

Trygg Energi

Filip Johnsson

Chalmers University of Technology
Energy and Environment,
Division of Energy Technology
Sweden

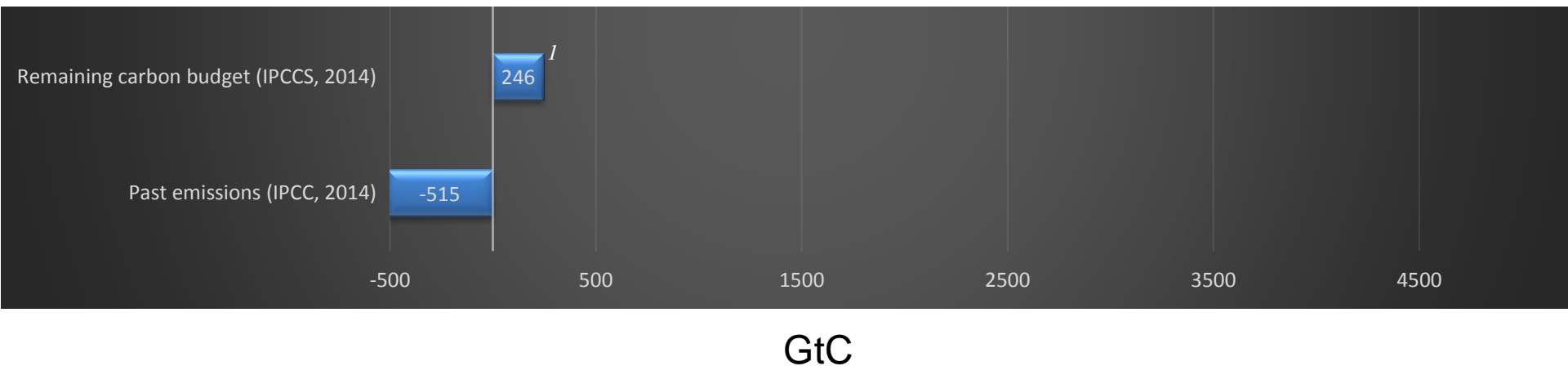
filip.johnsson@chalmers.se

Energiforsk höstkonferens, Göteborg 3/11 2015

**Pathways to Sustainable
European Energy Systems**

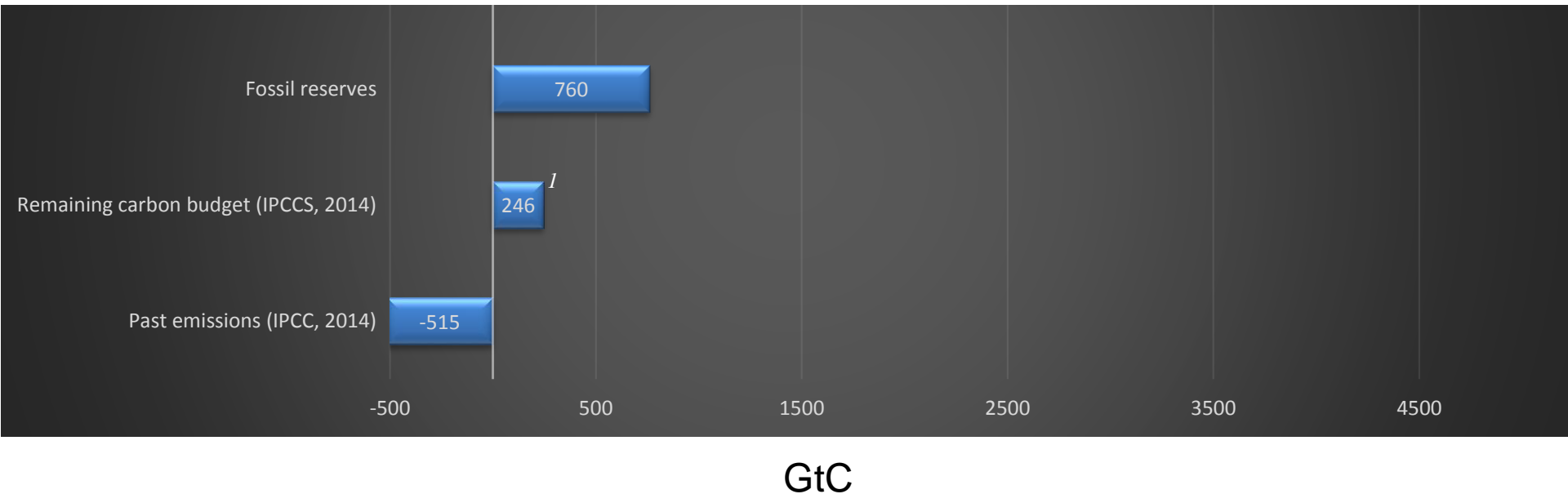
Otrygg energi
**Det finns mycket mer fossila bränslen än
klimatet tål**

Carbon budget for 2°C warming



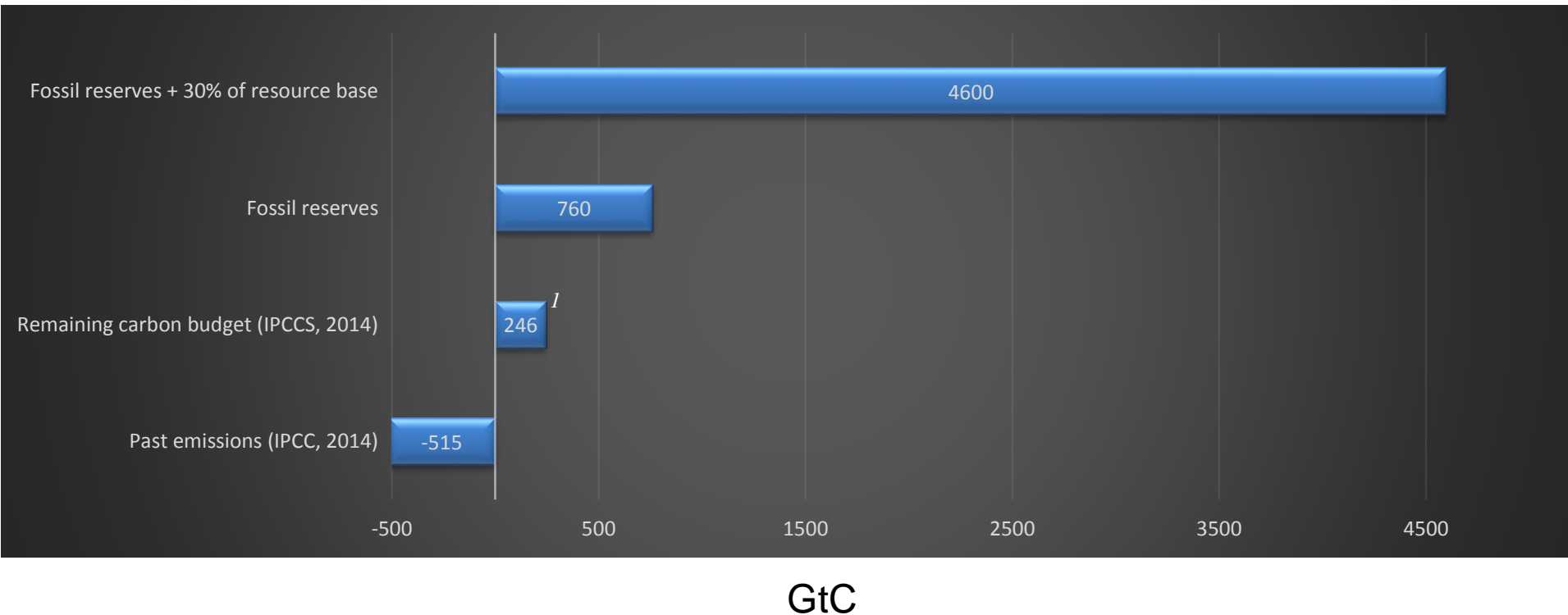
¹IPCC (2014); Fifth assessment report, working group III, Table 6.3 page 431 (430-480 ppm CO_{2eq}, overshoot < 0.4W/m², the average of 150-280 GtC 2011-2050 and 171-322 GtC 2011-2100, 12-22% probability of exceeding 2°C)

