Energisystemet - utveckling, elektrifiering, industriell omställning och nya marknadsmöjligheter

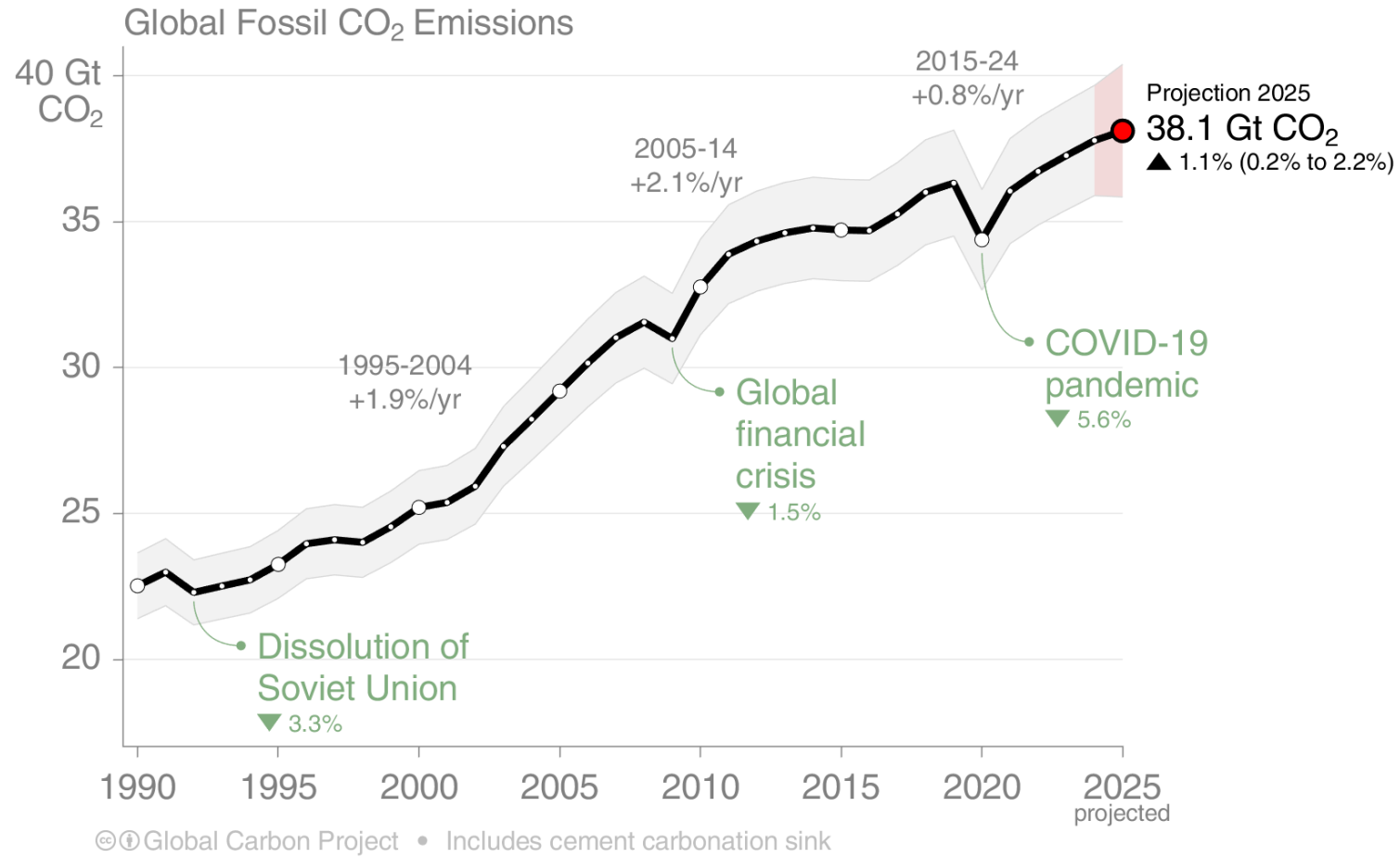
Filip Johnsson

Frukostmingel, Energo, 19/5, 2026

Global Fossil CO_2 Emissions

Global fossil CO_2 emissions: 37.8 ± 2 $GtCO_2$ in 2024, 69% over 1990

