



Europeiske energiscenarier

Bjørn H. Bakken
 bjorn.h.bakken@sintef.no
 www.sintef.no/energy

CenSES

Centre for Sustainable Energy Studies



Scenariemetodikk

- Scenarier er en formell måte å beskrive og utforske framtidig og usikker utvikling på
- Scenarieanalyser kan utføres med større eller mindre bruk av numeriske analyser og datamodeller
- To viktige klassifiseringer av modeller
 - Simulering eller Optimering (**Informere** eller **Velge**)?
 - Bottom-up eller Top-down (**Engineering** eller **Økonometrisk**)?
- *Velg riktig verktøy for jobben – ikke omvendt!*
- **Modellbrukerens 1. hovedsetning: G/GO**
 - Garbage In – Garbage Out
 - **Guesses In – Guidance Out**



Scenariemetodikk

Presenterer to alternative metoder i dag:

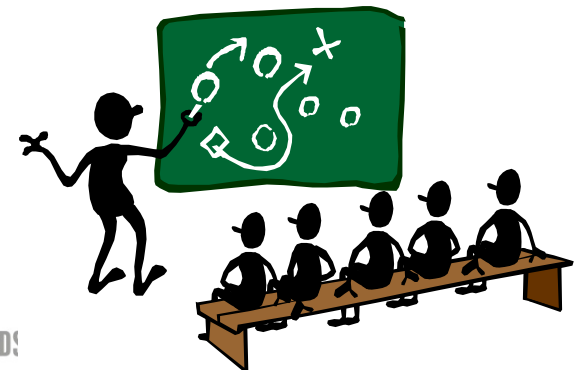
- **A: Multi-attribute Trade-off Analysis**
 - Multiple scenarier som genereres ved å endre en og en antakelse
 - Trade-off analyse for å identifisere robuste strategier
 - www.sintef.no/transes
- **B: Storylines med hoved-driverne**
 - Identifikasjon av de mest relevante driverne for analysen
 - Etablere *Storylines* ved å kombinere disse driverne
 - www.susplan.eu

CenSES

Centre for Sustainable Energy Studies

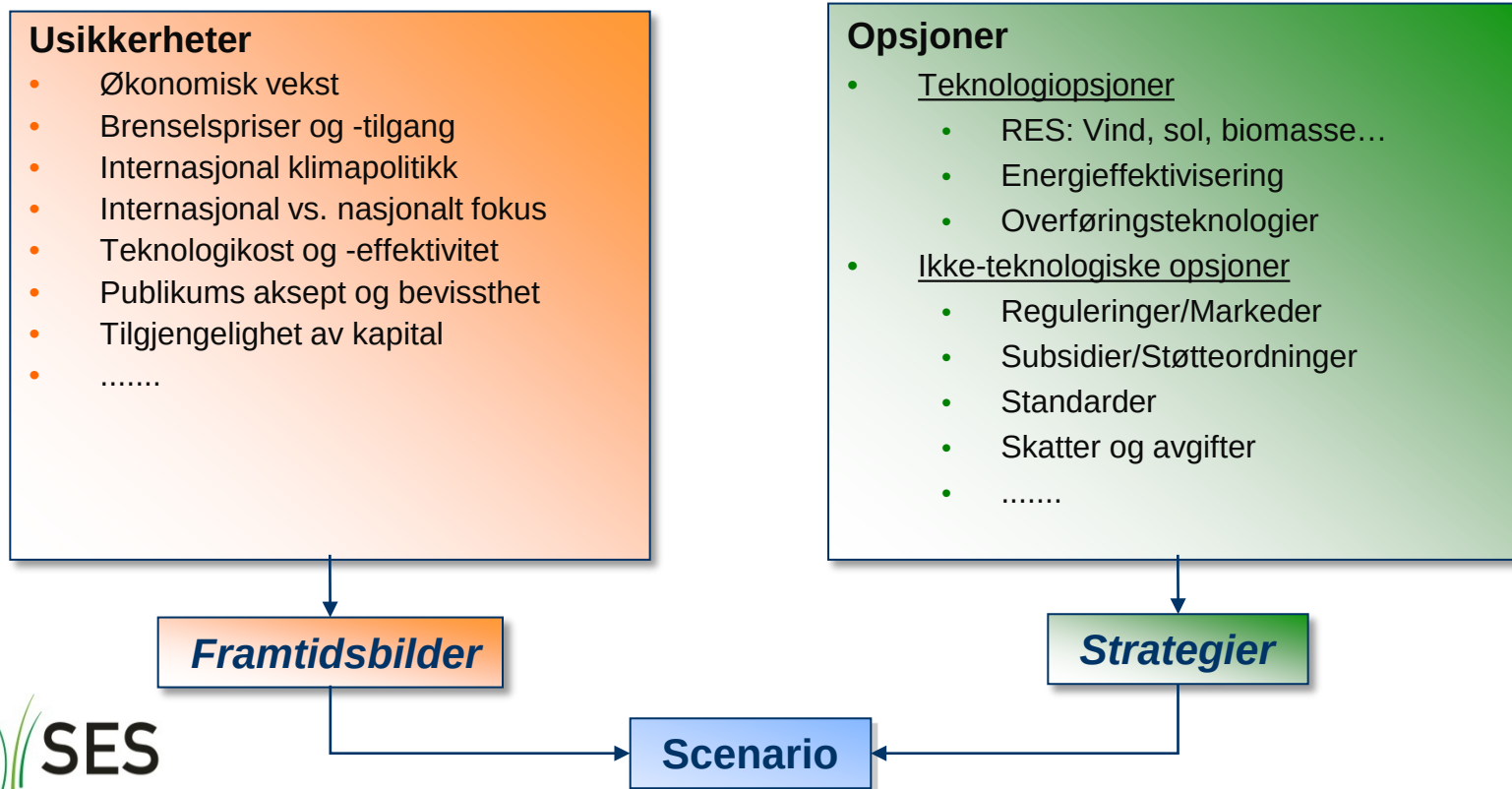


VESTLANDS



A. Multi-attribute Trade-off Analysis

- Et scenario er en kombinasjon av **ukontrollerbare usikkerheter** og **kontrollerbare opsjoner** (sett fra beslutningstakerens perspektiv)
- Opsjonene kombineres til **Strategier** og usikkerhetene kombineres til alternative **Framtidsbilder**



TRANSES-prosjektet (MIT / IFE / NTNU / SINTEF):

Multiple scenarier

- **48 unike Strategier**

- Vindkraft (2x)
- Vannkraft (2x)
- Kjernekraft (2x)
- Kull- og gasskraft m/CCS (2x)
- Import/eksport (1x)
- Biomasse (2x)
- Avfall (1x)
- Energieffektivisering i husholdn. og næring (1x)
- Energieffektivisering i industri EUE (1x)
- Kilder til oppvarming (1x)
- Veitransport (2x)

- **24 unike Framtidsbilder**

- Energietterspørsel (3x)
- Brenselspriser (3x)
- CO₂ avgift (2x)
- Europeisk el.pris (1x)

