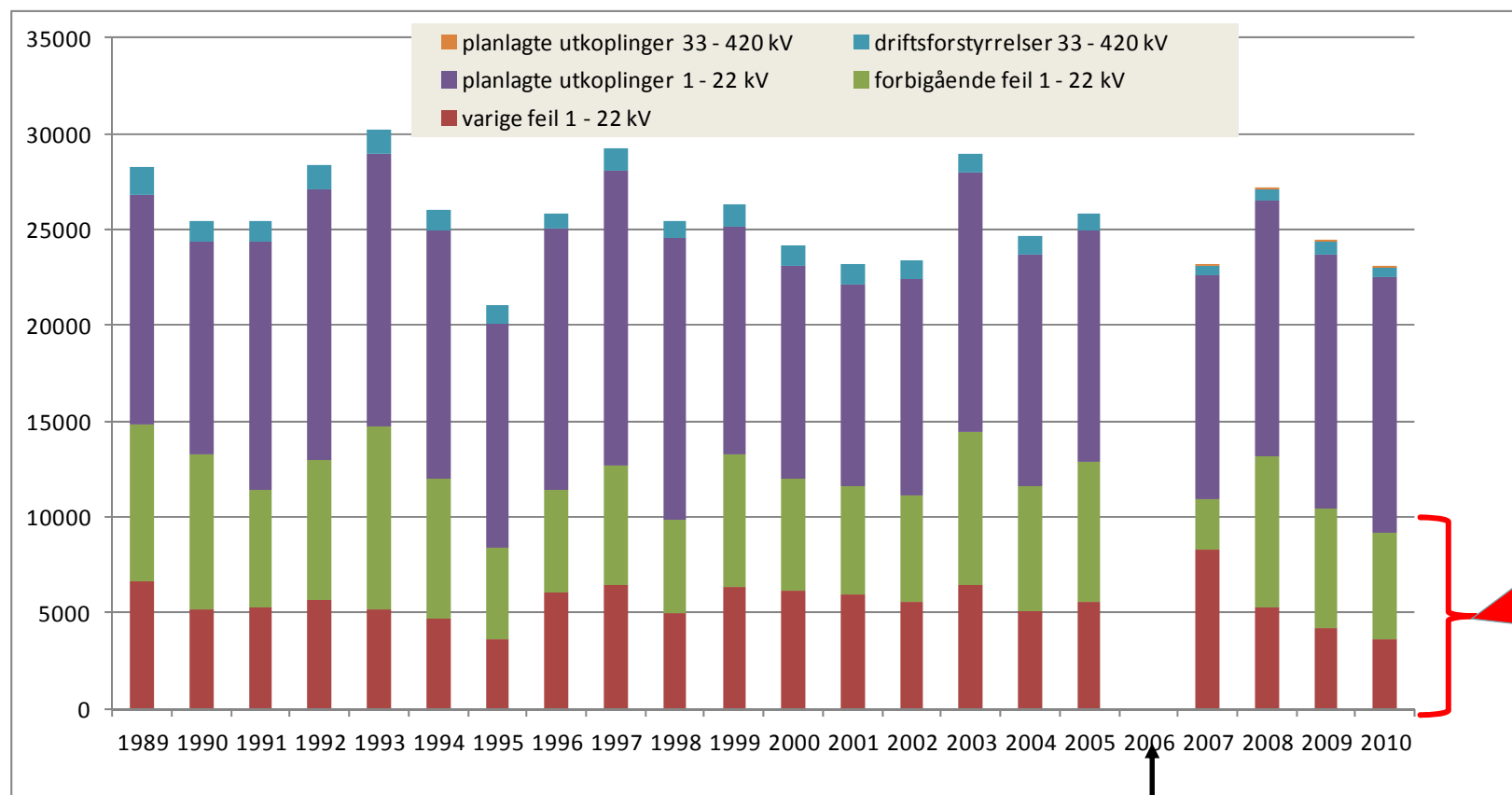
Marvik, Jorun: Distributed Generation in Smart Grid Perspective, prøveforelesning for PhD, NTNU, juni 2011