● Projection for 2025: 38.1 ± 2 $GtCO_2$, 1.1% [0.2% to +2.2%] higher than 2024



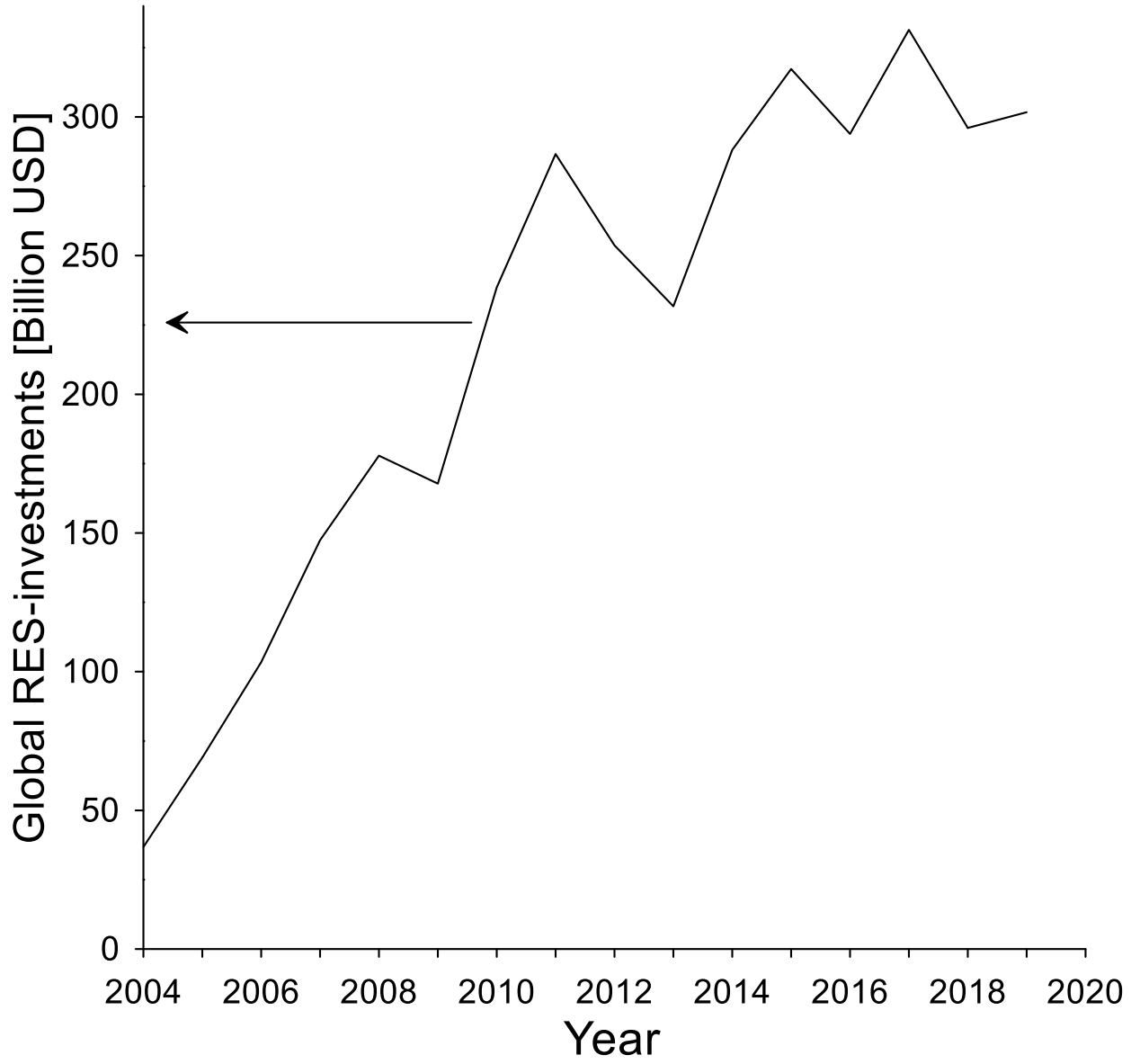


Uncertainty is ±5% for one standard deviation (IPCC "likely" range)

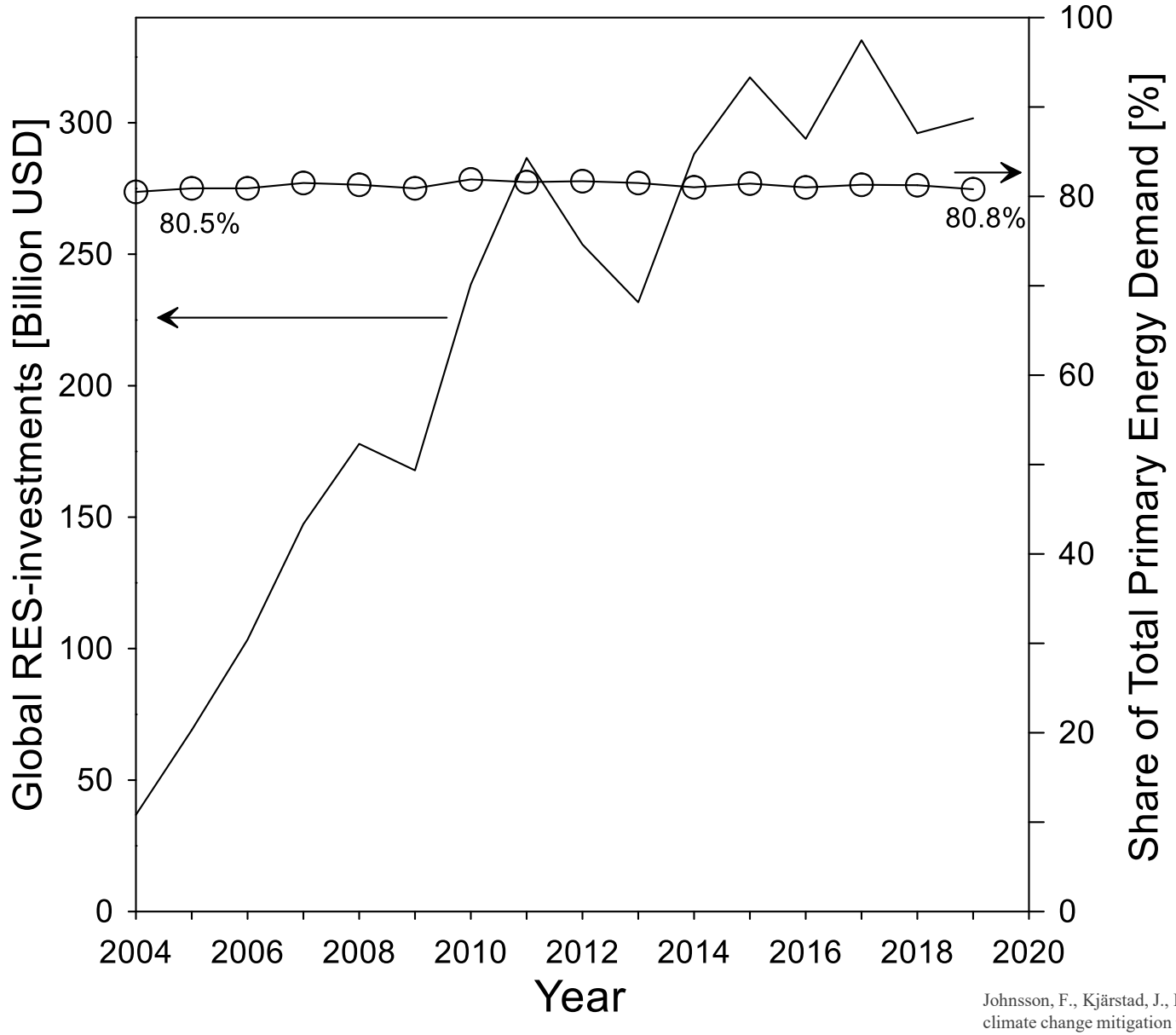
The 2025 projection is based on preliminary data and modelling. The global total includes a cement carbonation sink of 0.8 $GtCO_2$.