Coal, oil and gas vs carbon budget for 2°C warming



¹IPCC (2014); Fifth assessment report, working group III, Table 6.3 page 431 (430-480 ppm CO_{2eq} overshoot < 0.4W/m², the average of 150-280 GtC 2011-2050 and 171-322 GtC 2011-2100, 12-22% probability of exceeding 2°C)

Coal, oil and gas vs carbon budget for 2°C warming



¹IPCC (2014); Fifth assessment report, working group III, Table 6.3 page 431 (430-480 ppm CO_{2eq} overshoot < 0.4W/m², the average of 150-280 GtC 2011-2050 and 171-322 GtC 2011-2100, 12-22% probability of exceeding 2°C)

”Fossilförbannelse”

- **Länder med stora tillgångar av fossila bränslen**
 - Primär energitillförsel och elförsörjning från **fossila bränslen har ökat mer än från förnybara källor**
 - USA är ett undantag – (stora fossila tillgångar – minskad kolintensitet)
- **Fossilförbannelse**
 - **Vi kan inte bara förvänta oss att länder med stora fossila tillgångar skall lämna dessa outnyttjade**
- **Mycket stort hot mot en långsiktig lösning på klimathotet - endast två möjliga lösningar**
 - Lämna de fossila bränslena outnyttjade
 - Tillämpa CCS tekniken fullt ut

Se <http://www.dn.se/debatt/overflodet-av-fossilbranslen-ar-den-storsta-klimatfragan/>

Trygg energi
– **mycket förnybart och hög effektivitet**
Vilka är utmaningarna?

Begränsa den globala temperaturökningen med 2°C: 50 till 85% minskning av globala CO₂ utsläpp till år 2050

Minskad energianvändning

- Befolkning
- Teknik
- Välstånd och livsstil
- Effektivisering

Byta bränsle/teknik

- Förnybart
- Kärnkraft
- Kol till gas

Fånga in och lagra koldioxid

- Från stora punktkällor (kraftverk, industrier, vätgasproduktion) - CCS
- Kolfixering - markanvändning (Land Use Change and Forestation- LUCF)

Begränsa den globala temperaturökningen med 2°C: 50 till 85% minskning av globala CO₂ utsläpp till år 2050

Minskad energianvändning

- Befolkning
- Teknik
- Välstånd och livsstil
- Effektivisering

Byta bränsle/teknik

- Förnybart
- Kärnkraft
- Kol till gas

Fånga in och lagra koldioxid

- Från stora punktkällor (kraftverk, industrier, vätgasproduktion) - CCS
- Kolfixering - markanvändning (Land Use Change and Forestation- LUCF)

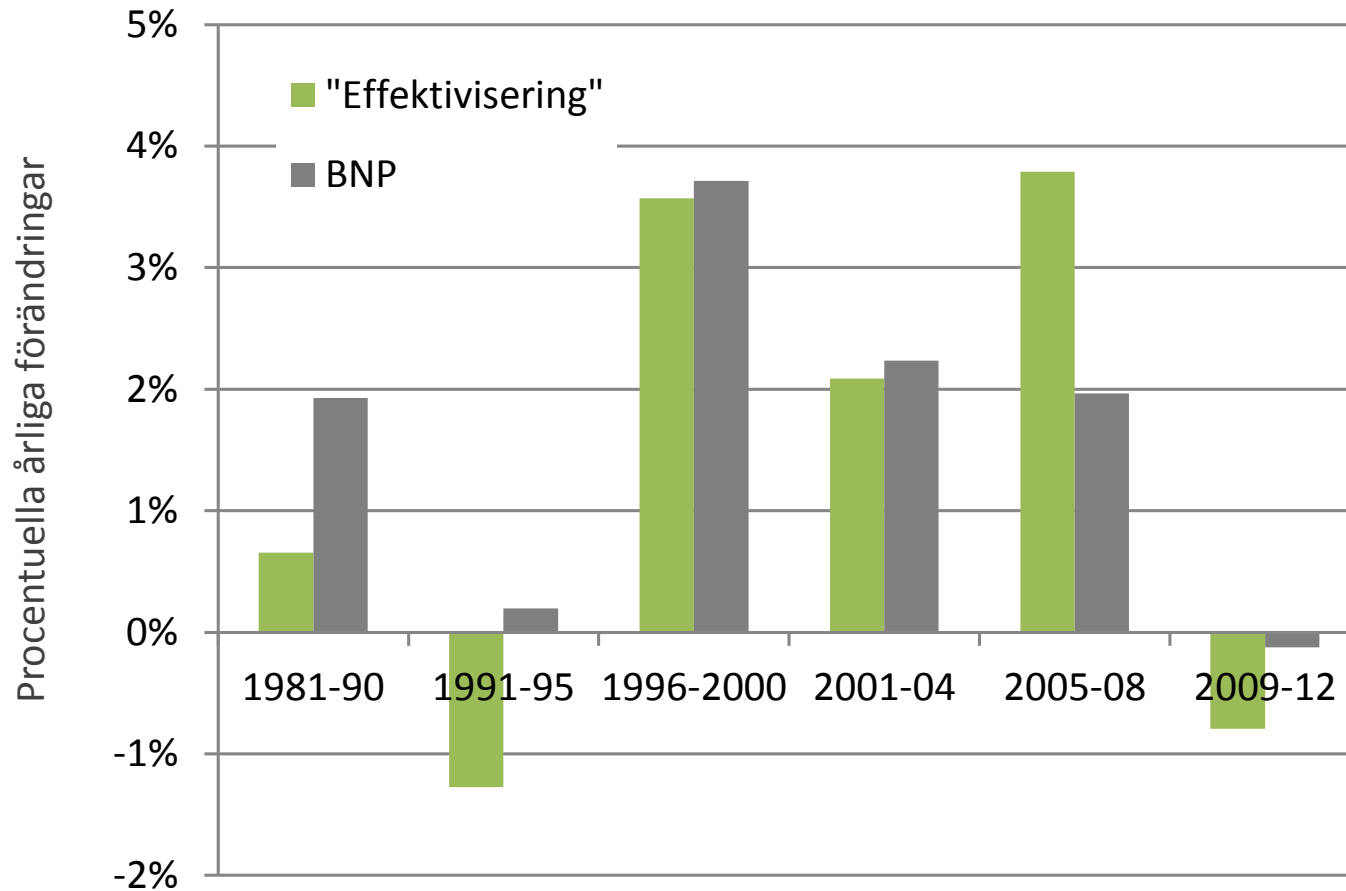
Vi behöver allt!