Sårbarhet i kraftnett påvirkes av mange faktorer



→ Faktorene påvirkes av Smart grids og nye sårbarheter oppstår

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

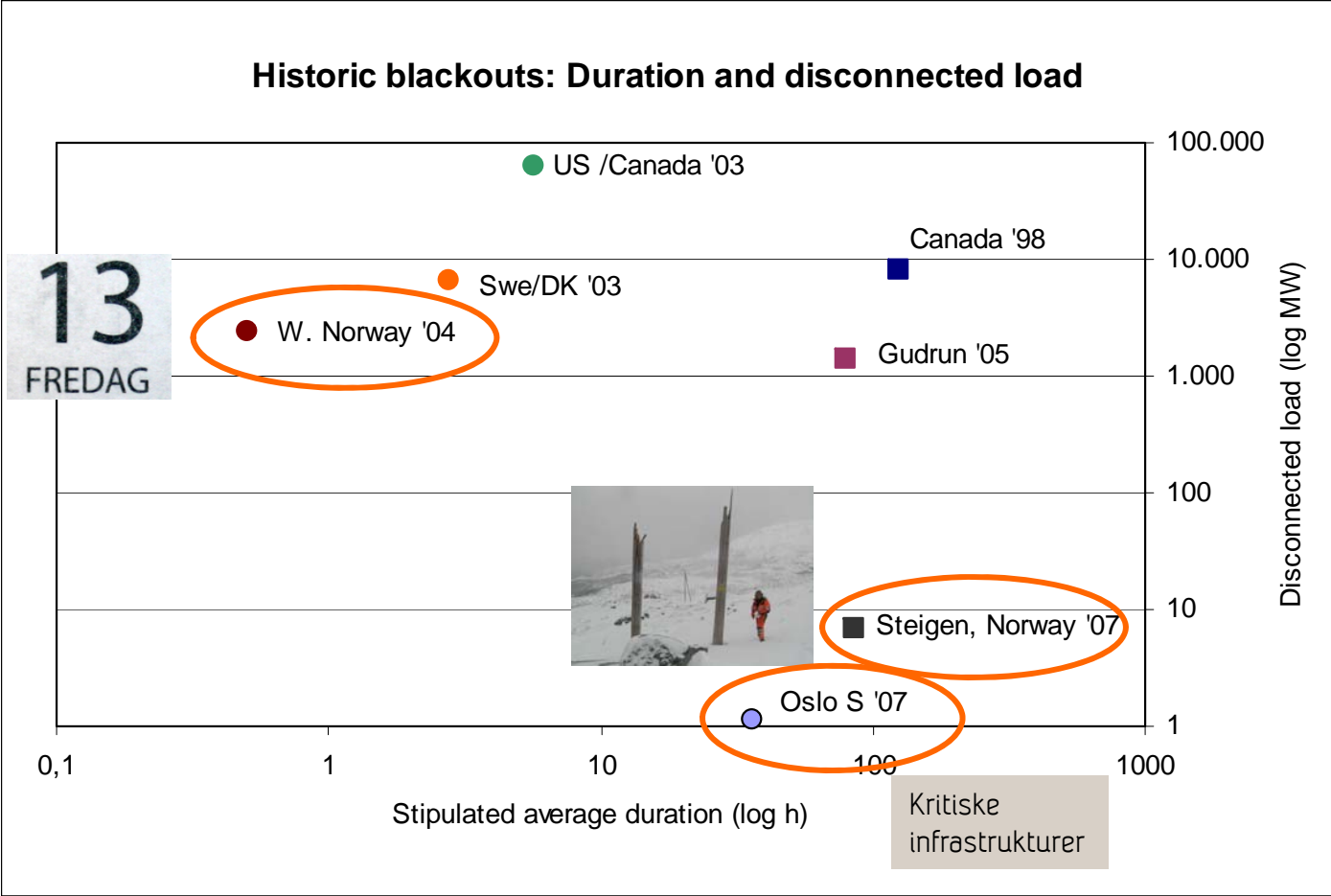


Ca 50 % skyldes været

Mangler detaljerte data for 2006

> 95 % i distribusjonsnett, ca 50 % av hendelsene skyldes feil

Ekstraordinære hendelser skjer av og til



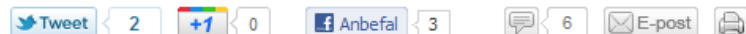
Prosjekt Vulnerability and security in a changing power system, Nfr/SINTEF Energi, 2009 - 2012

Kraftsystemet kan bli eksponert for nye typer feil

Derfor gikk NRK i svart

Publisert 09.10.11 - 17:09, endret 09.10.11 - 17:09 (VG NETT)

Av [Sindre Murtnes](#)



(VG Nett) På lørdag fikk NRK erfare at dobbelt opp ikke alltid er like gunstig.



MØRKLAGT: NRK ble avbrutt av tekniske problemer lørdag kveld. Nå er feilen avslørt. Her er NRKs lokaler på Marienlyst ved juletider i fjor. Foto: SCANPIX

For da [sendingene på NRK ble avbrutt lørdag kveld](#), skyldtes det at programvaren som avvikler sendingene ble forstyrret av sin egen back up.

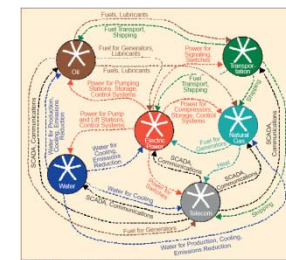
- **Hovedsystemet som sender ut sendingene våre ble forstyrret av back up-programmet som er der i tilfelle hovedsystemet svikter. Det var faktisk dobbeltsikringen som gjorde at det gikk galt, sier hovedingeniør i NRK,**



www.tu.no

Hvilke utfordringer gir Smart Grids for forsyningsikkerhet?

- Design og drift: Dagens nett er ikke bygd for Smart Grid-visjonene
- Større grad av kompleksitet, usikkerhet og gjensidige avhengigheter