Source: Friedlingstein et al 2025; Global Carbon Project 2025

Strong growth in renewable energy



Strong growth in renewable energy – zero reduction in fossil-fuel share!



Johnsson, F., Kjärstad, J., Rootzén, J. (2018): The threat to climate change mitigation posed by the abundance of fossil fuels, *Climate Policy*, DOI: 10.1080/14693062.2018.1483885

Nyckelåtgärder för energisystemets omställning

- Elektrifiering – direkt och indirekt
- Byte till förnybara bränslen
- Koldioxidavskiljning och lagring
- Effektivisering
- Cirkulär ekonomi



Vad ska elektrifieras?

























Sektorsintegration möjliggör effektiv elektrifiering

Elproduktion



Transporter



Industri



Byggnader





Technology diversity and flexibility in the energy system facilitate sector integration

Hydropower



Hydrogen for industry



Hydrogen Based Steelmaking



Thermal storage



Grid infrastructure



Smart buildings



Home energy storage



Electric Vehicles (EV)



E-methanol



Gas turbines – biogas and hydrogen



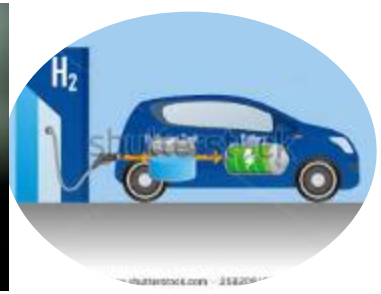
Small Modular Reactors



Heat pumps



Hydrogen Electric Vehicles (HEV)





Combined Heat and Power (CHP)

