

Energisystemets sårbarhet og muligheter knyttet til de forventede klimaendringene og behovet for tilpasning innen sektoren

**NOU Klimatilpassing - fagmøte om Energi
8. desember 2009**

**Seniorforsker Gerd Kjølle, gerd.kjolle@sintef.no
SINTEF Energiforskning**

Innhold

- Smakebiter fra tre prosjekter ved SINTEF Energiforskning:
 - Nordic Project on Climate and Energy (2003 – 2006)
 - Deltema: Konsekvenser for **tilsig og kraftproduksjon**
 - VAKLE (2001 – 2006)
 - Et forskningsprosjekt om **virknings for liv i vassdrag** av endret klima, tilsig og kraftverksdrift
 - Vulnerability and security in a changing power system (2009 – 2012)
 - Deltema: **Sårbarhet i kraftnettet** som følge av klimaendringer

Konsekvenser for tilsig og kraftproduksjon i Norden

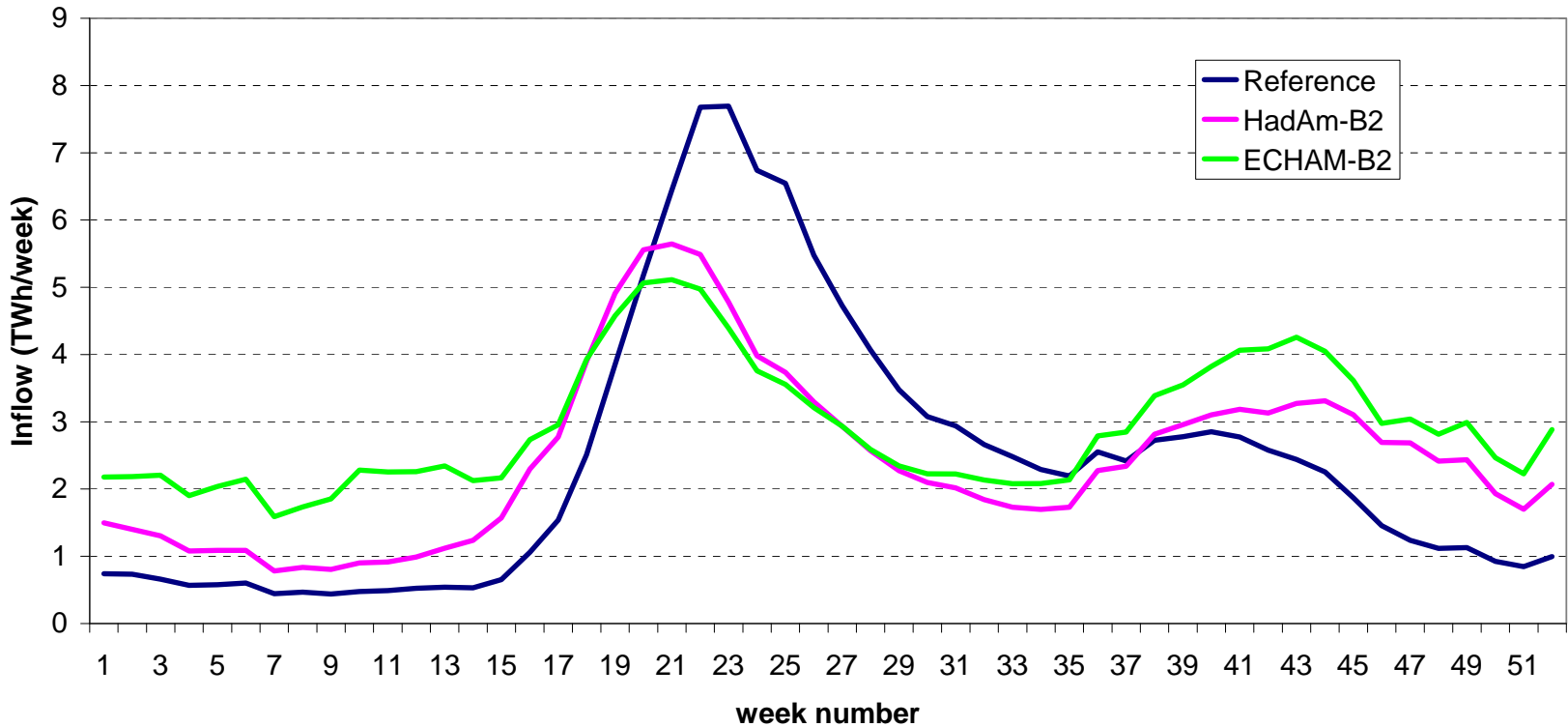
Nordic Project on Climate and Energy
(2003 – 2006)