- ***Totalt ant. scenarier:***
24 x 48 = 1152

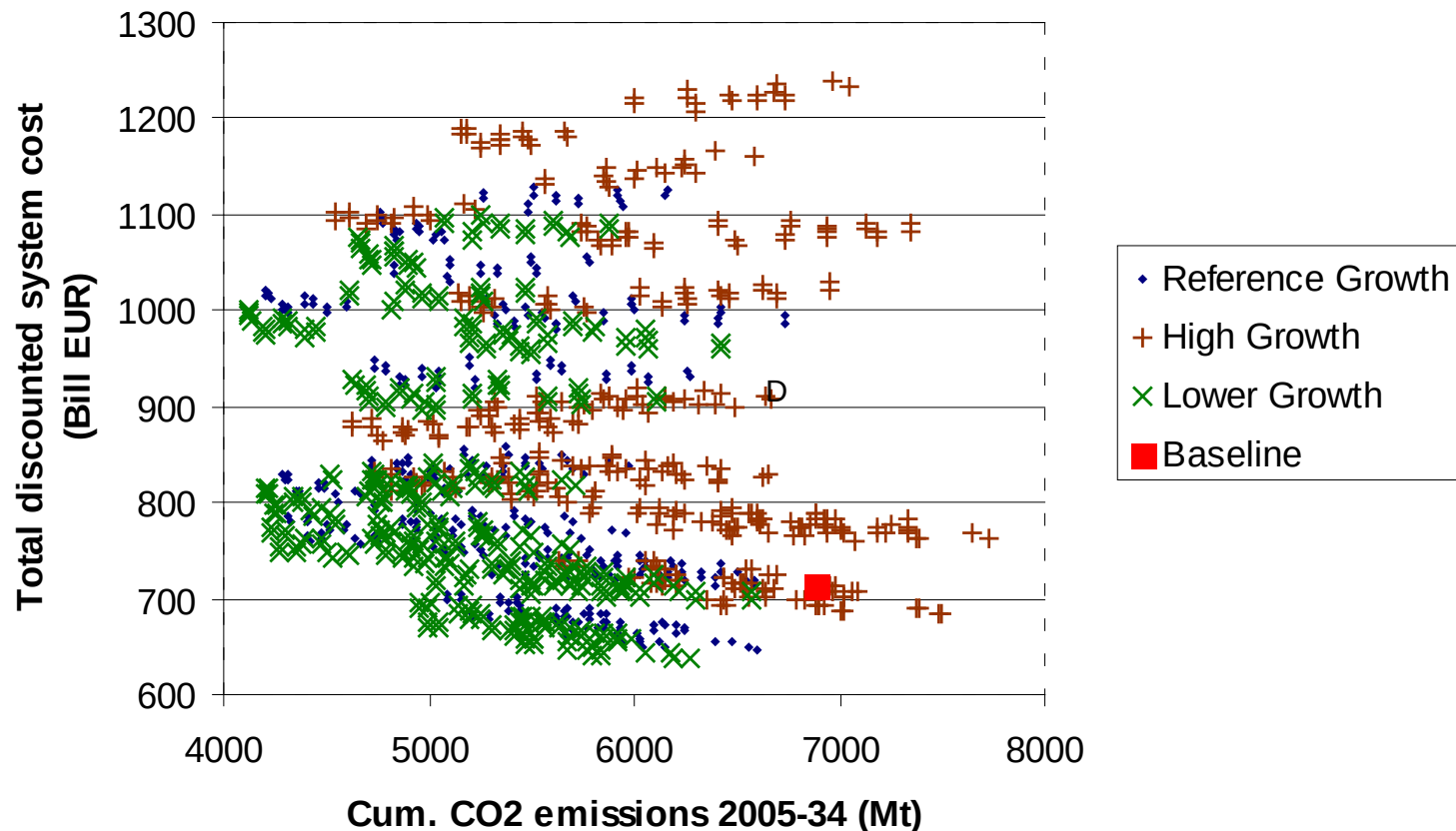
Cen|SES

Centre for Sustainable Energy Studies



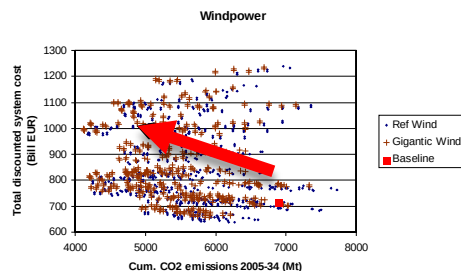
1152 scenarier sortert etter energietterspørsel