Minskad energianvändning

SUV till bränslesnål bil



Effektivisering och BNP – jämförelse för hushållselen



Drivkraft: Ej politik utan i huvudsak ekonomisk, teknisk och strukturell

Byta teknik

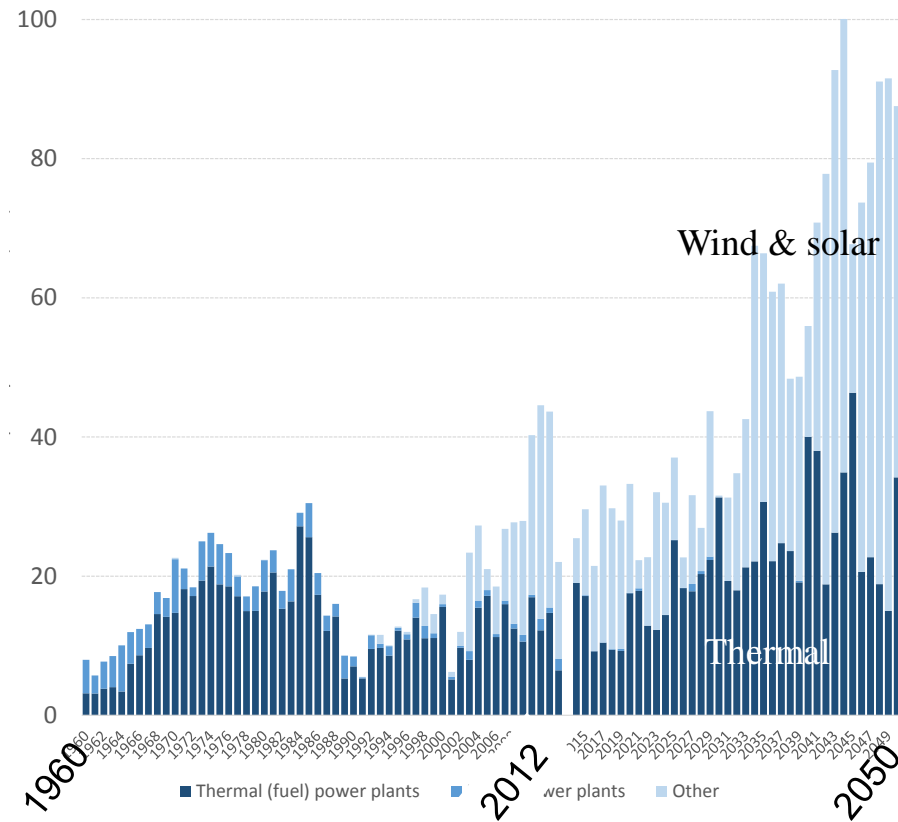
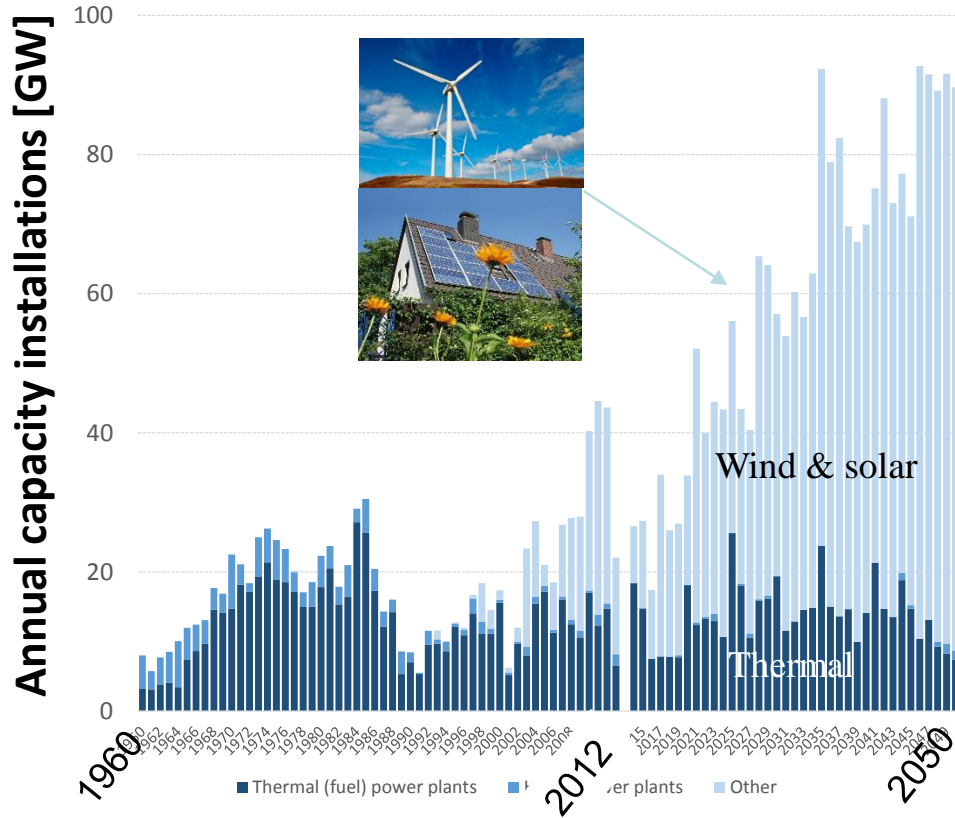
Europa (EU-27+NO+CH): Nödvändiga investeringar i elproduktion för att uppfylla klimatmål

Historik vs utveckling till 2050

Två scenarier: minskning i CO₂ utsläpp relativt 1990:

99%

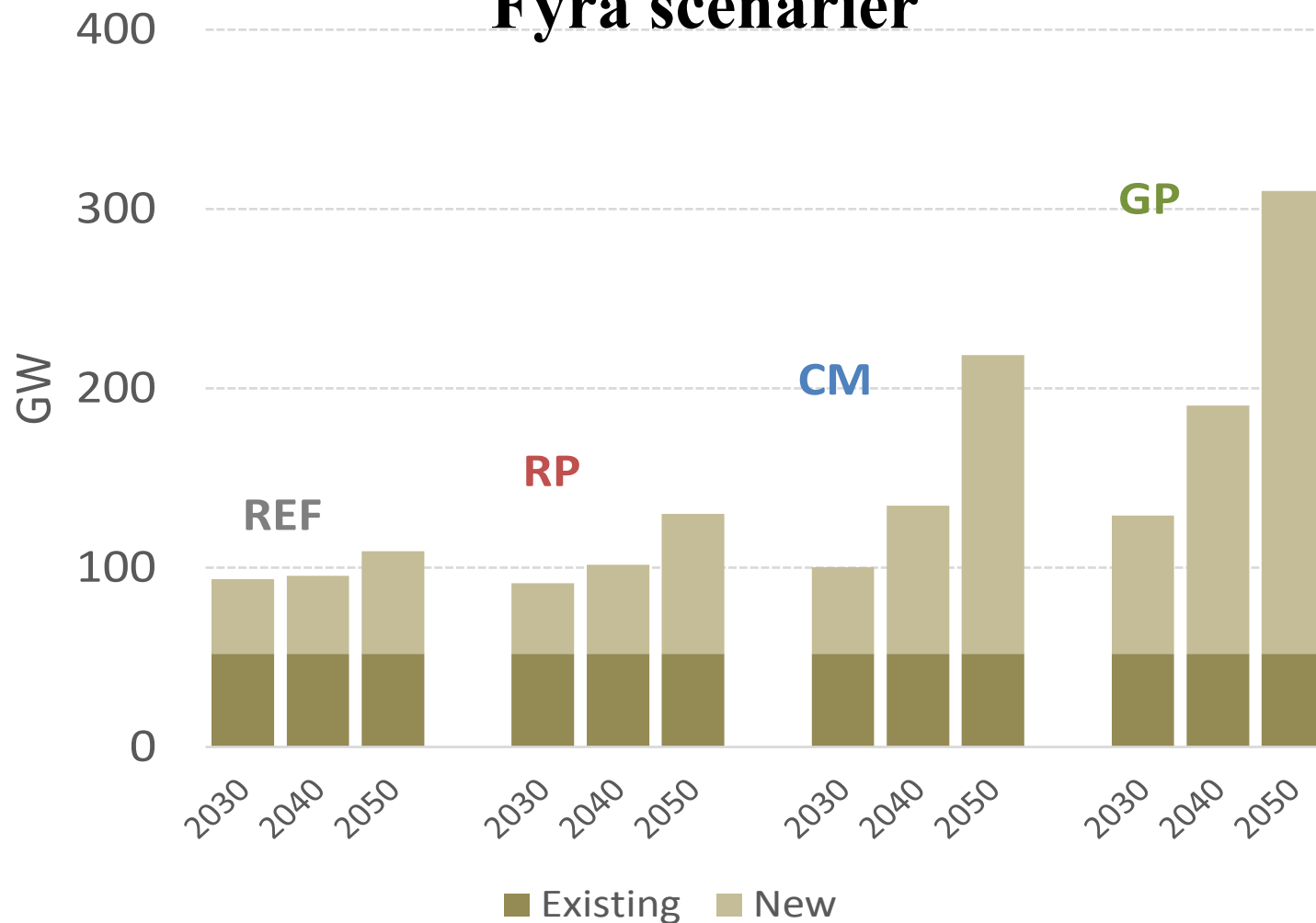
93%





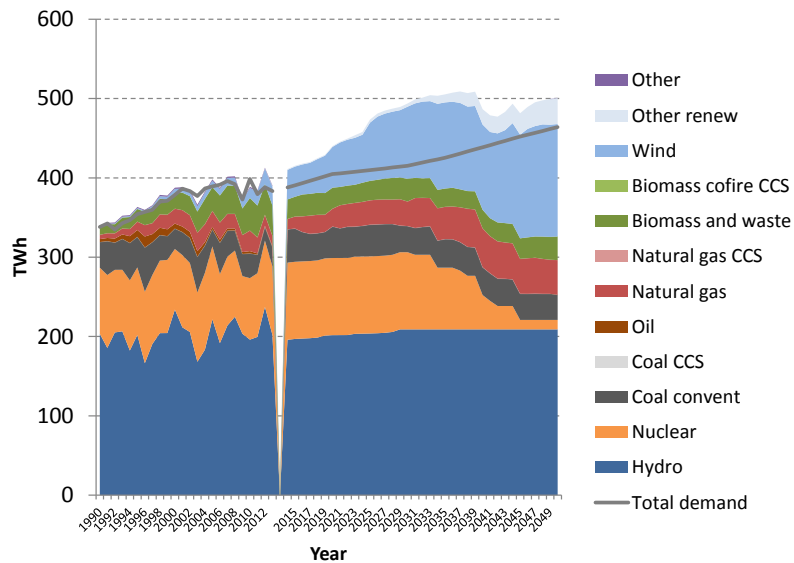
Europa: Stora investeringar i överföringskapacitet

Fyra scenarier

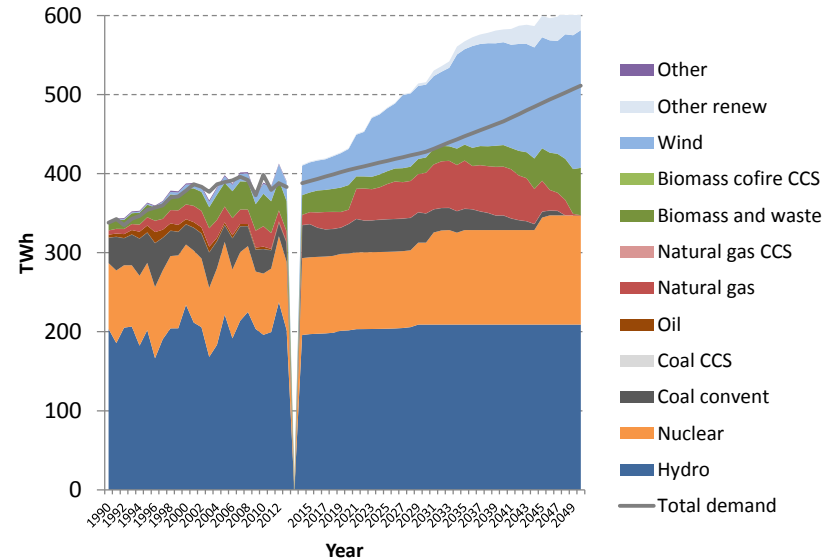


De nordiska länderna – fyra scenarier (1990-2050)