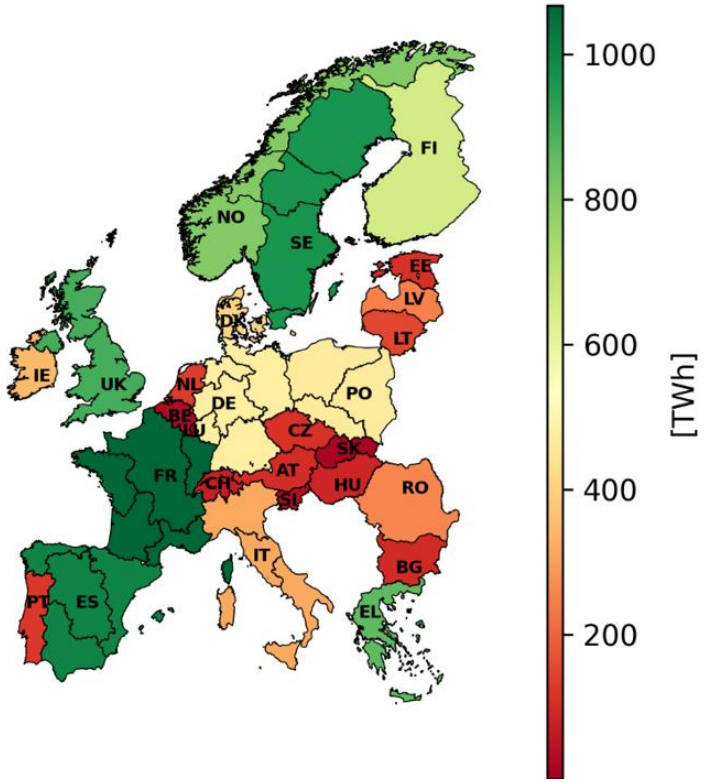


Utility scale batteries



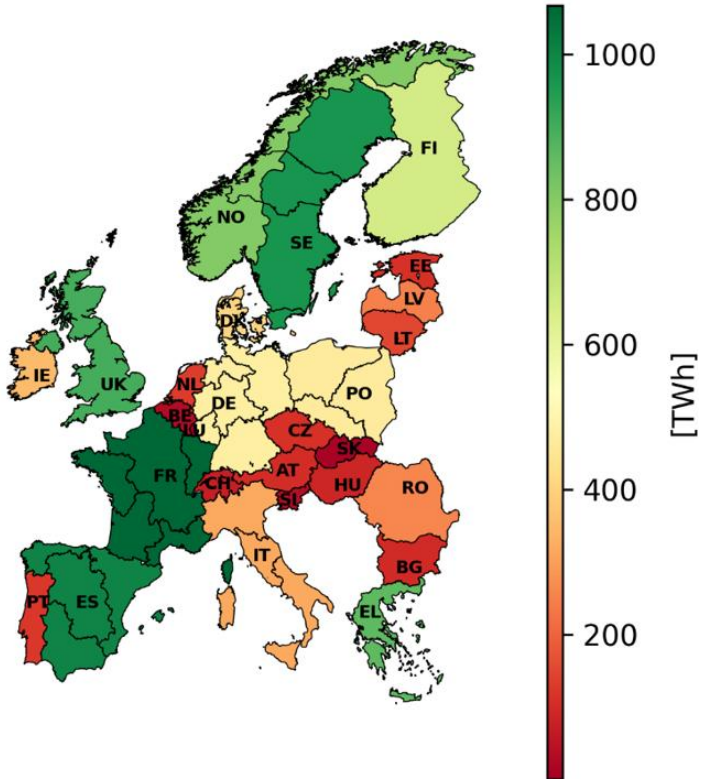
Sverige har mycket gynnsamma förutsättningar för elektrifiering

Potential för förnybar el

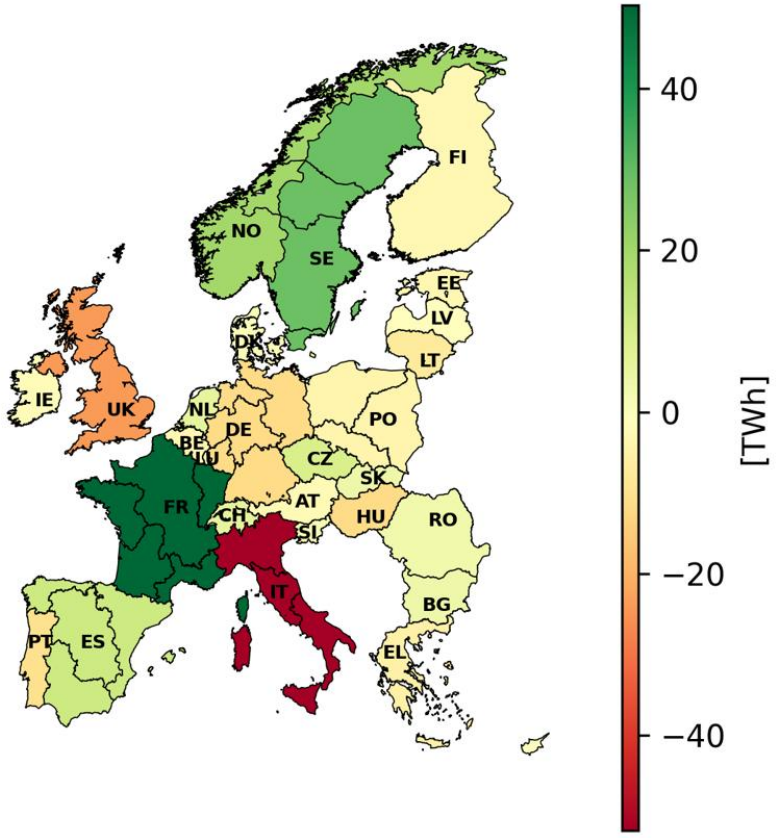


Sverige har mycket gynnsamma förutsättningar för elektrifiering

Potential för förnybar el



Netto elbalans*

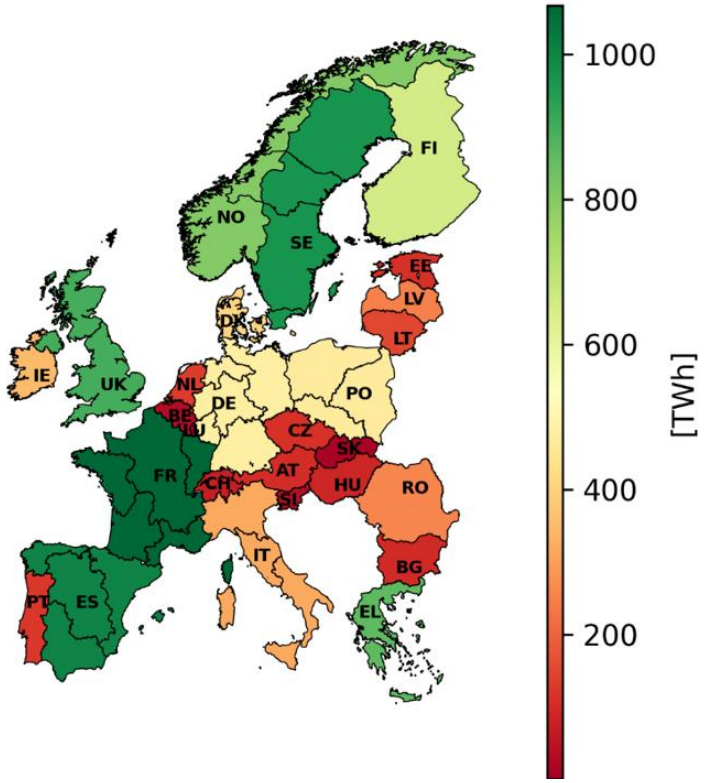


*Varierar mellan år (våtår, torrår)