 - IKT, styringssystemer, elektrifisering av transport
- Nye komponenter, ny struktur, ny drift...– flere feilkilder, nye typer feil ?
 - F.eks IKT-feil : Cyber angrep, softwarefeil, drastisk økte datamengder...
- Smart grids kan redusere "de små" avbruddene, men hva med sjeldne og komplekse utfall med omfattende konsekvenser (blackouts)?



Hva kreves for å realisere Smart Grids?

- Teknologisk utvikling, bl. a.:
 - standardisering, interoperabilitet (samspill)
 - cyber sikkerhet og data personvern
- FoU, demonstrasjon og innovasjon
 - The Norwegian Smart Grid Centre, Demo Steinkjer, Demo Hvaler osv.
- Omfattende investeringer er nødvendig
 - Nettselskaperes **insentiver** ikke tilstrekkelige til å investere, til ekstra FoU-innsats, eller for å ta i bruk ny teknologi
- Samfunnsmessig **aksept** for utvikling av infrastruktur



www.smartgrids.no

Hva må gjøres for å møte utfordringene mht sårbarhet?

Noen punkter...

- Smart Grids gir muligheter for økt forsyningssikkerhet (blant annet), men introduserer nye sårbarheter
- Indikatorer for å måle og overvåke utviklingen i risiko og sårbarhet i kraftsystemet
- Metoder og verktøy for å analysere forsyningssikkerhet/ pålitelighet ved introduksjon av SG-funksjoner og samspill produksjon – nett – last
- Risiko- og sårbarhetsanalyser for nye typer hendelser, gjensidige avhengigheter, klimapåkjenninger mm. ,
 - ekstraordinære hendelser i fokus
 - tverrfaglige analyser

Hvordan vil vi egentlig ha det? Hva vil Norge?