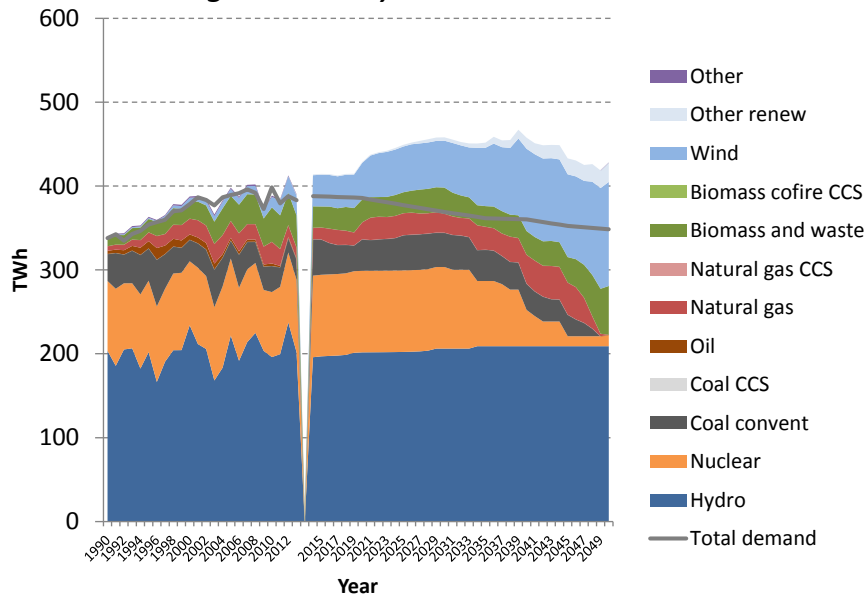
Reference



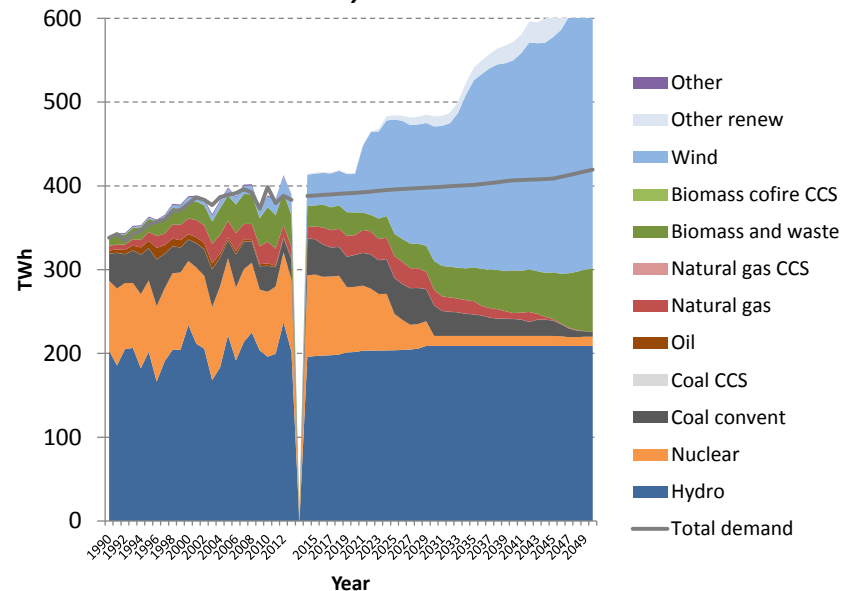
Climate Market



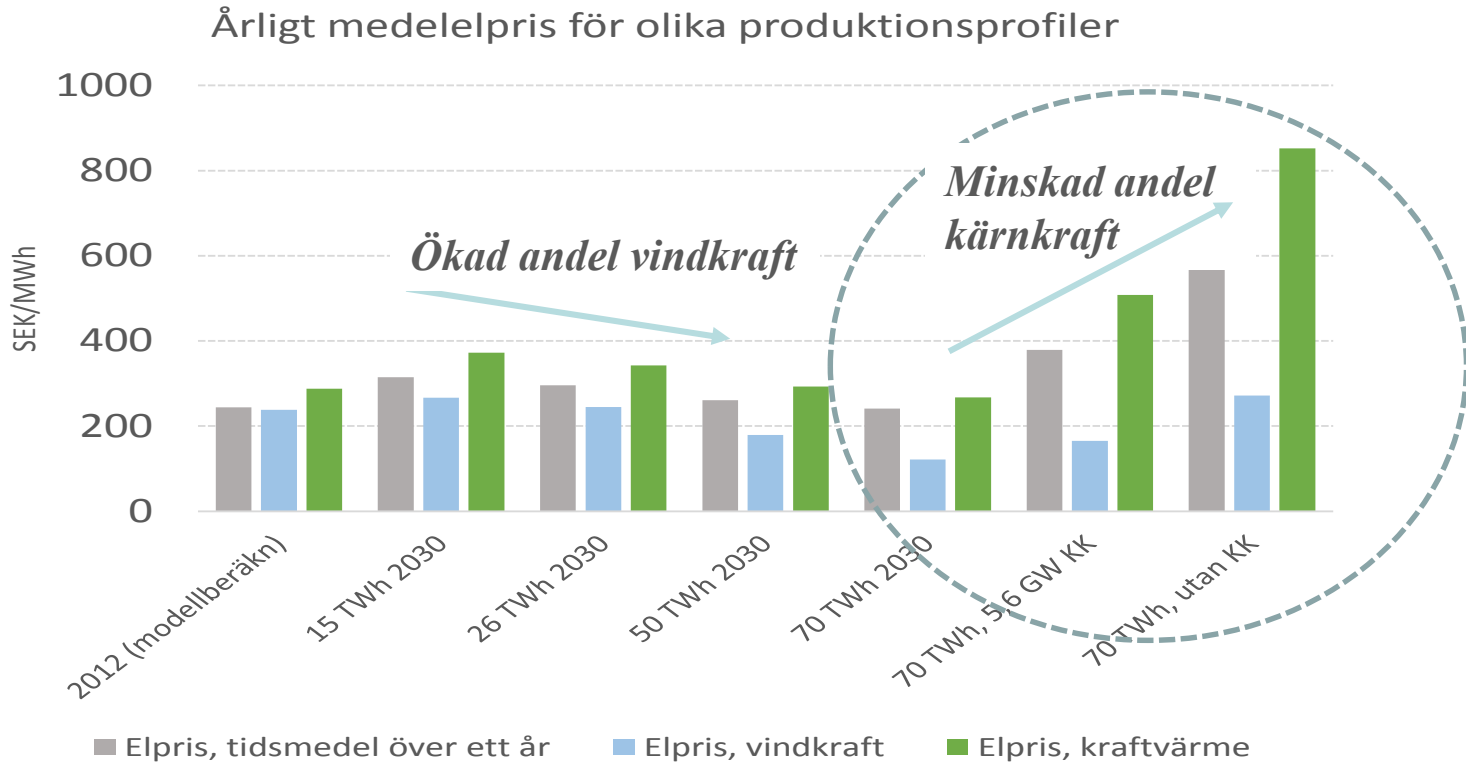
Regional Policy



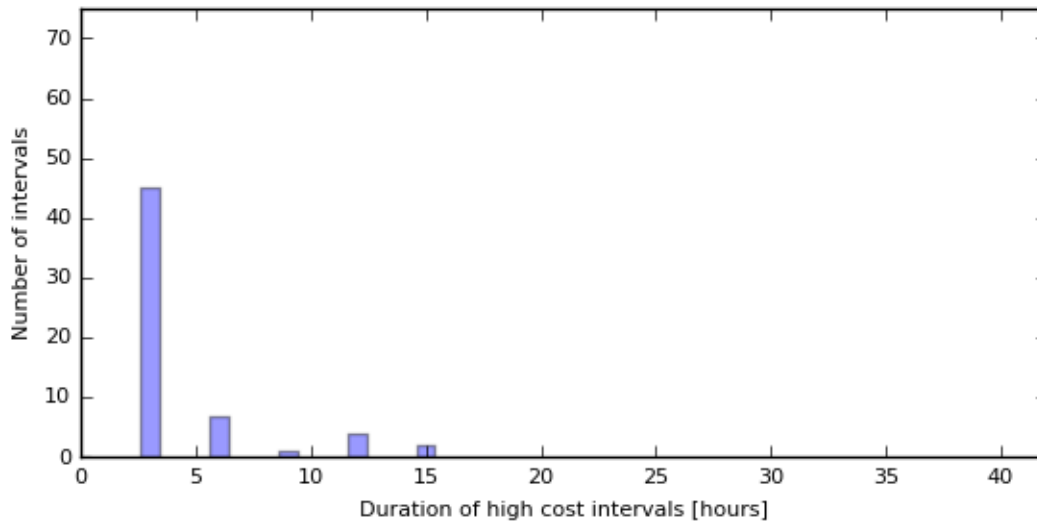
Green Policy



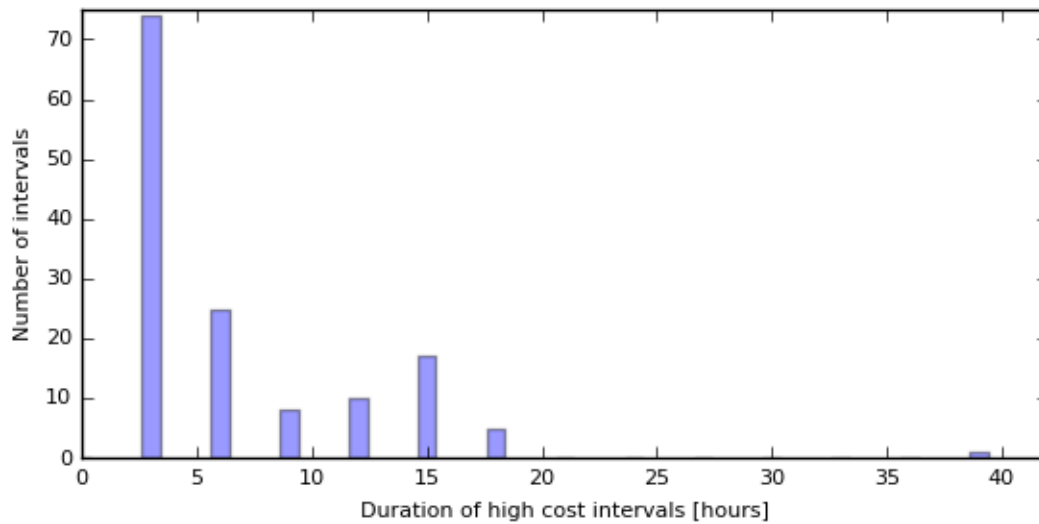
Sverige: År 2030 – Mer vindkraft ger lägre medelpris på el, mindre kärnkraft ökar medelpriset