Energy system analysis -method

- Objective: Calculate consequences of forecasted climate changes for the period 2071-2100 for the Nord Pool electricity system
- Method: Simulate a given system, using **"Samkjøringsmodellen"**
 - With reference climate – period 1961-1990
 - Compare with simulation for climate scenarios
 - HadAm-B2
 - ECHAM-B2
- Calculates consequences of climate change for a given system – does **not** give a forecast for how the system develops into the future



Average simulated energy inflow to Norway



2071 – 2100

Simulated average yearly **inflow**

	Reference (1961- 1990)	HADAM (2071-2100)			ECHAM (2071-2100)		
	Inflow (TWh)	Inflow (TWh)	Change (TWh)	Change (%)	Inflow (TWh)	Change (TWh)	Change (%)
Norway	124.0	127.3	3.3	2.7	152.2	28.2	22.7
Sweden	65.9	71.4	5.5	8.3	81.6	15.7	23.8
Finland	13.9	15.5	1.6	11.5	18.5	4.6	33.1
Sum Nord Pool	203.8	214.1	10.3	5.1	252.3	48.5	23.8

Simulated average yearly **production**

	Reference (1961-1990)	HADAM (2071-2100)			ECHAM (2071-2100)		
	Production (TWh)	Prod. (TWh)	Change (TWh)	Change (%)	Prod.	Change (TWh)	Change (%)
Norway	115.3	117.9	2.6	2.3	135	19.7	17.1
Sweden	62.3	66.3	4.0	6.4	74.5	12.2	19.6
Finland	11.9	12.8	0.9	7.6	14.1	2.2	18.5
Sum Nord Pool	189.5	197.0	7.5	4.0	223.6	34.1	18.0

Summary

- Expects considerable increase in inflow and hydro power production
 - Especially for the ECHAM-B2 scenario
 - Largest increase in western and northern Norway and northern Sweden, most of the increase in the winter
- Almost no change in wind power production
- (Reduced thermal production in Finland)
- (Lower prices
 - Provided no capacity adaptations)



**Virkninger for liv i vassdrag av
endret klima, tilsig og kraftverksdrift
-Nye utfordringer for forvaltningen
(2001 – 2006)**

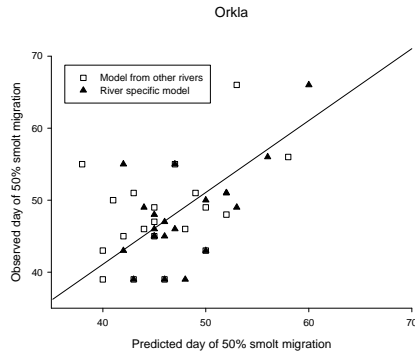
VAKLE - Utgangspunkt

- Klimascenarier (nedbør og lufttemperatur) – meteorologiske modeller på globalt nivå gir input til simuleringer på lokalt nivå:
 - Hydrologiske modeller
 - Produksjonsplanleggingsmodeller
 - Fysiske og biologiske modeller
- Beregne virkningen på:
 - Vannføring
 - Vanntemperatur
 - Fiskehabitat
 - Fiskevekst
 - Vinteroverlevelse
 - Smoltvandring etc. hos laks

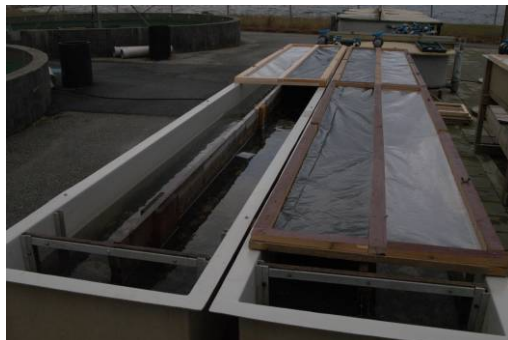
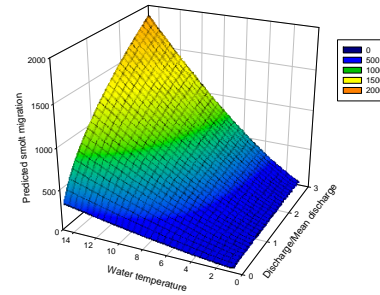