Teknologi for et bedre samfunn

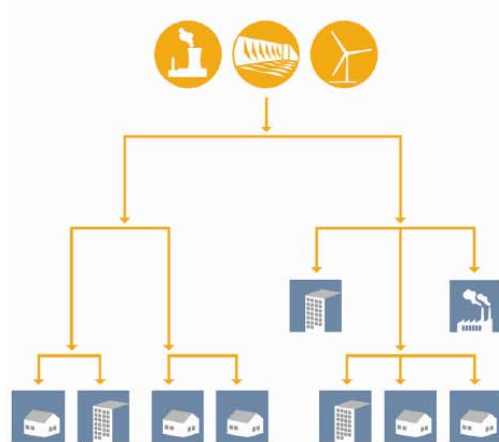
Litteratur om Smart Grids

- The Norwegian Smart Grid Centre, www.smartgrids.no
- Smart Electricity Grids: Technology Information sheet, SETIS: <http://setis.ec.europa.eu/newsroom-items-folder/smart-electricity-grids-technology-information-sheet>
- European Technology Platform for the Electricity Networks of the Future (Smart Grids), www.smartgrids.eu
- Tema/seminar Smartgrid i et norsk perspektiv, Energi Norge februar 2011, presentasjoner: <http://www.energinorge.no/nett/smartgrid-i-et-norsk-perspektiv-article8229-244.html>
- Sand, K.: Smartgrids i et norsk perspektiv, SINTEF Energi oktober 2010, arbeidsnotat AN 10.12.81
- North American Electric Reliability Corporation (NERC), Reliability Considerations from the Integration of Smart Grid, December 2010, www.nerc.com

Fremtidens elektriske energisystem - Smart Grids

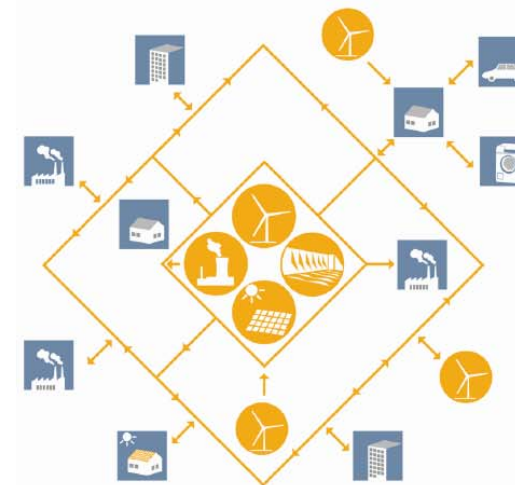
Smart Grids – A transition over time

Traditional grid



- Centralized power generation
- One-directional power flow
- Operation based on historical experience

Smart Grid



- Centralized and distributed power generation (renewable)
- Multi-directional power flow
- Operation based on real time data

Noen kjennetegn

- Øket innslag av distribuert produksjon i høyspennings- og lavspenningsnettet – og i installasjonen
- Øket innslag av ladbare biler og busser
- Øket samspill med kundenes last
- Toveis flyt av elektrisk energi, informasjon og styresignaler

SMART GRID – et flerfaglig integrasjonsprosjekt

- Elkraftteknologi
- IKT (IT – telekom,...)
- Måle- og sensorteknologi
- Kybernetikk/regulering
- Prosessteknologi
- Materialer/kjemi
- Samfunnsfag/økonomi ...



Hvor "smart" er nettet i dag?