Sverige Högkostnadsperioder – varaktighet



**50 TWh vind
Med kärnkraft**

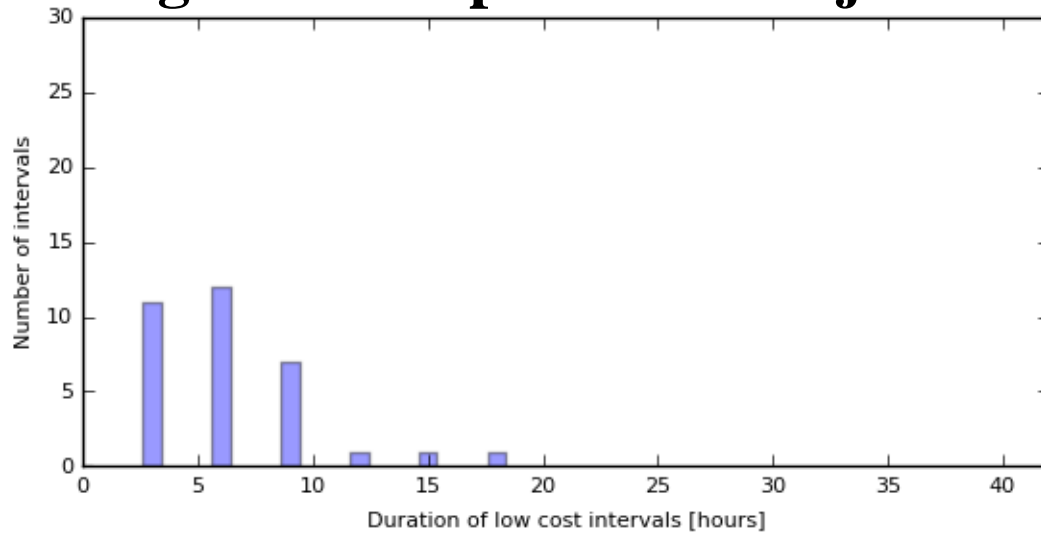


**70 TWh vind
Utan kärnkraft
⇒ Bättre affär för
termisk
balanskraft**

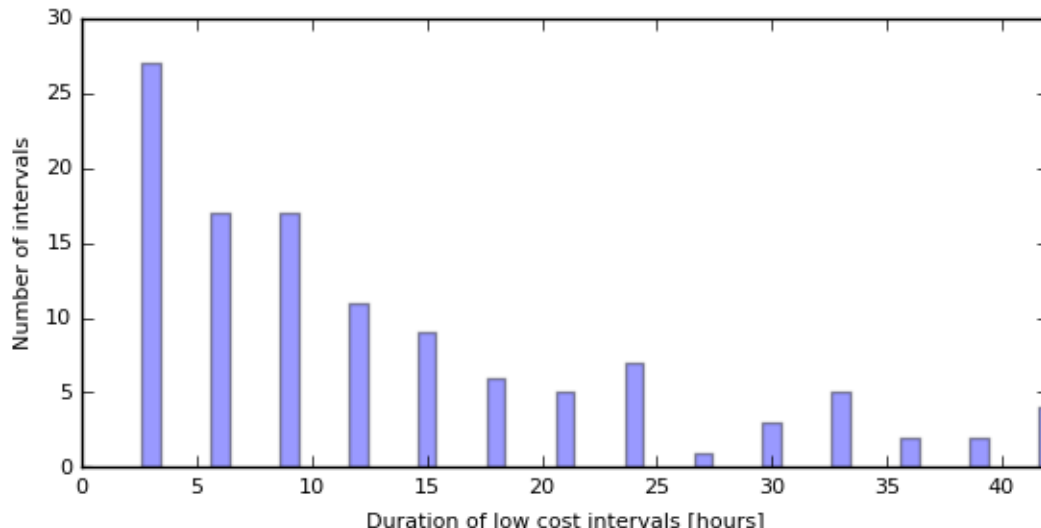
Sverige, Lågkostnadsperioder - varaktighet

Energilagring krävs; t.ex. el till bränsle “electrofuels”