How we work

Improve existing models



Building new models and relationships



Experimental studies

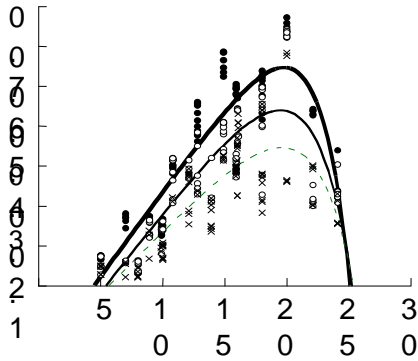


Field studies

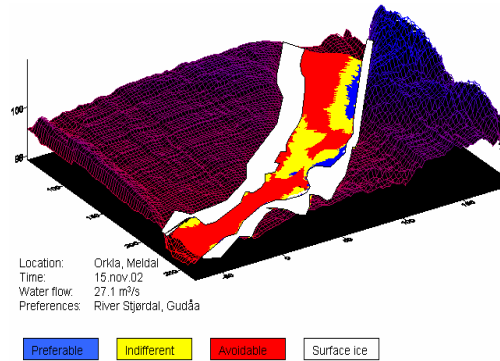


Climate, water temperature, flow conditions

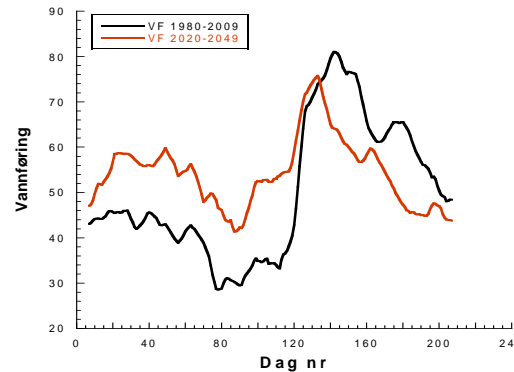
Fish growth



Habitat conditions



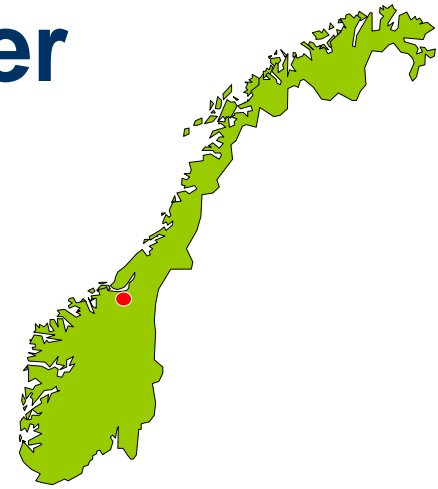
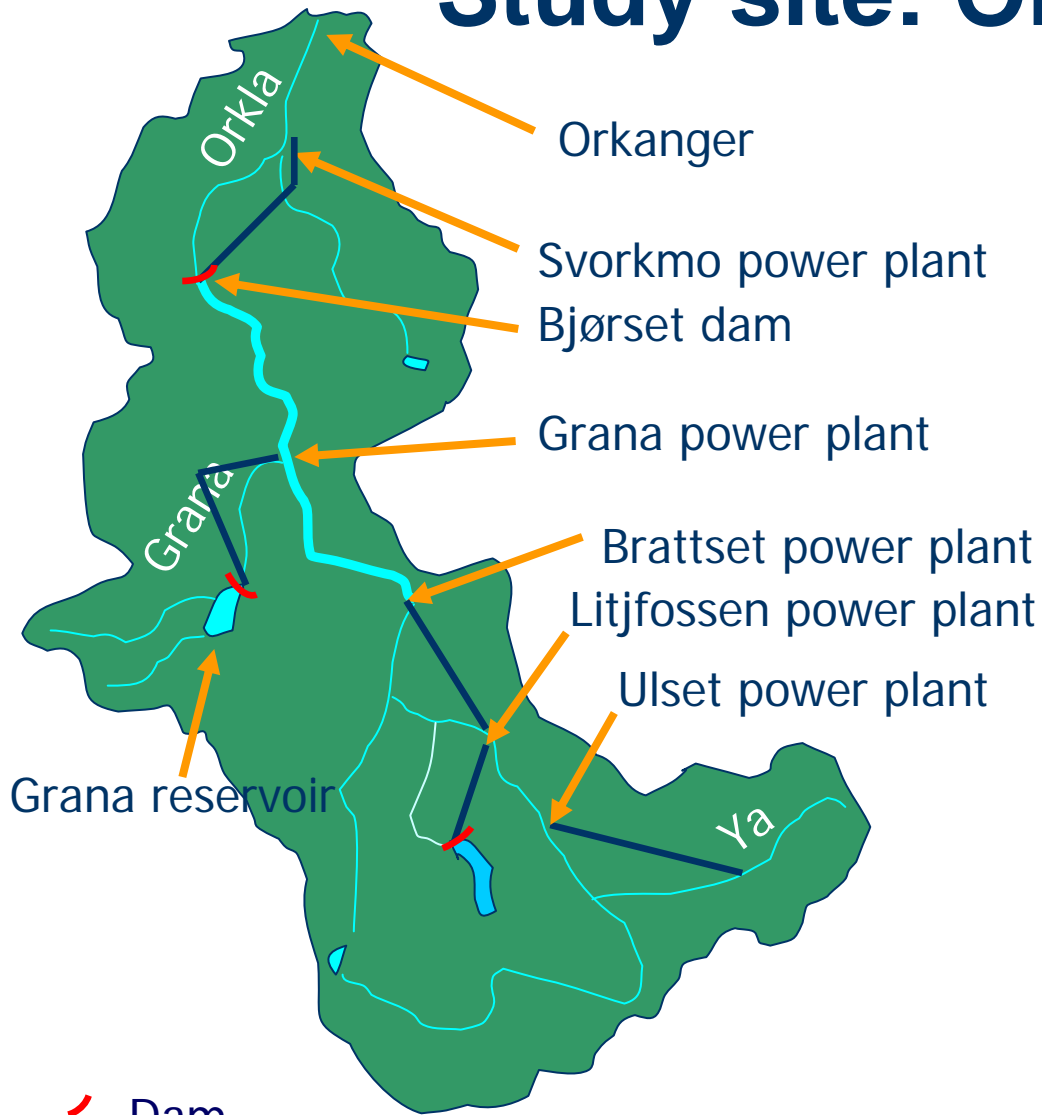
Winter energetics