Total systemkostnad vs. akkumulerte CO₂-utslipp 2005-2034

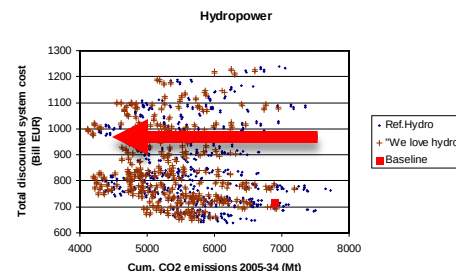


Oppsummering strategier

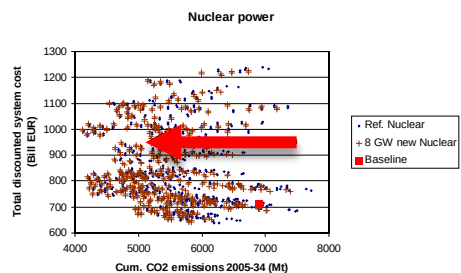
Vind



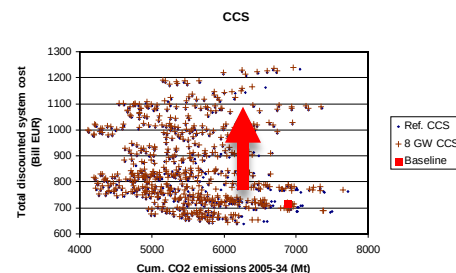
Hydro



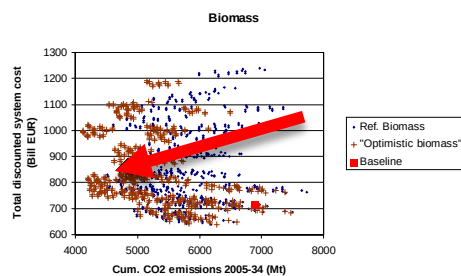
Kjernekraft



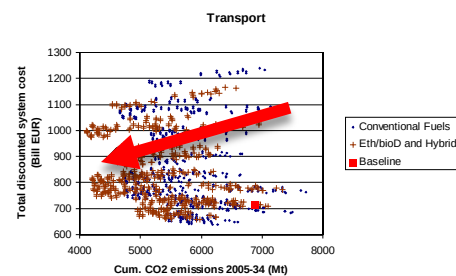
CCS



Biomasse



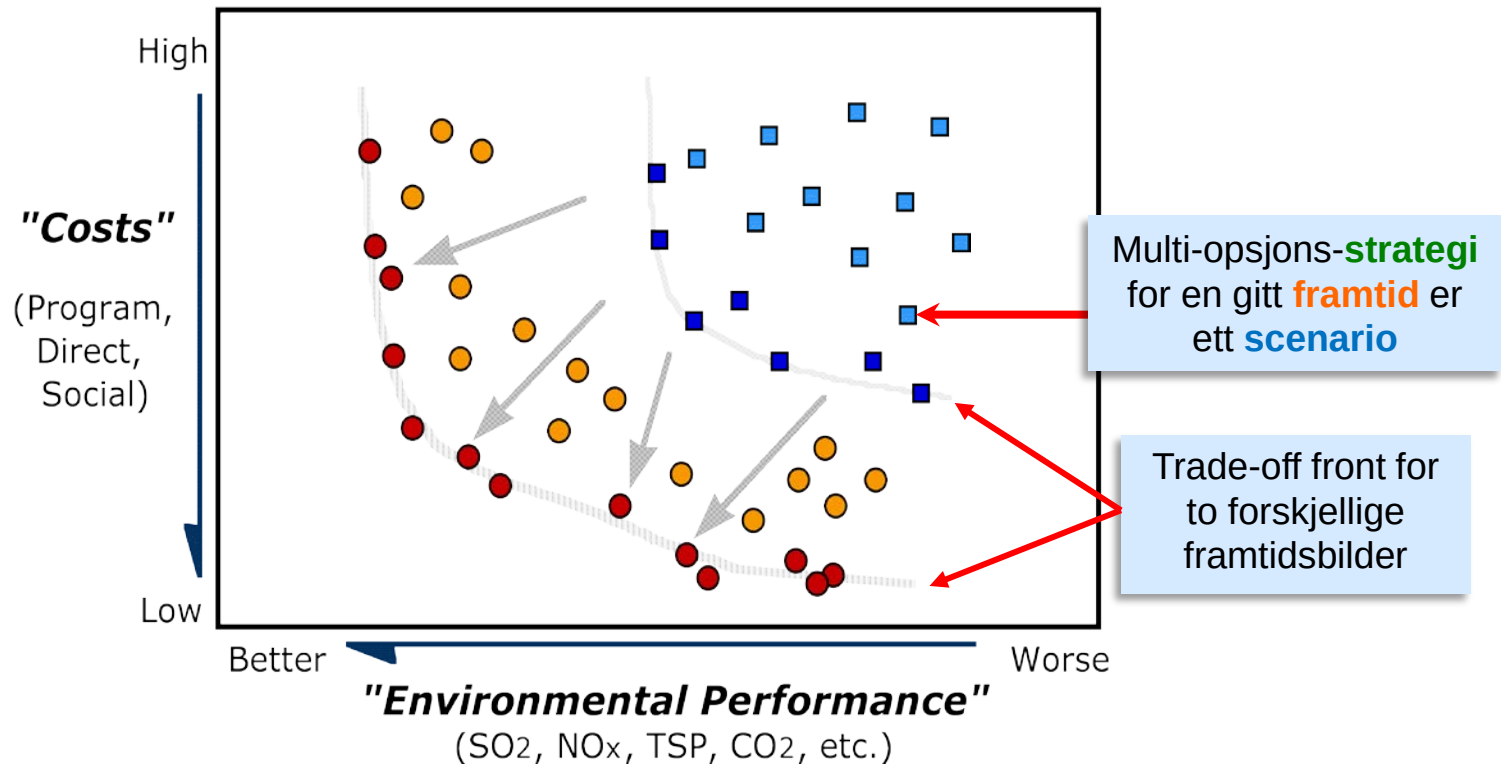
Transport



CenSES

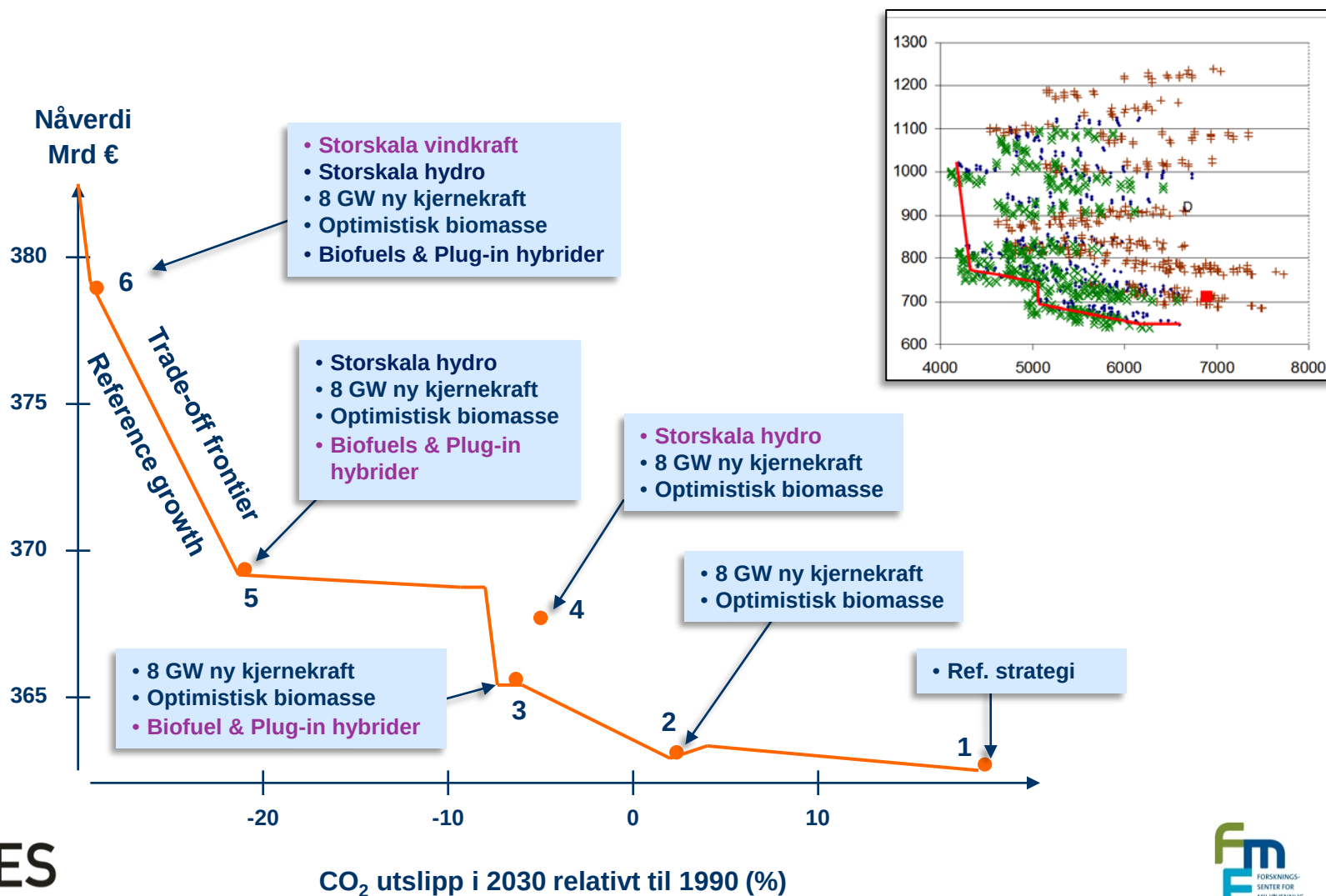
Centre for Sustainable Energy Studies

Trade-off analyse

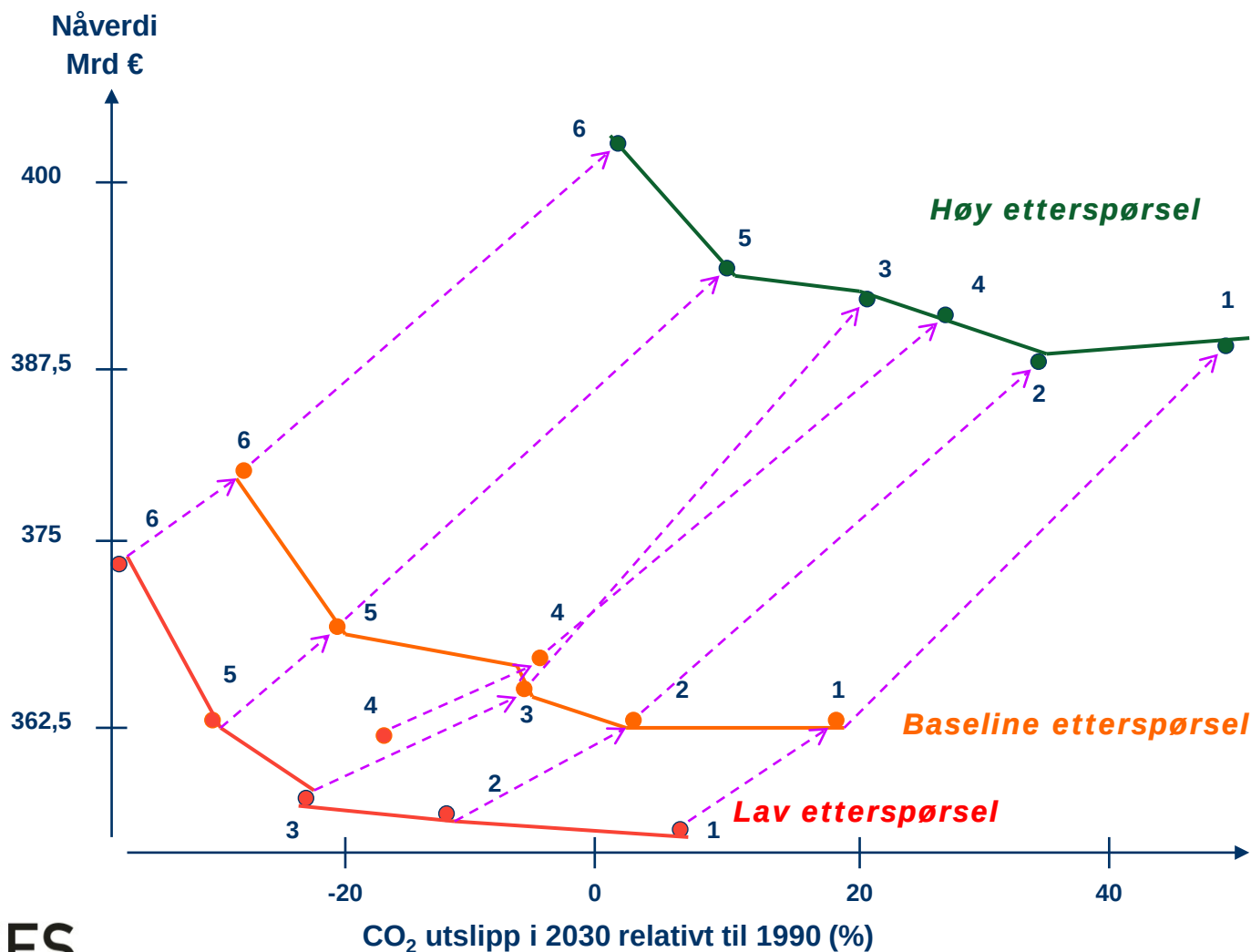


- I trade-off analysen sjekker man hvordan ulike **strategier** takler ulike alternative **framtidsbilder**
- En **robust strategi** forblir på trade-off fronten for de fleste (alle) framtidsbildene