utmaning för vindoperatörer – ej för kunderna



50 TWh vind
Med kärnkraft



70 TWh vind
Utan kärnkraft

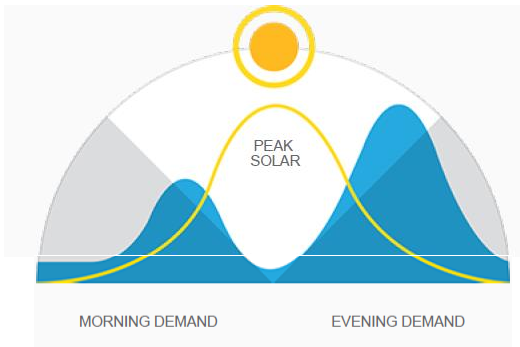
Decentraliserade system – Nya marknader



Conventional



System



Prosumer



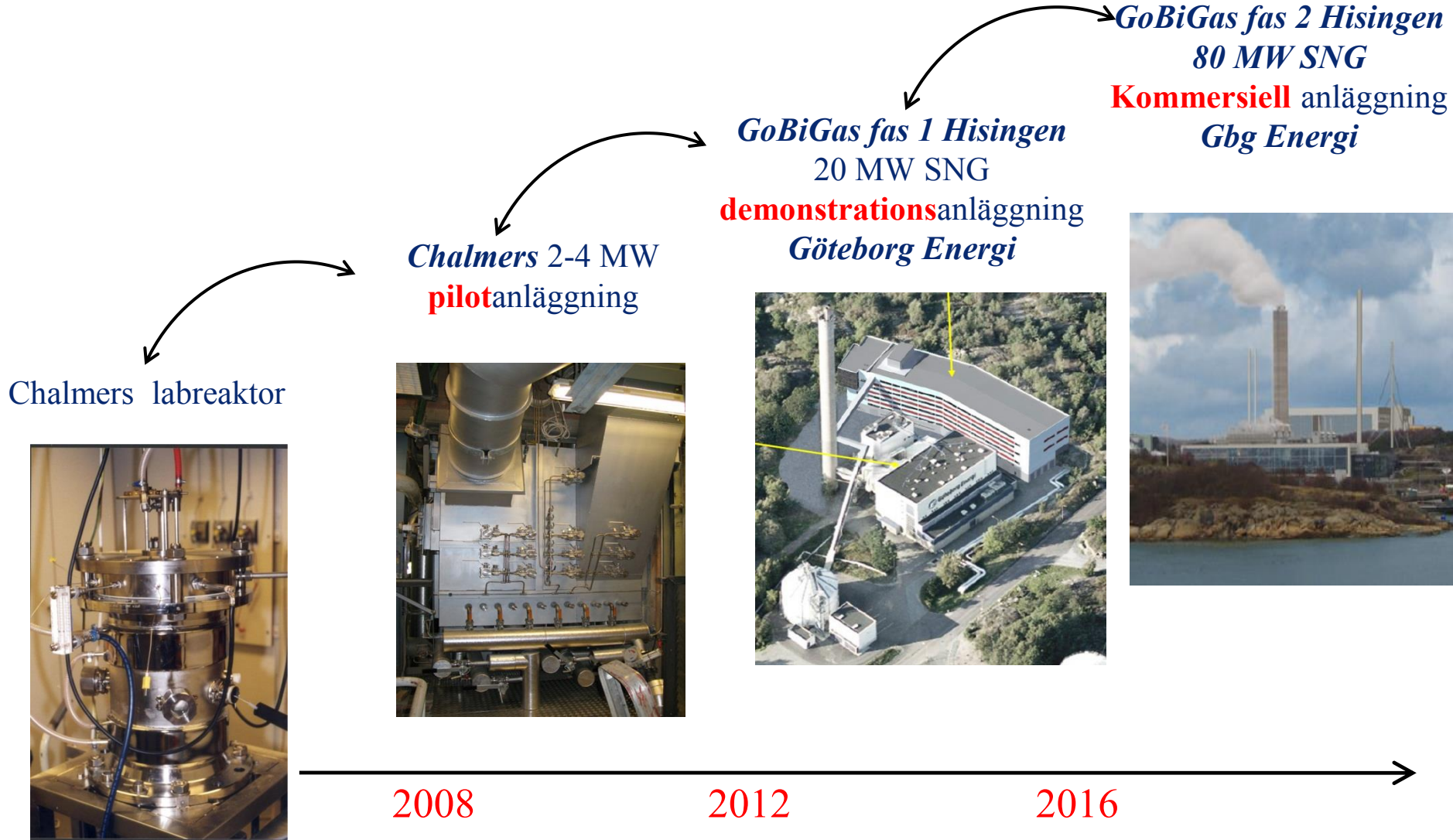
System

Några reflexioner - elsystemet

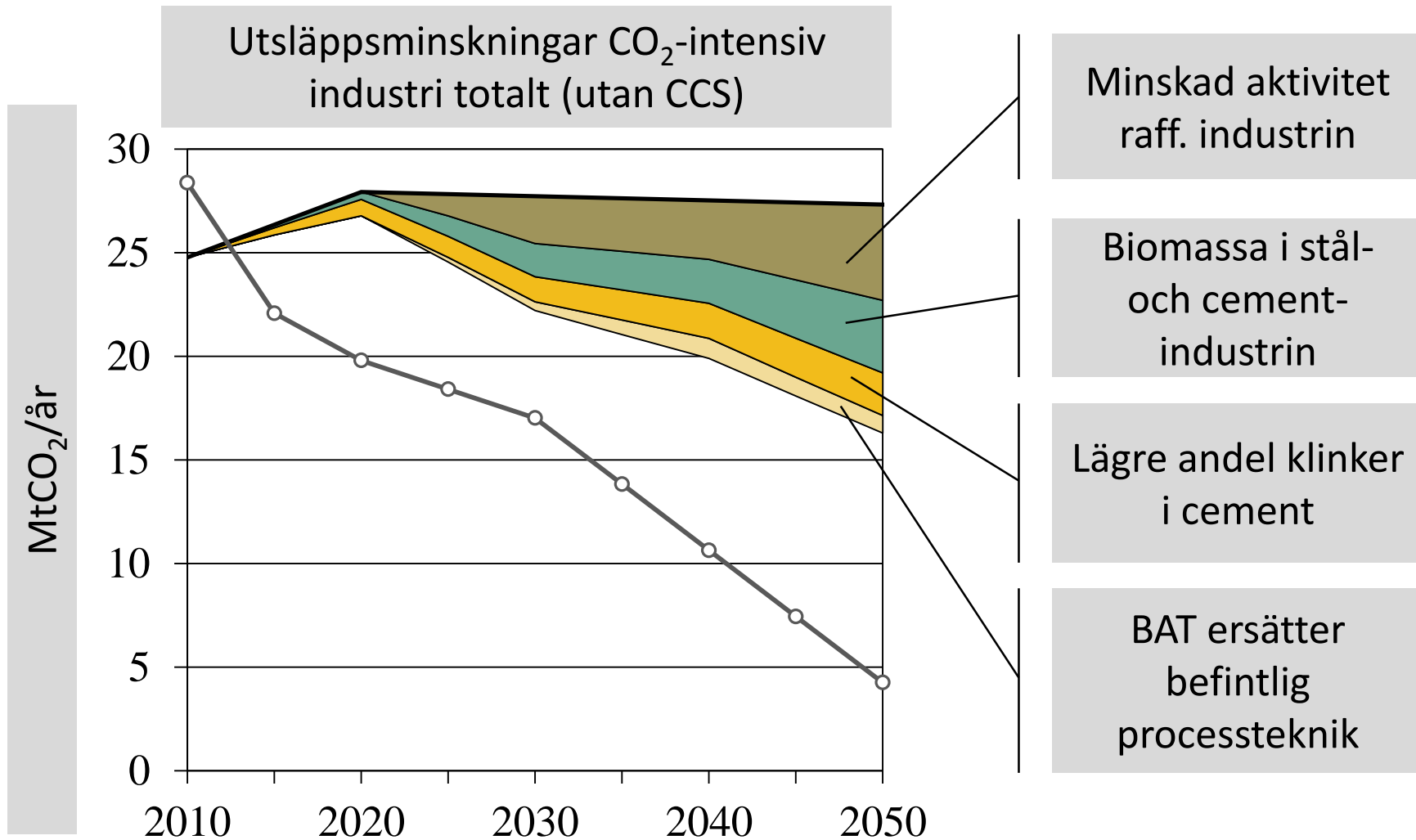
- Vi måste ”byta” system under de kommande decennierna
 - Hur vi än gör måste investeringarna tas (med eller utan kärnkraft)
 - ”Certifikat för alltid” eller ny typ av marknad
 - Vi kan inte förvänta oss låga priser
- Ökad andel korta men frekventa högkostnadsperioder ger bättre förutsättningar för ”business case” för reglerkraft tex gasturbin
- Problematiskt med ”energy-only” marknad
 - Traditionellt ”25%” investeringskostnad”, ”75%” rörlig
 - Framtid ”75%” investering, ”25%” rörlig
- Ökad andel decentraliserade system ”prosumers”