Smolt migration



Study site: Orkla River

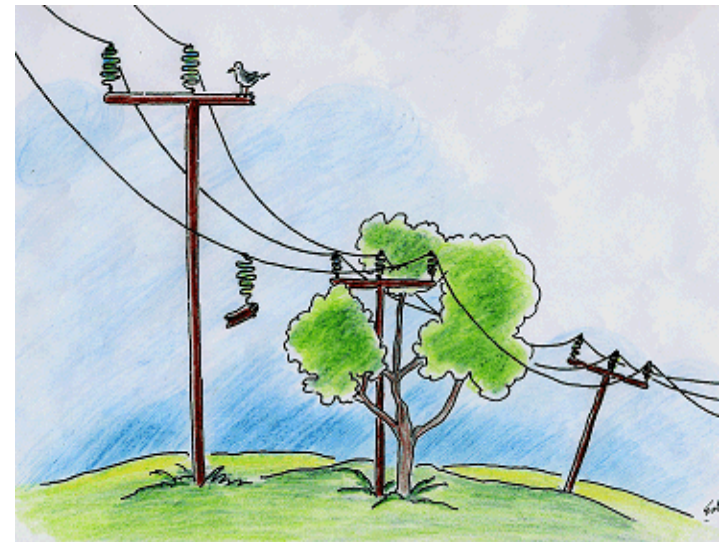


- Dam
- Tunnel and power plant

Conclusions:

– både mer kraft og mer laks Orkla!

- More inflow and more hydro power production
- Seasonal pattern changes in inflow and power production
- Higher water temperature
- Less surface ice and more anchor and frazil ice
- Increased salmon production due to increased growth rate and younger smolt
- Slight decrease in fish habitat quality most of the time, but fewer days with no suitable habitat
- Increased energy consumption in winter, but higher minimum flow in winter → No change in winter survival
- No change in smolt survival during migration