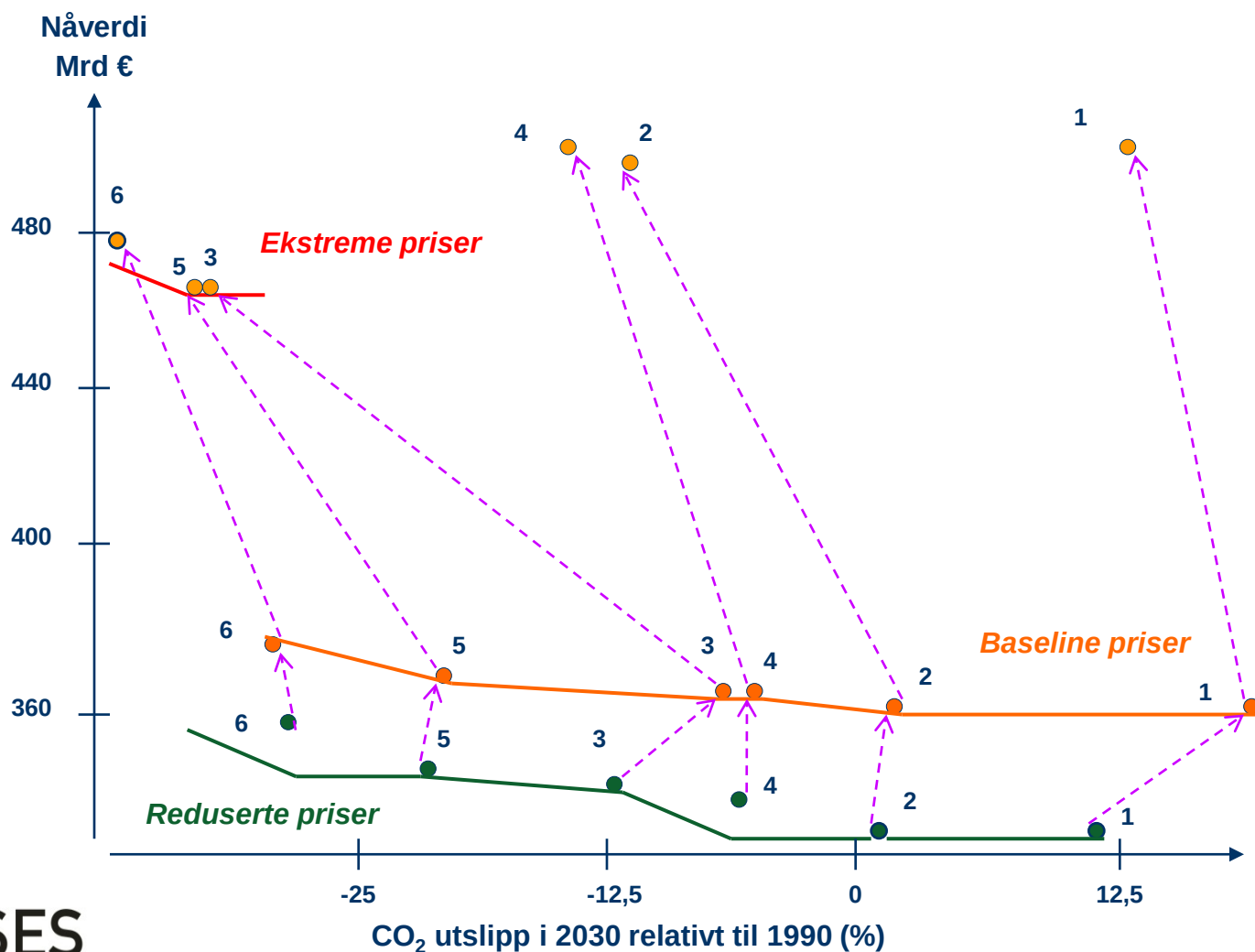
6 utvalgte strategier på trade-off fronten