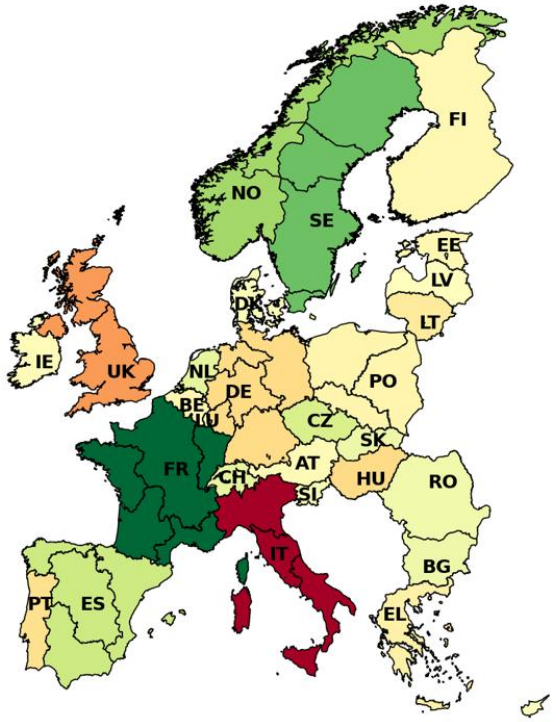
Sverige har mycket gynnsamma förutsättningar för elektrifiering

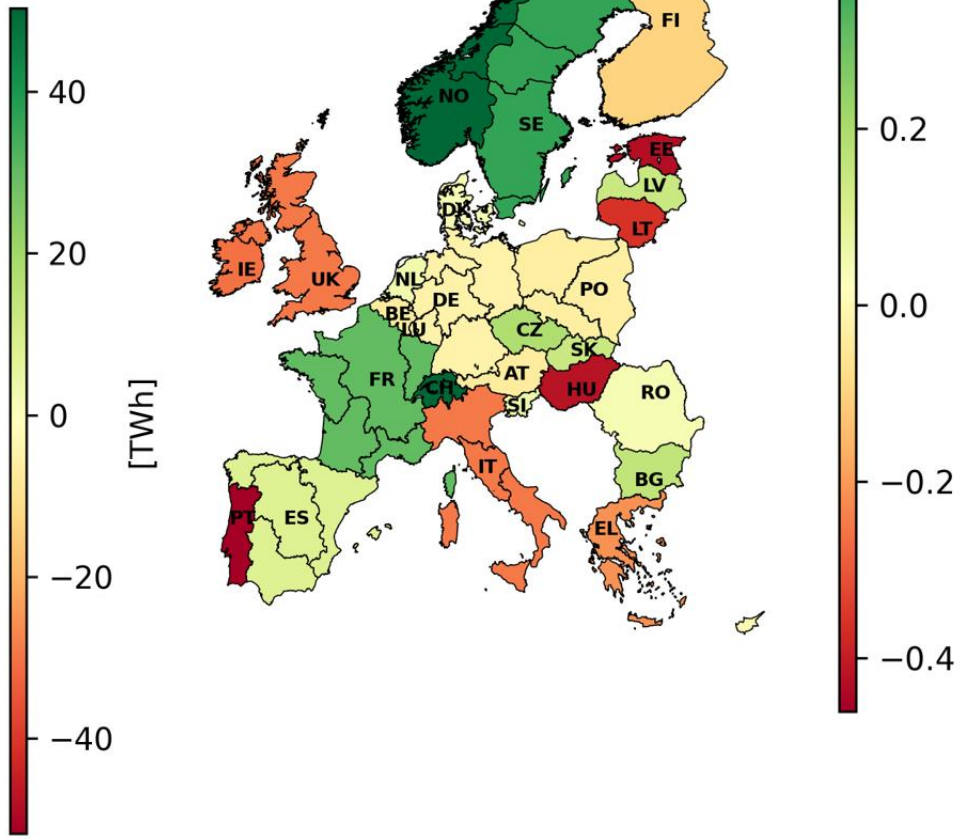
Kvot*: $\frac{\text{Netto elbalans}}{\text{Elbehov för elektrifiering av basindustrin}}$