Sentral- og regionalnett



“Smart”

Distribusjonsnett



Ikke særlig “smart”

Kunde/lavspennetnett



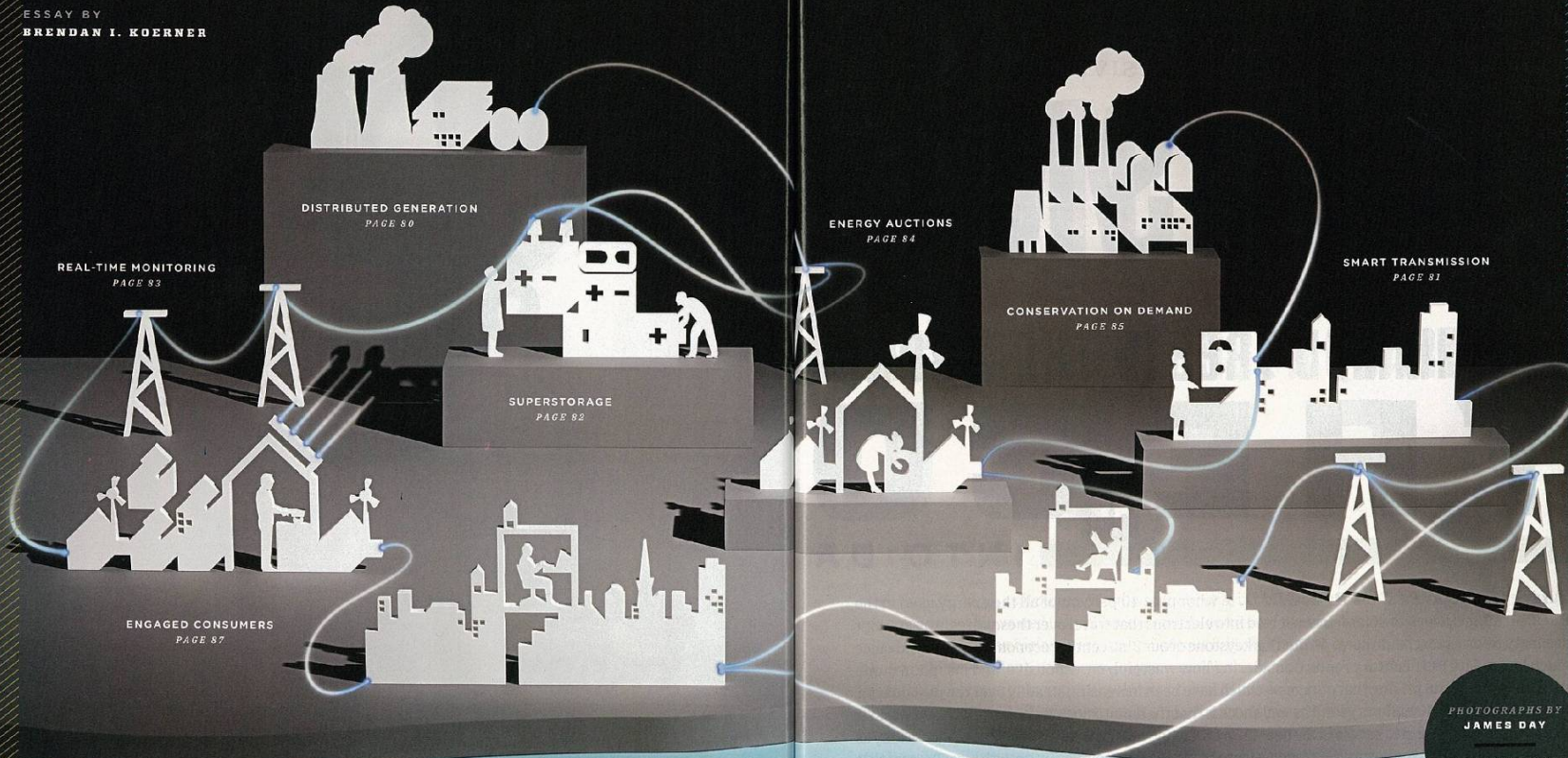
I ferd med å bli “smart”

POWER TO THE PEOPLE

WE HAVE THE TECHNOLOGY. OBAMA ISSUED THE MANDATE

AND BILLIONS IN FUNDING. SEVEN WAYS TO FIX THE GRID NOW.

ESSAY BY
BRENDAN I. KOERNER



76 ...

PHOTOGRAPHS BY
JAMES DAY
ILLUSTRATIONS BY
LAMOSCA