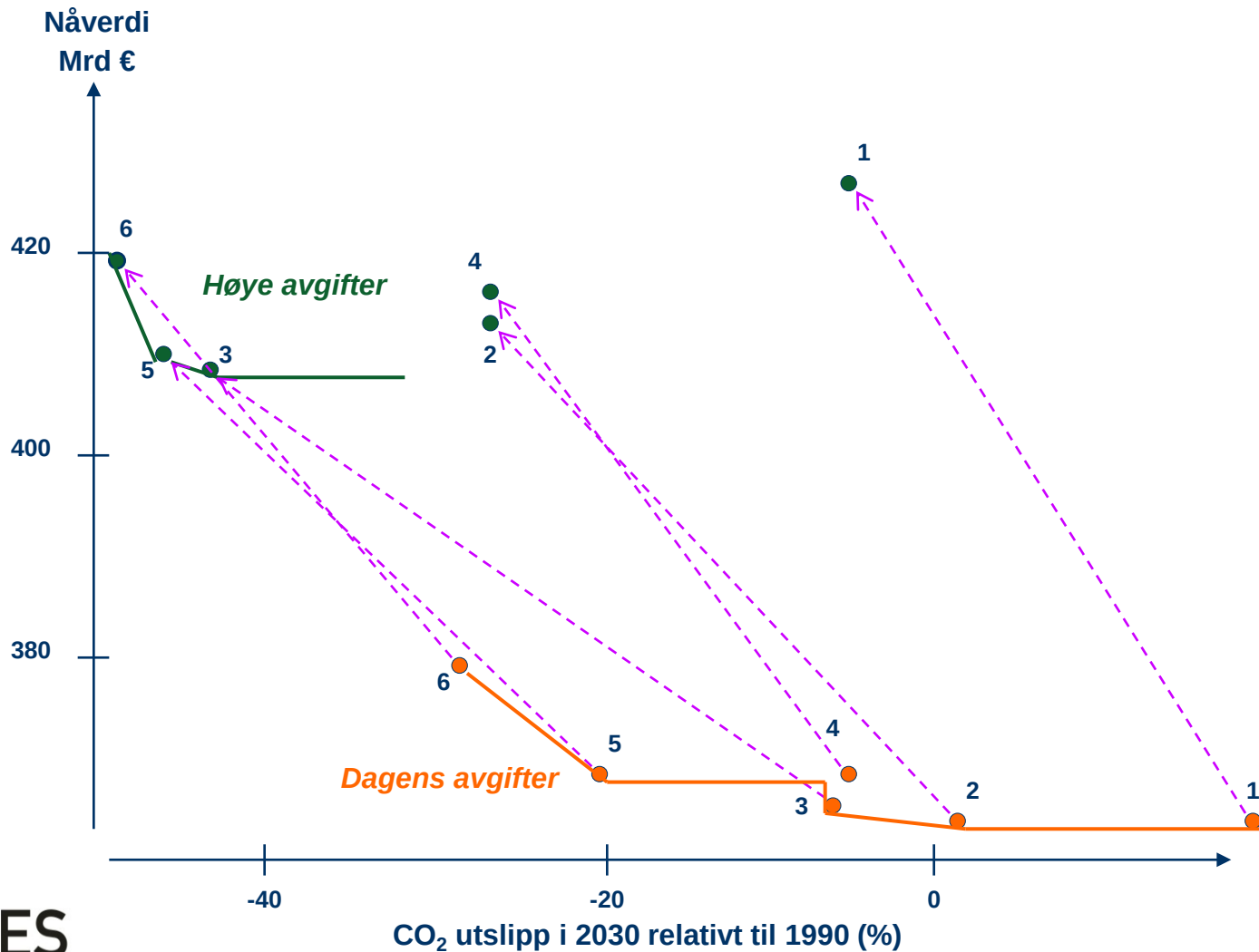
- Effekten av redusert etterspørsel



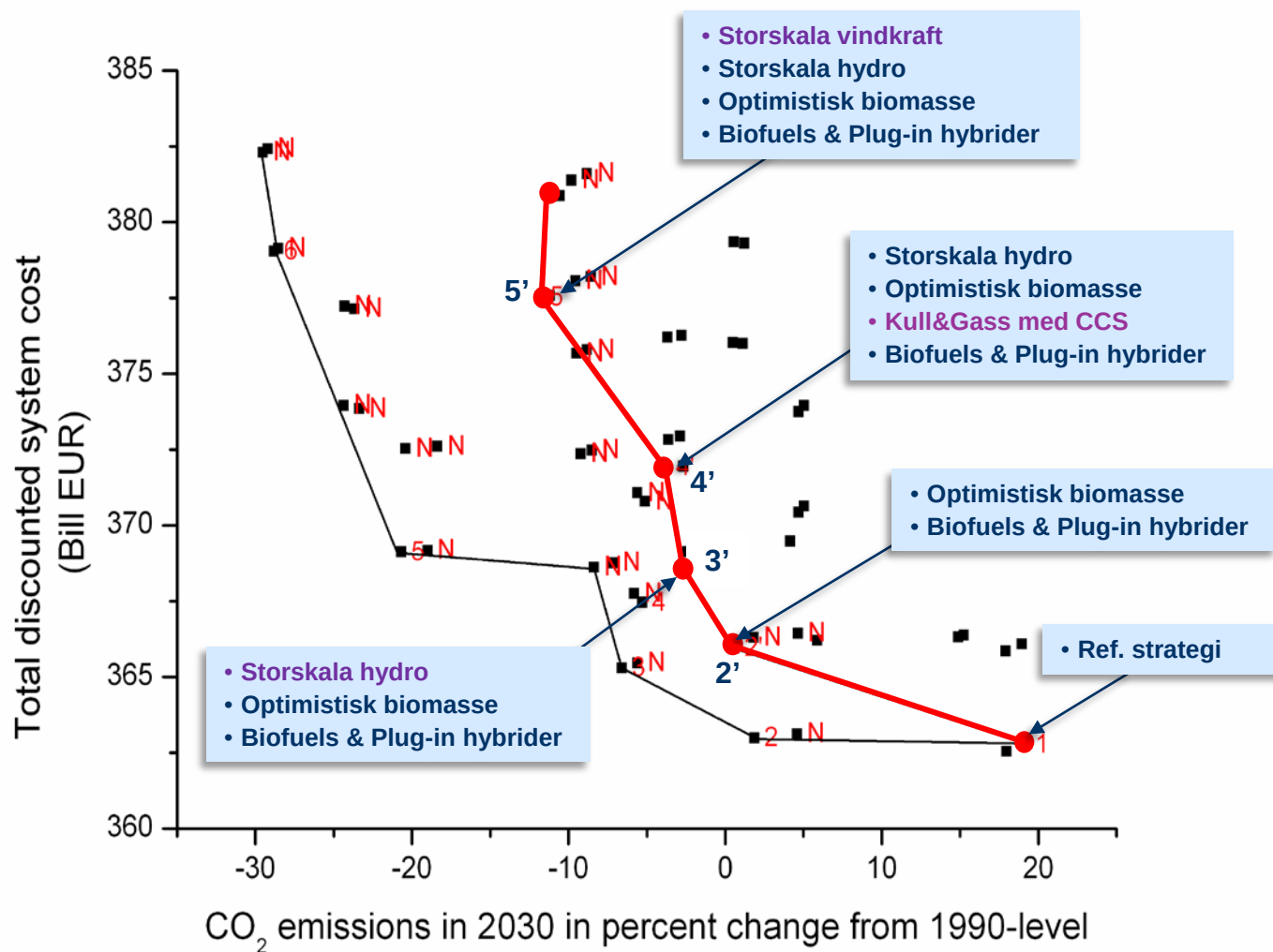
- Effekten av brenselpriser



- Effekten av CO₂-avgifter

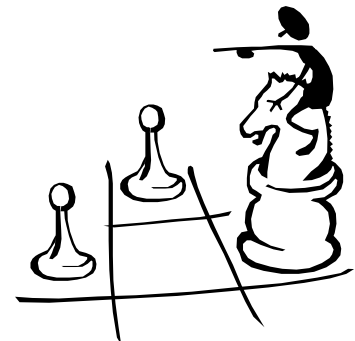


Betydningen av kjernekraft



Trade-off oppsummering

- De følgende tre strategiene er mest robuste for de framtidsbildene som er undersøkt
 - **Nr 3:** Kjernekraft, biofuels/hybrid transport og biomasse-kraft
 - **Nr 5:** Storskala vannkraft, kjernekraft, biomasse og biofuels/hybrid transport
 - **Nr 6,** som i tillegg til opsjonene over også inkluderer mer on- og offshore vindkraft, har de laveste CO₂-utslippene i alle framtidsbildene, men har høyere kostnader enn #3 and #5
- Uten kjernekraft trengs mer fornybar energi og/eller fossil kraftproduksjon med CCS for å redusere CO₂-utslippene. Dette øker totale systemkostnader
- <http://www.sintef.no/transes>



B. Storylines med hoved-drivere

1. Definer analysens **fokus**; det viktigste spørsmålet som man ønsker å finne svar på
2. Identifiser de **primære drivkreftene** (for det valgte fokus); disse defineres normalt innenfor kategoriene: *Sosiale, Økonomiske, Politiske* eller *Teknologiske* drivkrefter.
3. Grupper ulike drivkrefter etter fellesnevnerne som trekker i samme retning for å sitte igjen med færrest mulig dimensjoner. F.eks. vil kombinasjonen av 2 drivere gi fire fundamentalt forskjellige framtidsbilder eller **Storylines**.
4. Identifiser **opsjoner** som kan velges/brukes som strategier av beslutningstakeren
5. Spesifiser **scenarier** som kombinasjon av strategier innenfor de ulike Storylines (tilsvarende som i Trade-off metoden)



SUSPLAN: 4 Storylines 2030-2050

www.susplan.eu



Positive public attitude
High environmental focus in population and business.
Reduced energy consumption and demand
for environmentally friendly products

*Positive future for high RES
integration, but too low technology
development rate. Mainly
decentralized development*

*Positive future for high RES
integration. Both market pull
and technology push existing.*

Slow tech development
No major technology
break-throughs; gradual
development of
current technologies

Yellow

Green

Fast tech development
Major break-throughs
several technologies,
RES, grids, demand side

*Difficult future for high RES
integration. Few new technologies are
available, and low interest to invest.
Mainly centralized development with
traditional technologies*

Red

Blue

*New technologies are available,
but low interest to invest and use.
Mainly centralized development,
but with new technologies.*

Indifferent public attitude
Low environmental focus in population and business.
Higher energy consumption and no demand
for environmentally friendly products or services