Potential för förnybar el



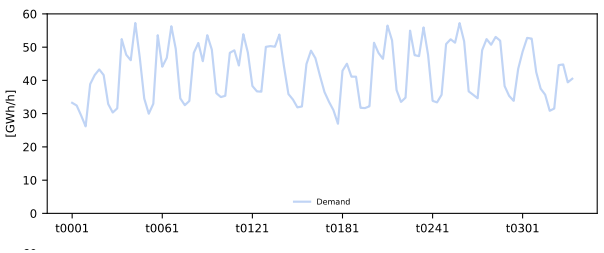
Netto elbalans



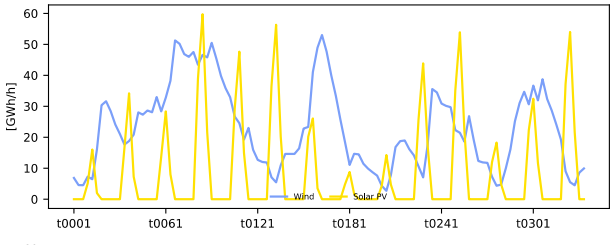


*Kvoten varierar mellan år och beror på elektrifieringsscenario

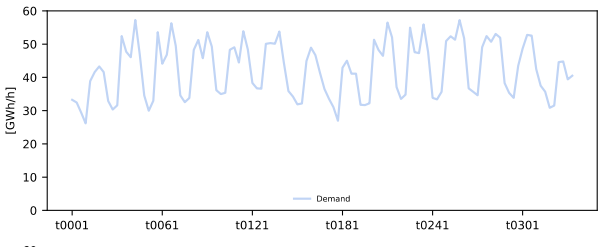
[Load variations]



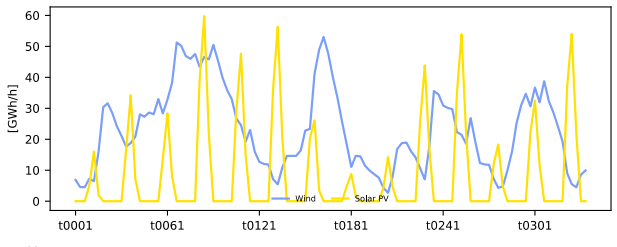
[generation from wind and solar]



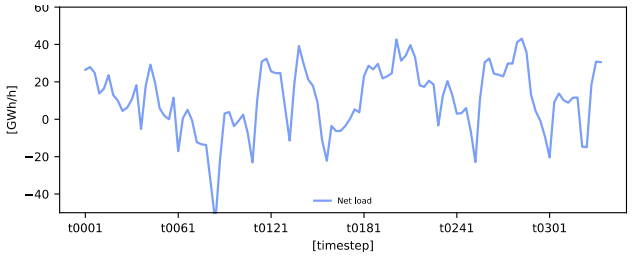
[Load variations] – [generation from wind and solar] = net load