Sårbarhet i kraftnettet

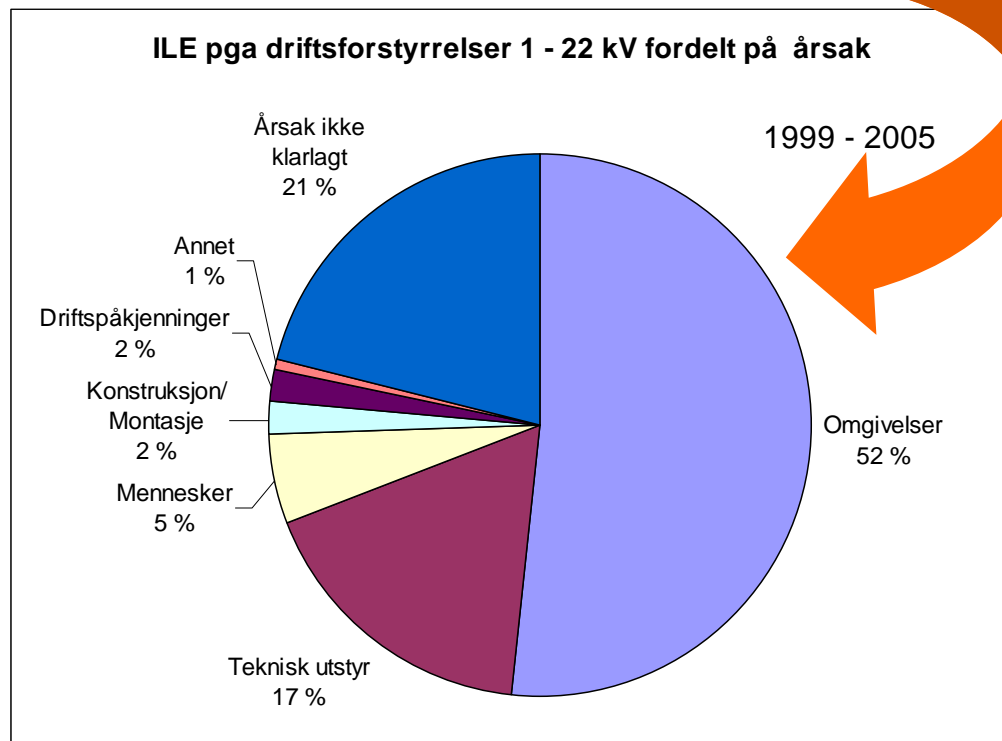
Prosjekt Vulnerability and security in a
changing power system
(2009 – 2012)

Været gir opphav til mange avbrudd og mye ikke levert energi

■ Værpåkjenninger:

- Vind
- Snø/is
- Salt/forurensning
- Torden
- Nedbør
- Temperatur

- Vegetasjon



Kraftledningene er sårbare; Været kan forårsake store skader og forsinkelser i reparasjonsarbeidet

Hva betyr klimaendringene for kraftnettet?



Konsekvenser for kraftledningsnettet

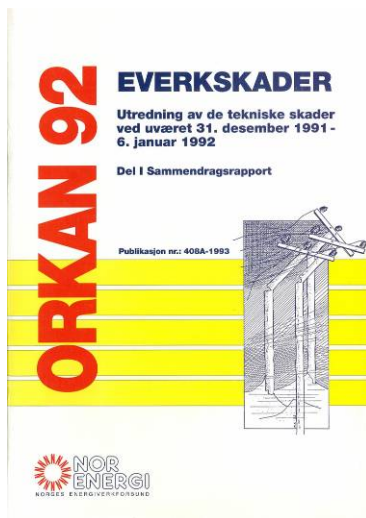
- Mekaniske momenter
 - Islast (skyising og våtsnø)
 - vindlast
 - dynamiske påkjenninger (vibrasjoner, galoppering, slitasje)
 - skred
 - mastefundamenter - stabilitet og forvitring
 - korrosjon - stålmaster
 - råde - tremaster
 - skogrydding
- Elektriske momenter
 - lyn
 - forurensing i snø og is
- Adkomst og tilgjengelighet
 - i luften
 - på bakken