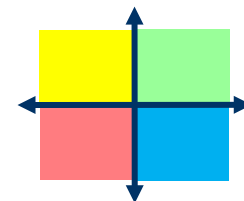
CenSES

Centre for Sustainable Energy Studies

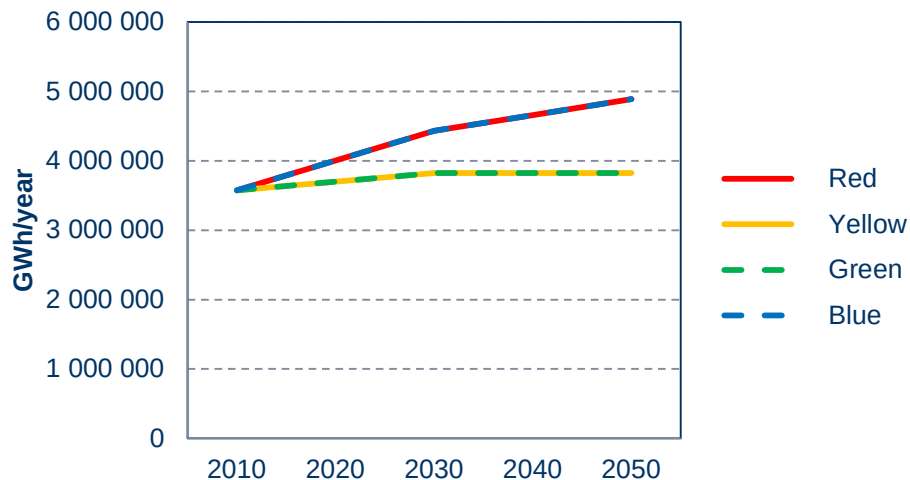


UiO : Universitetet i Oslo

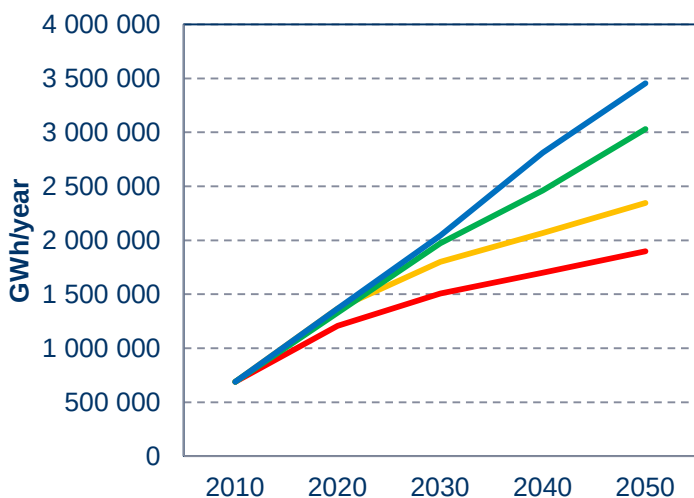
Scenarie-indikatorer



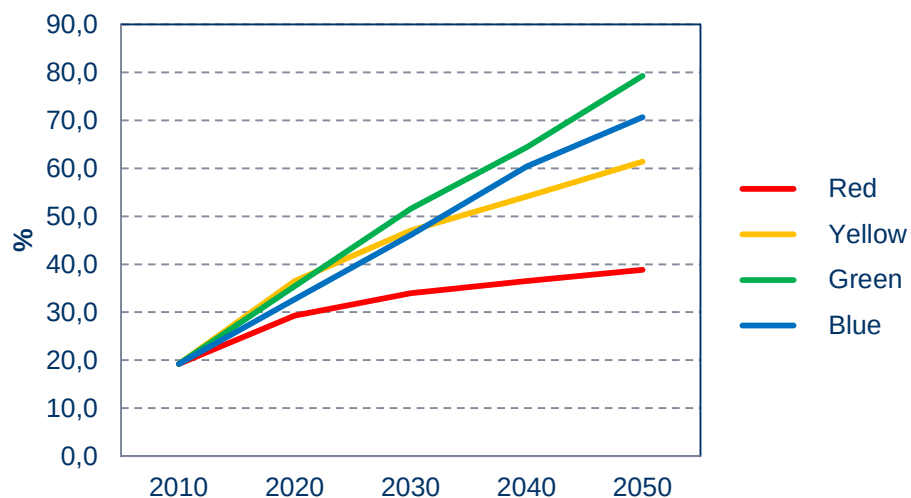
Elektrisitetsetterspørsel



Fornybar kraftproduksjon

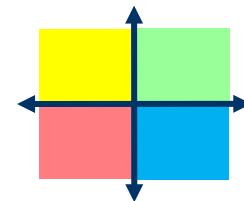


Andel fornybar kraftproduksjon

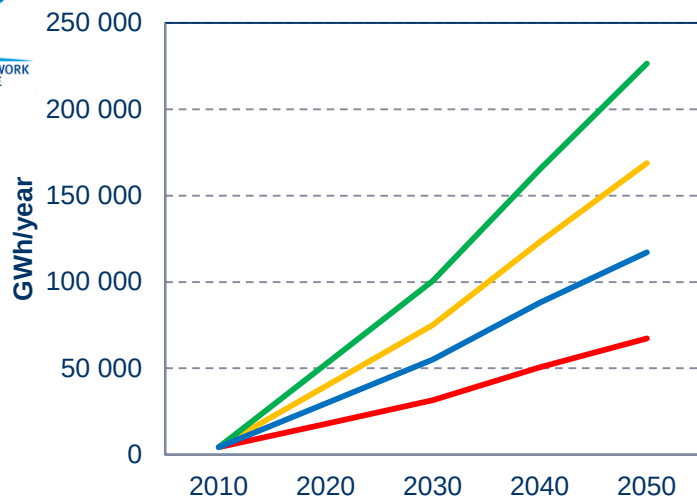


C

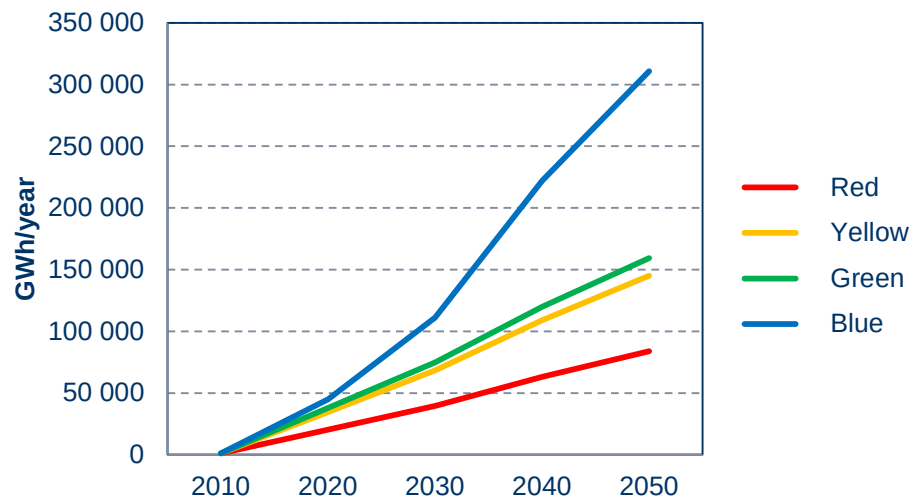
Cen



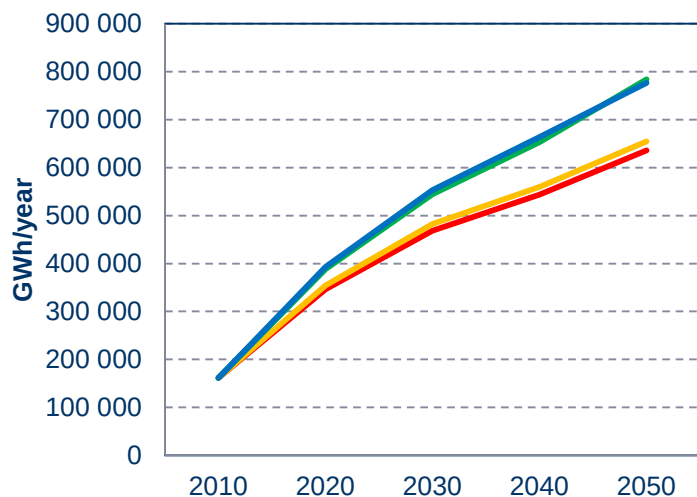
Solceller



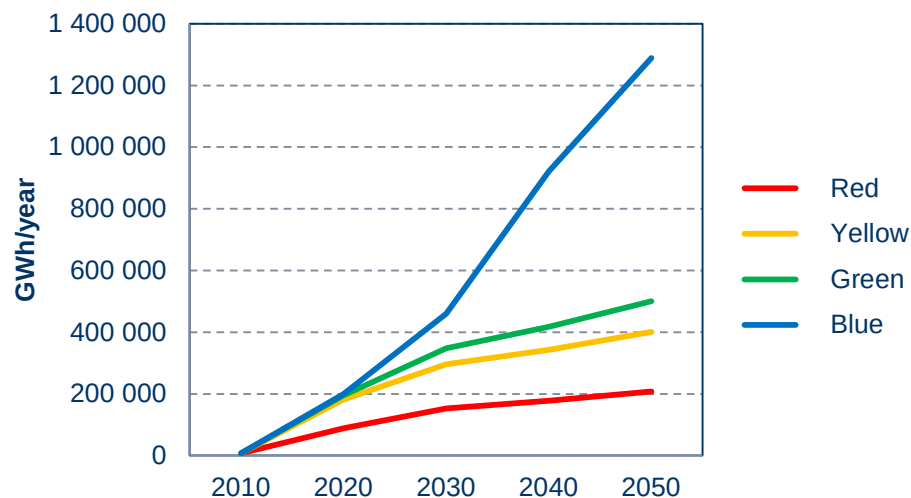
Solvarme-kraftverk (CSP)



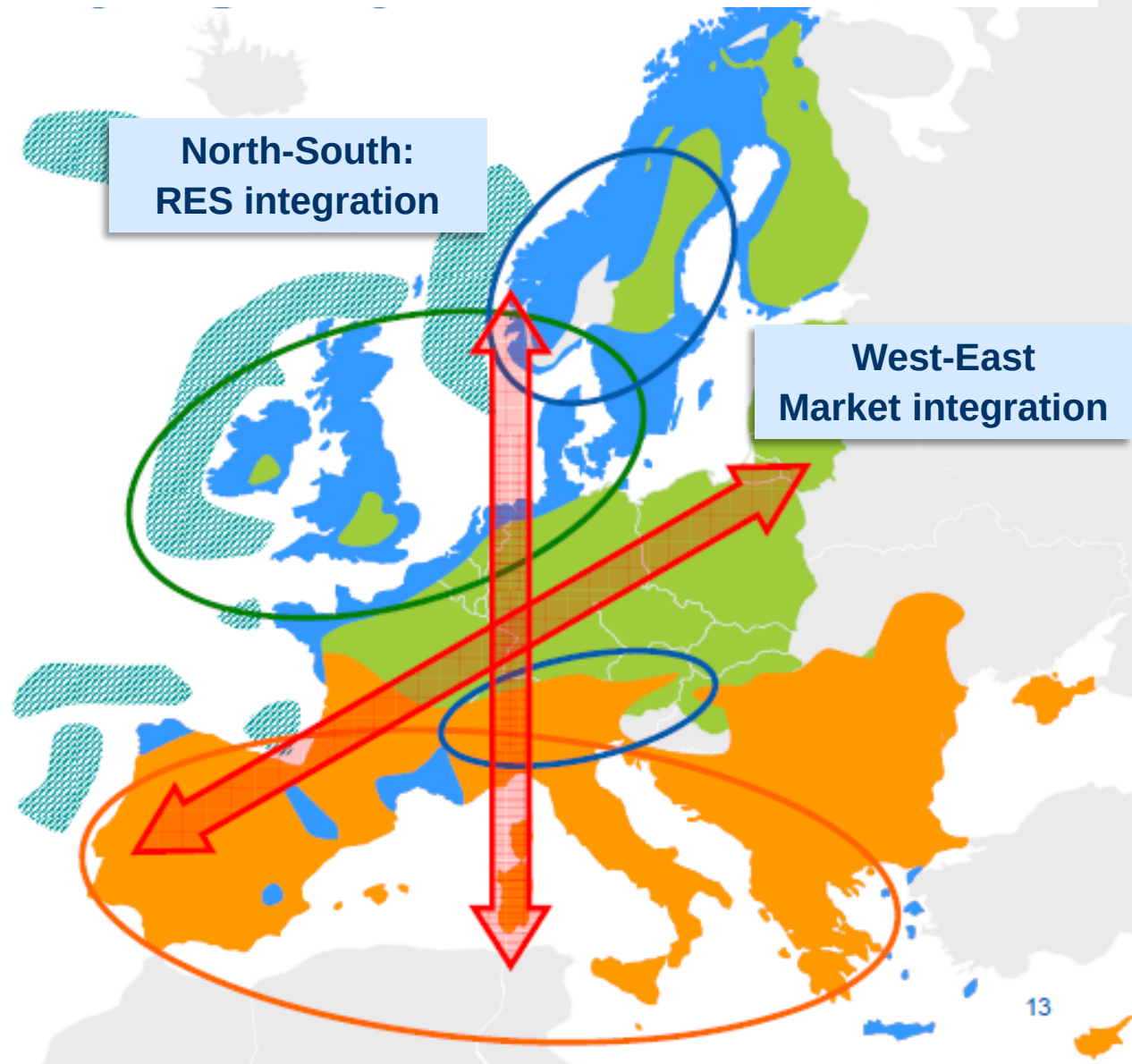
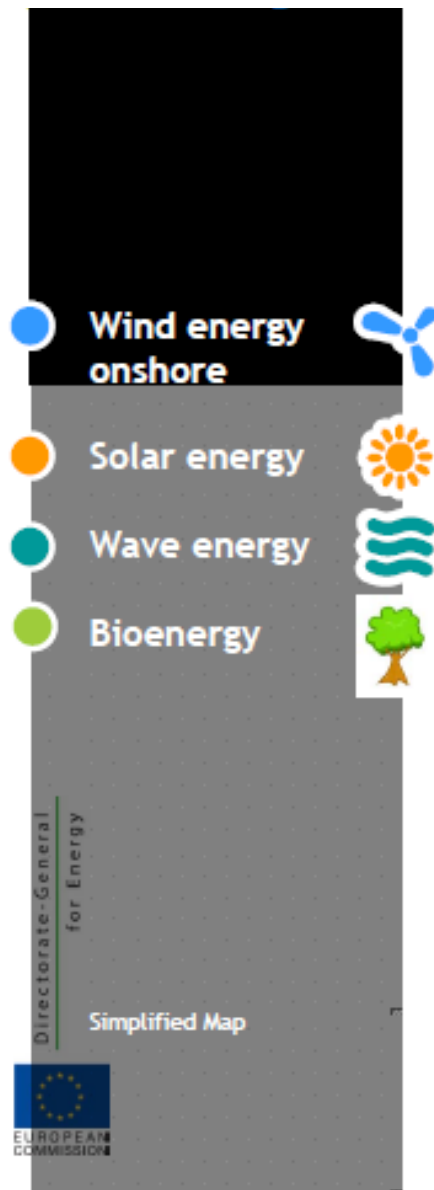
Vind onshore