—

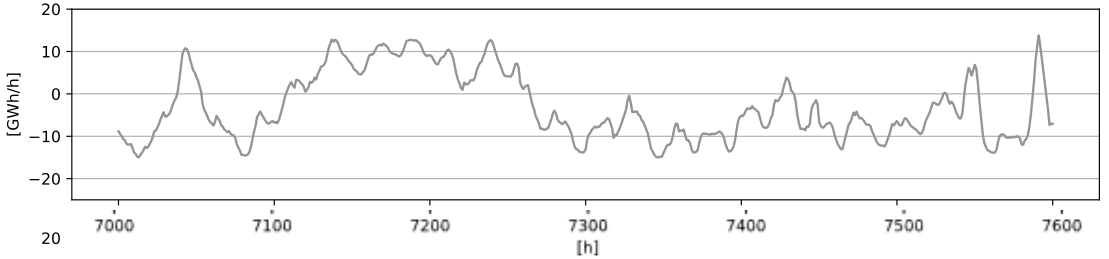


=



Covering the net load curve

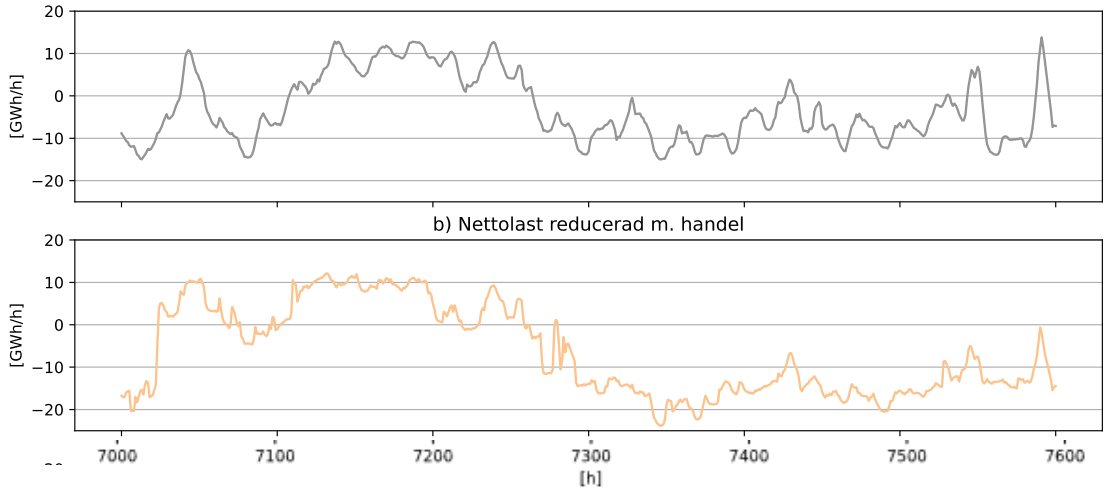
Net load



Covering the net load curve

Net load

Net load - trade



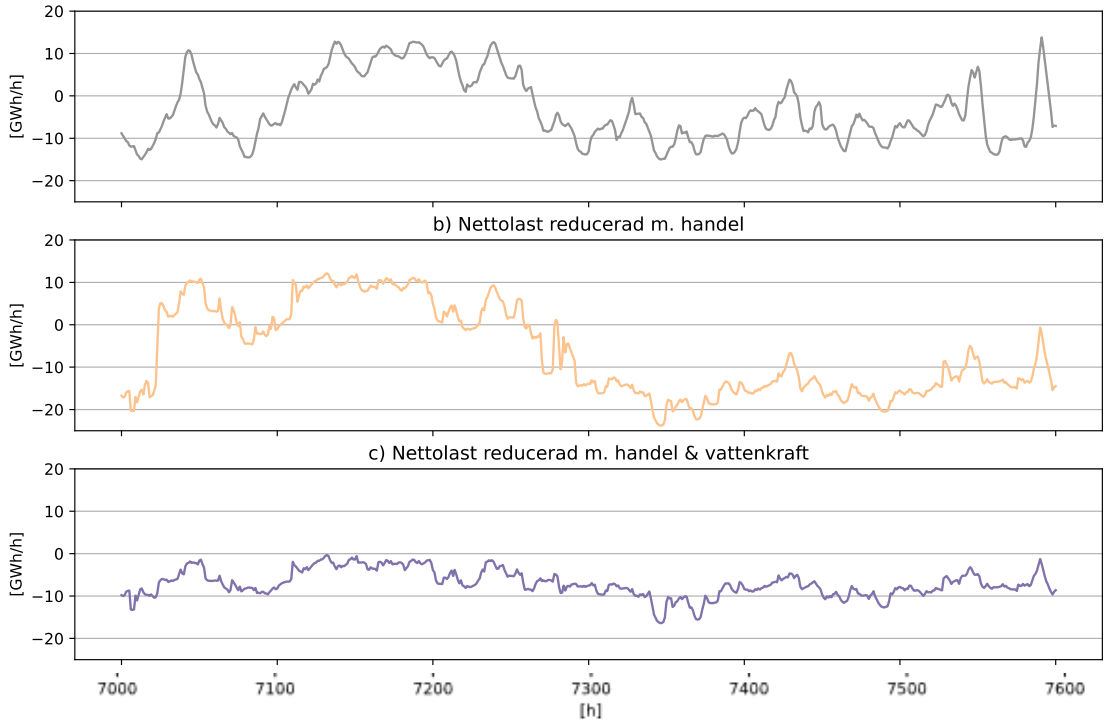


Covering the net load curve

Net load

Net load - trade

Net load – (trade + hydro power)