B. E. K. Nygaard,
Energidagene 2009

Norwegian Meteorological Institute met.no



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



Nyttårsorkan
Nord-Vestlandet
1992



Gudrun jan. 2005

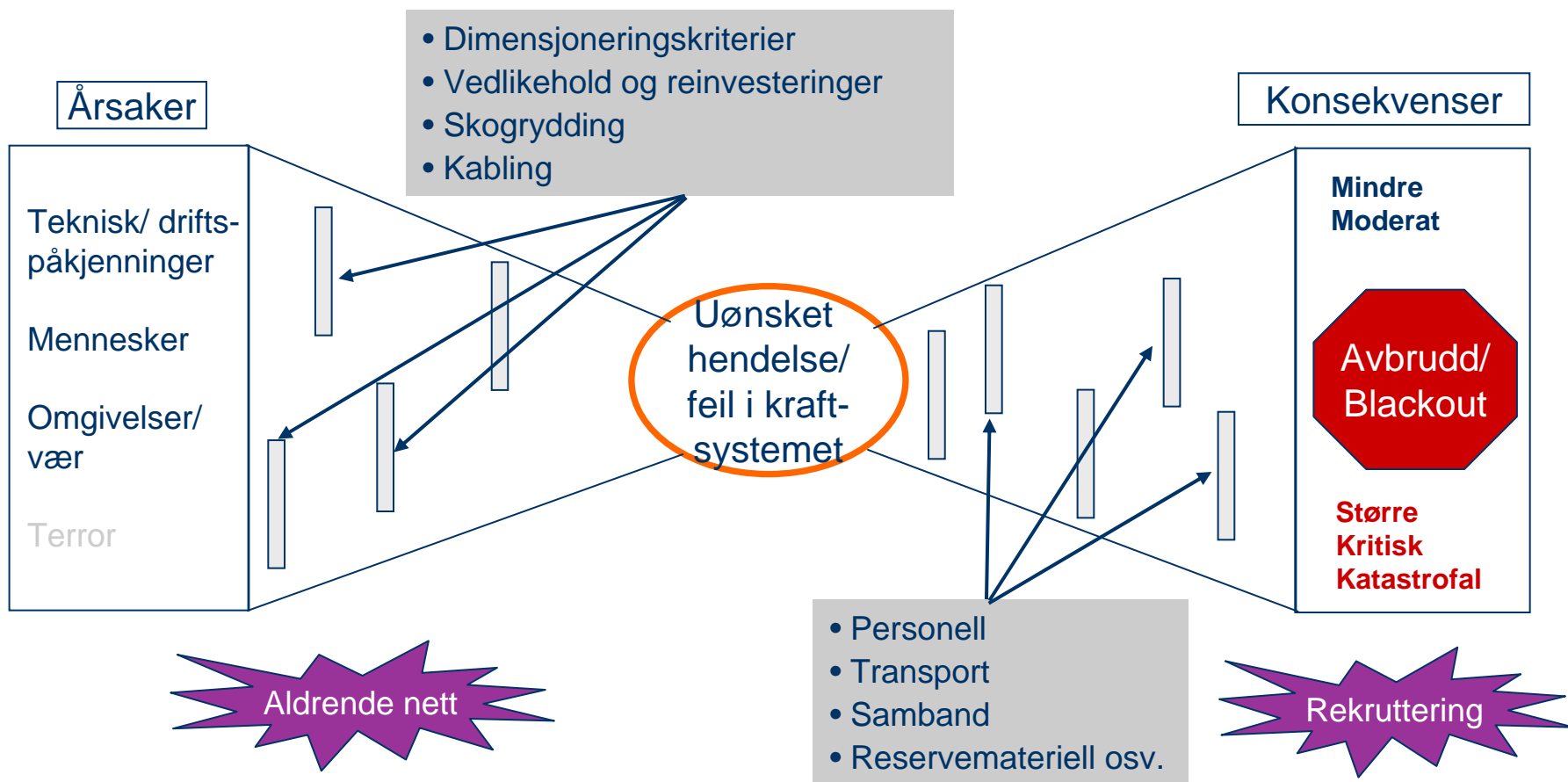


Nedsnødd i Agder 2006



Steigen
jan. 2007

Sårbarhet kan reduseres ved å ha gode barrierer



Hvordan kan vi kontrollere sårbarhet?

- Overvåke
 - Tilstandskontroll av komponenter
 - Trenger gode indikatorer
- Analysere betydning
 - Trenger gode metoder for tilstandsvurdering og risiko- og sårbarhetsanalyse
- Treffe tiltak
 - Identifisere gode barrierer

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



Oppsummering

- Smakebiter fra tre prosjekter ved SINTEF Energiforskning:
 - Nordic Project on Climate and Energy (2003 – 2006)
 - Deltema: Konsekvenser for tilsig og kraftproduksjon
 - Kontakt: birger.mo@sintef.no
 - VAKLE (2001 – 2006)
 - Et forskningsprosjekt om virkninger for liv i vassdrag av endret klima, tilsig og kraftverksdrift
 - Kontakt: atle.harby@sintef.no
 - Vulnerability and security in a changing power system (2009 – 2012)
 - Deltema: Sårbarhet i kraftnettet som følge av klimaendringer
 - Kontakt: gerd.kjolle@sintef.no