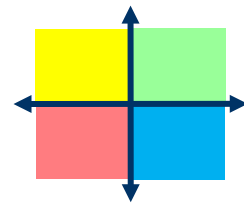
Vind offshore



European Commission (DG-ENERGY): Two main drivers for infrastructure development

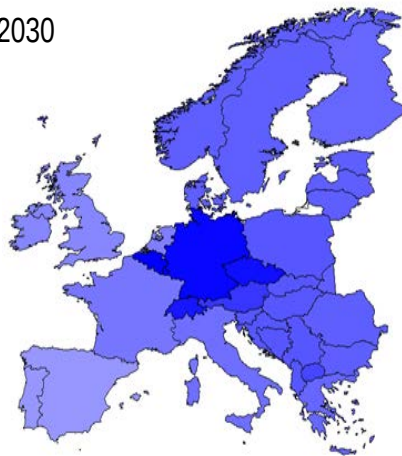


Electricity infrastructure development and prices **RED** storyline

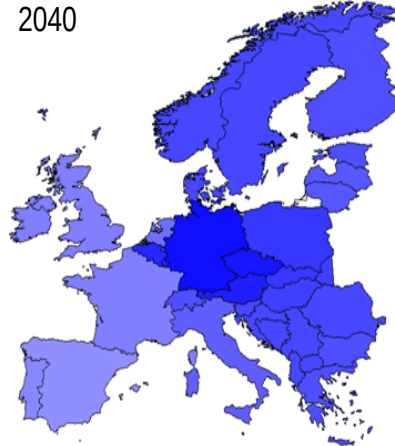


Electricity prices 2030-2050

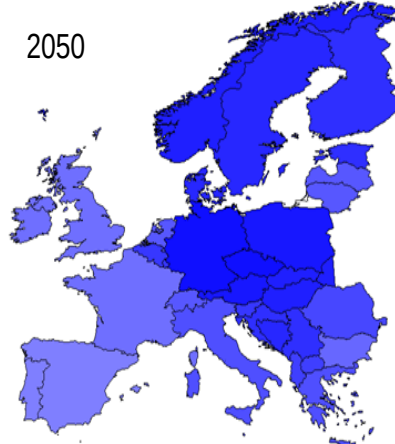
2030



2040



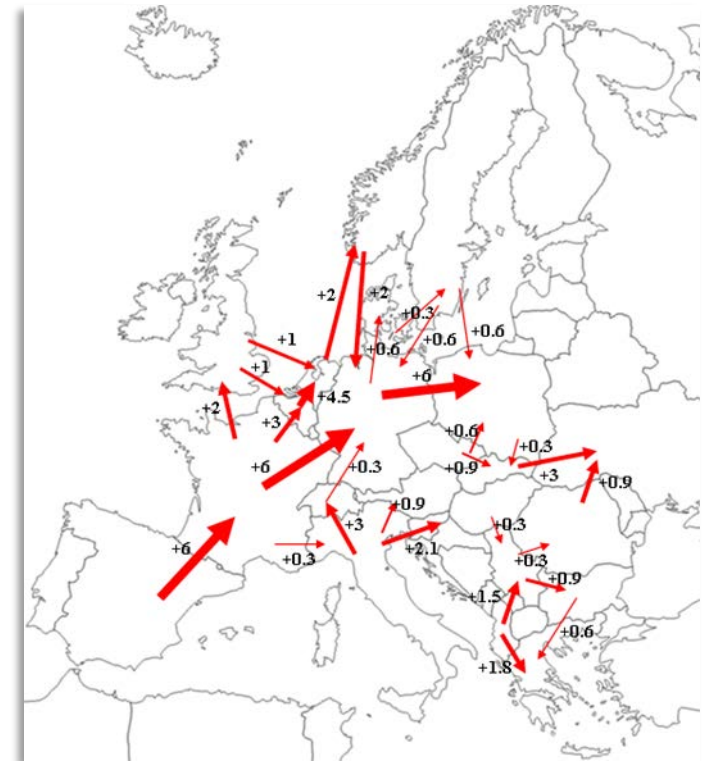
2050



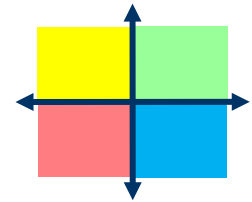
Electricity prices (€/MWh)