Behålla industri och skapa innovationer

Vi måste våga satsa långsiktigt och ta risker



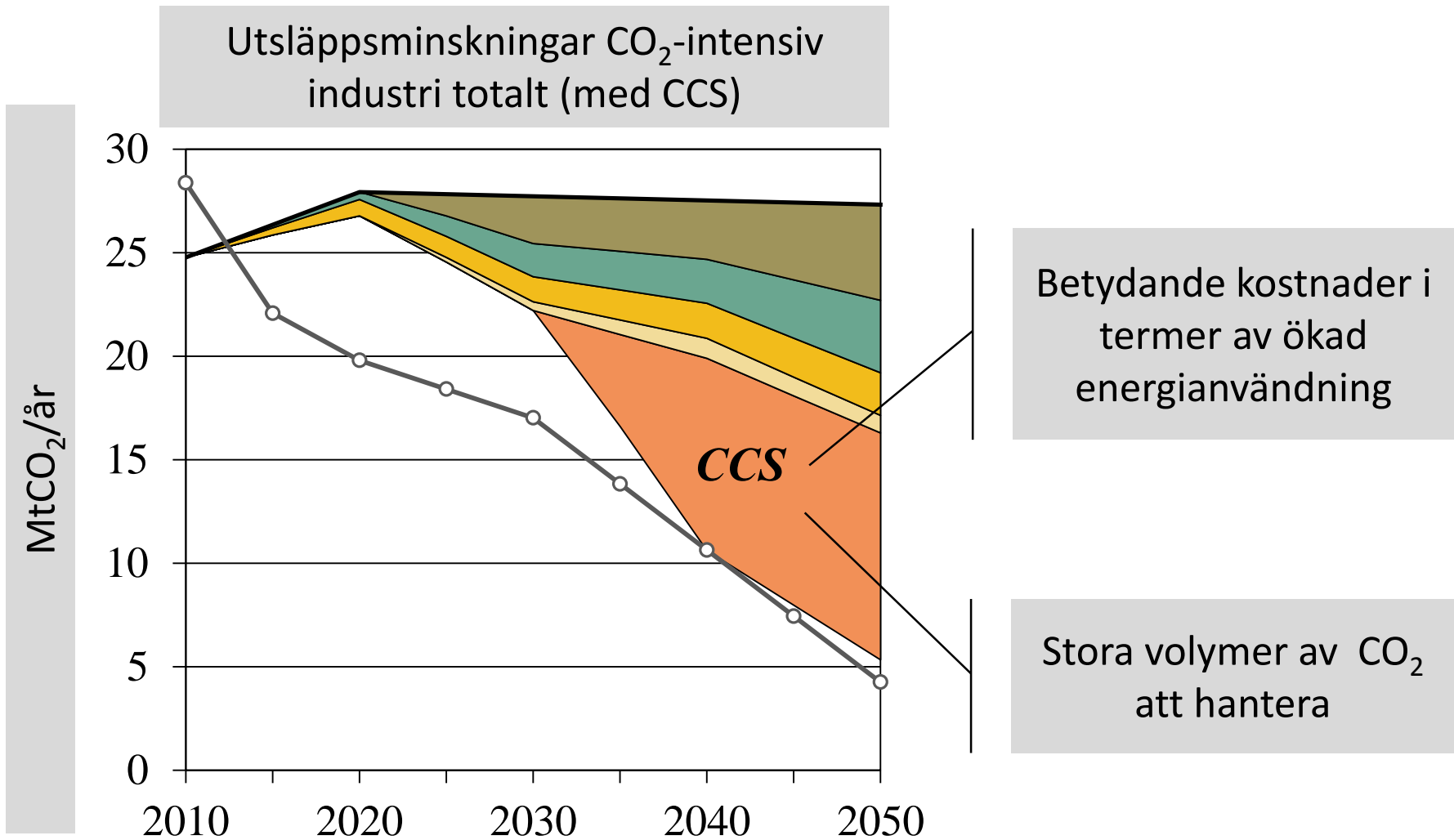
NORDISK BASINDUSTRI – UTAN CCS



Sammanlagd potential -35% 2050 jämfört med 2010

Fånga in och lagra koldioxid

NORDISK BASINDUSTRI – MED CCS



Sammanlagd potential -85% 2050 jämfört med 2010

Avslutningsvis – lite mer hoppfullt...

Nordisk basindustri

Åtgärder för att uppfylla långsiktiga utsläppsmål kostar ~100€/ton CO₂

EU-ETS < 10 €/ton CO₂

Rootzén and Johnsson, (2015)

Se

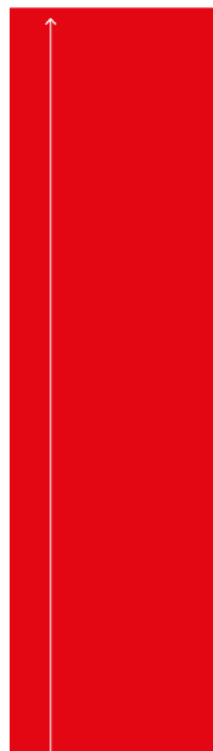
<http://www.dn.se/debatt/plan-saknas-for-att-minska-basindustrins-klimatpaverkan/>

Att göra basmaterial klimatneutrala skulle öka priset kraftigt, men den färdiga konsumentprodukten ökar bara marginellt i pris

Cementindustrin

Så mycket dyrare blir cementen

+70%



Så mycket dyrare blir huset

+mindre än 0,5%

Stålindustrin

Så mycket dyrare blir stålet

+25%



Så mycket dyrare blir bilen

+mindre än 0,5%

Sammanfattningsvis

- **Samtliga scenarier som uppfyller tvågradersmål ger stor andel förnybart** (vind and sol)
- Lokalisering av ny produktionskapacitet
- Betydande behov av reglerkraft
- **Nordiska länderna exportörer av (grön) el i alla scenarier**
- Många möjligheter att möta variationer i elproduktion
- Effektivisering viktigt - troligtvis begränsad effekt som klimatåtgärd
- **Vi måste våga ta risker** – skapa förutsättningar för att behålla industri i Sverige
- **Nya affärsmodeller krävs för prissättning av klimatutsläpp**

- Trygg energi**
- **mycket förnybart och hög effektivitet**
- Vägen dit är utmaningen!**