- 0 ÷ 30
- 30 ÷ 60
- 60 ÷ 90
- 90 ÷ 120
- 120 ÷ 150

Infrastructure developments 2030-2050

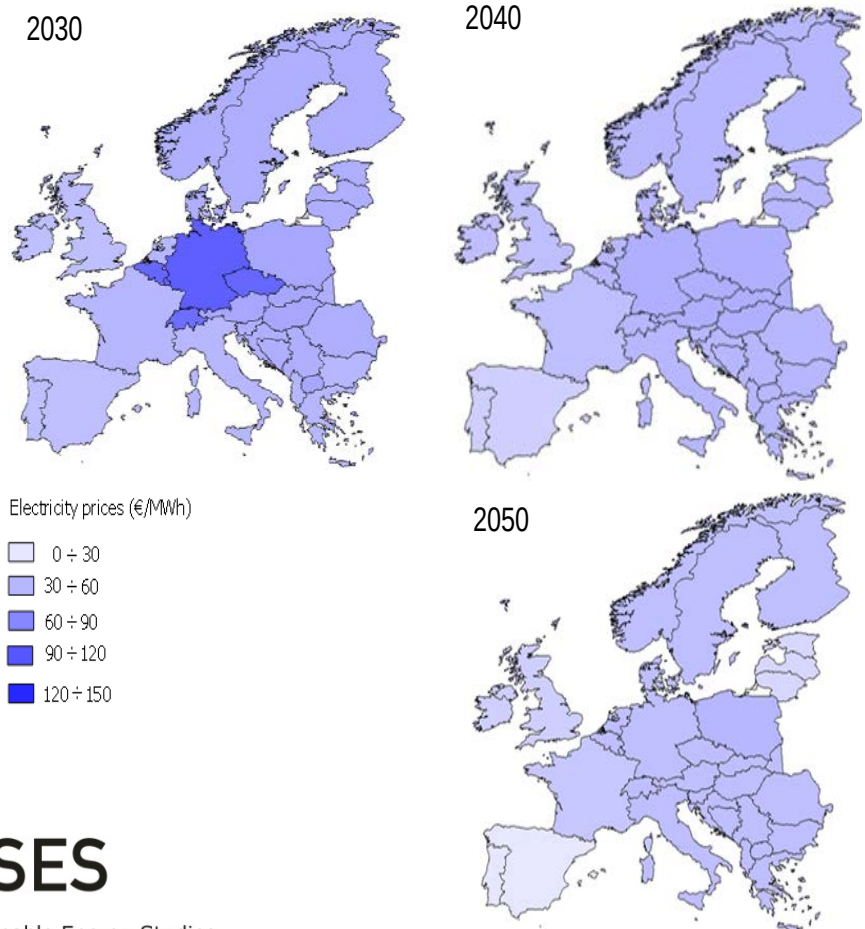


Source: MTSIM/RSE

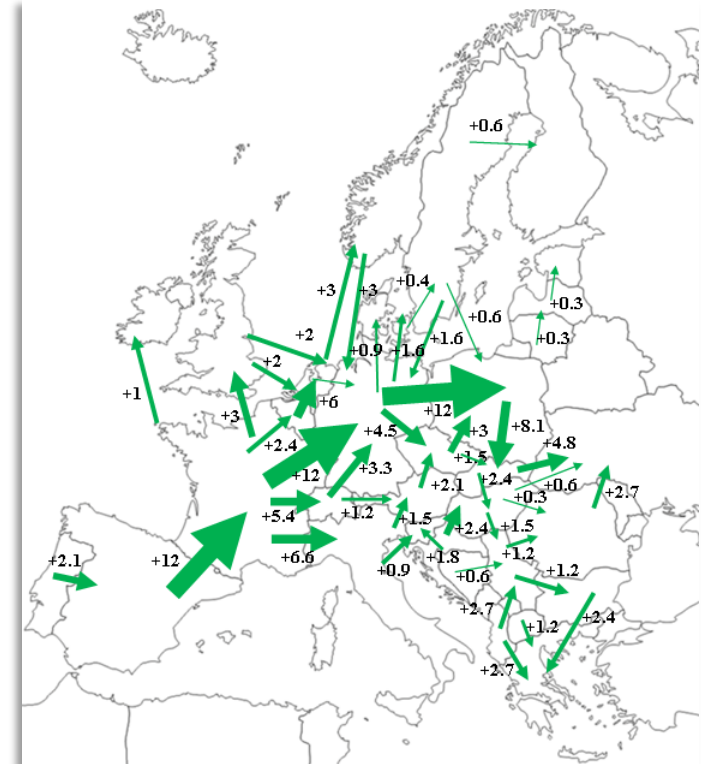


Electricity infrastructure development and prices **GREEN** storyline

Electricity prices 2030-2050



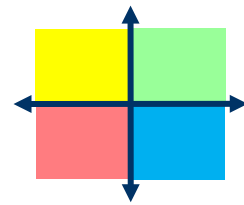
Infrastructure developments 2030-2050



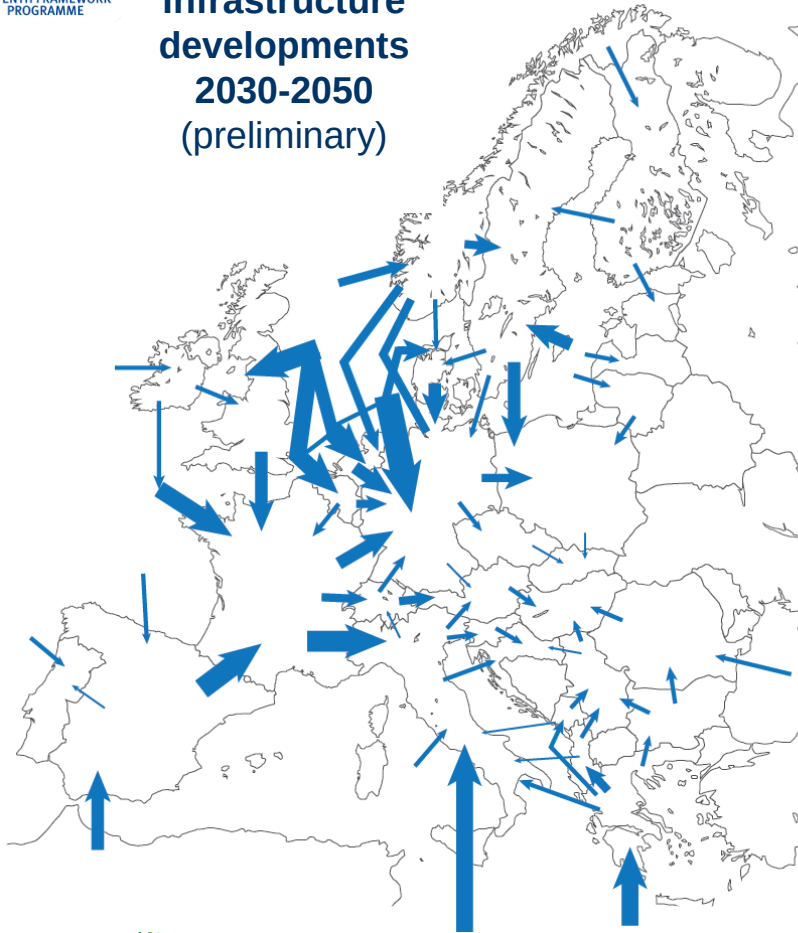
Source: MTSIM/RSE

Electricity infrastructure development

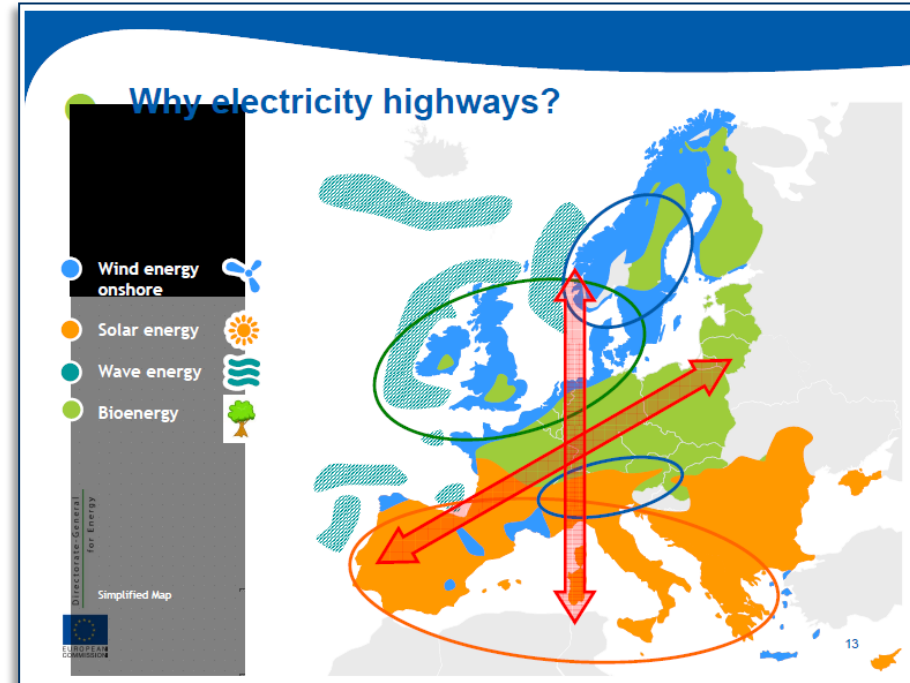
BLUE storyline



Infrastructure developments 2030-2050 (preliminary)



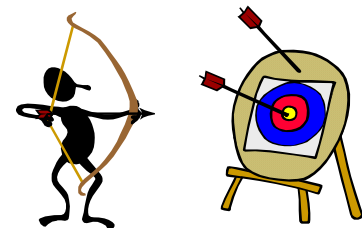
Centre for Sustainable Energy Studies



Source: EMPS/SINTEF

Oppsummering

- Scenarier er en formell måte for å beskrive og utforske framtidig og usikker utvikling
- To alternative metoder demonstrert i dag:
 - **Multi-attribute Trade-off Analysis:** Multiple scenarier som genereres ved å endre en og en antakelse; deretter trade-off analyse for å identifisere robuste strategier
 - **Storylines med hoved-driverer:** Etablere framtidsbilder (*Storylines*) ved å kombinere de mest relevante driverne for analysen
- Førstnevnte er relativt teoretisk og ressurskrevende, men muliggjør analyse av et stort antall variable
- Sistnevnte er enklere å tolke og formidle, men gir likevel muligheten for å spenne ut et stort variasjonsområde i fundamentalt ulike framtidsbilder





Europeiske energiscenarier

Bjørn H. Bakken
 bjorn.h.bakken@sintef.no
 www.sintef.no/energy

CenSES

Centre for Sustainable Energy Studies