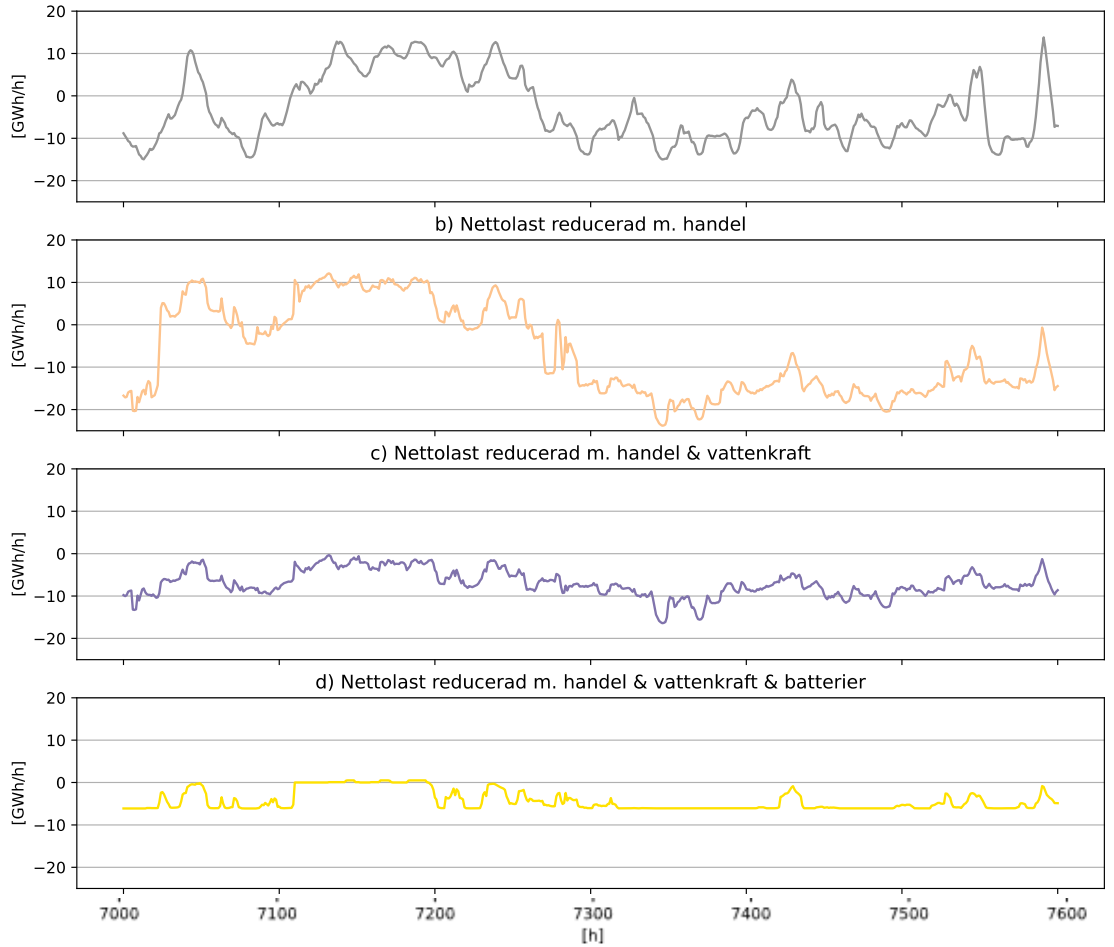
Covering the net load curve

Net load

Net load - trade

Net load – (trade + hydro power)

Net load – (trade + hydro power + batteries)







Covering the net load curve

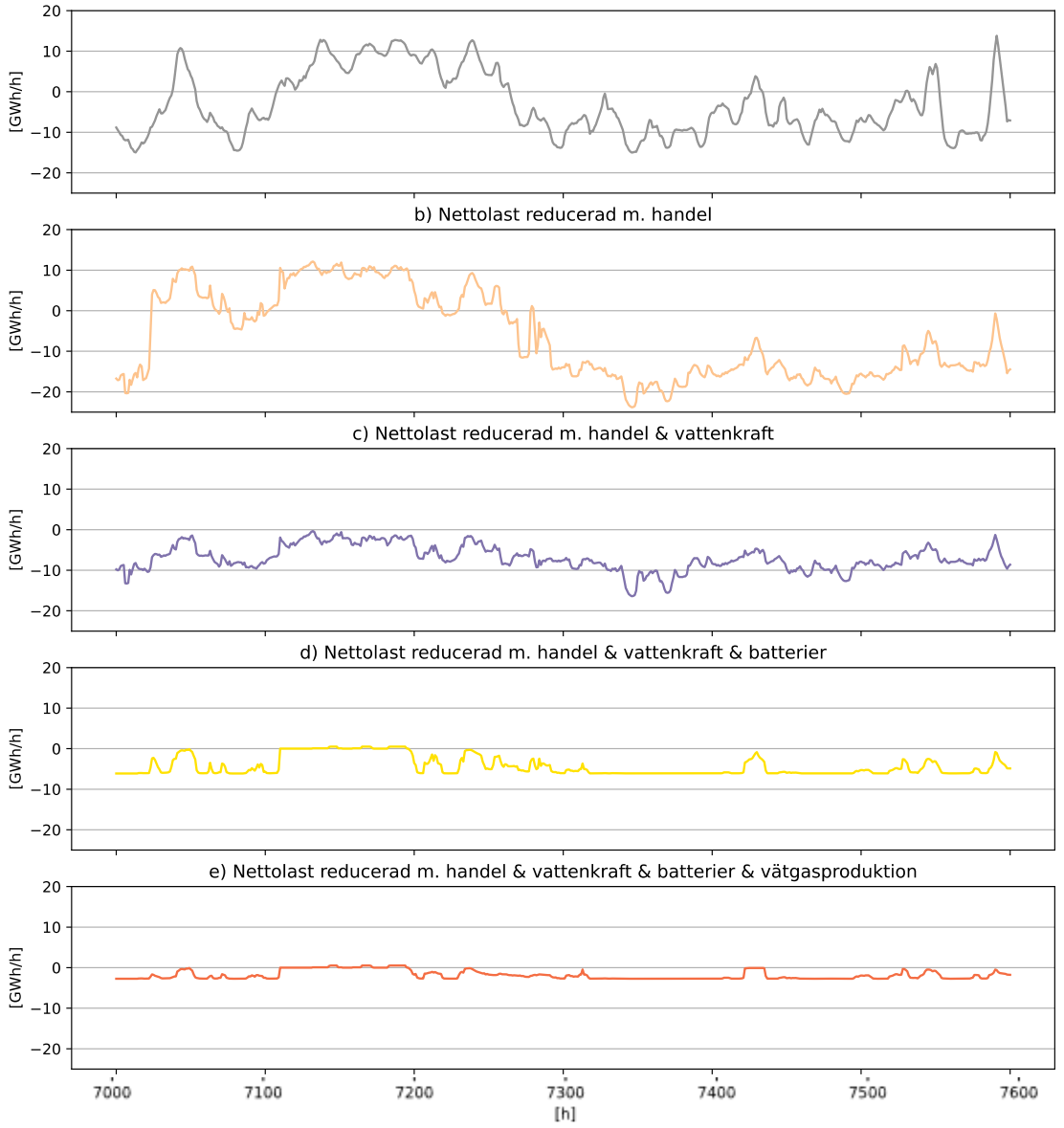
Net load

Net load - trade

Net load – (trade + hydro power)

Net load – (trade + hydro power + batteries)

Net load – (trade + hydro power + batteries + hydrogen production)





Covering the net load curve

Net load

Net load - trade

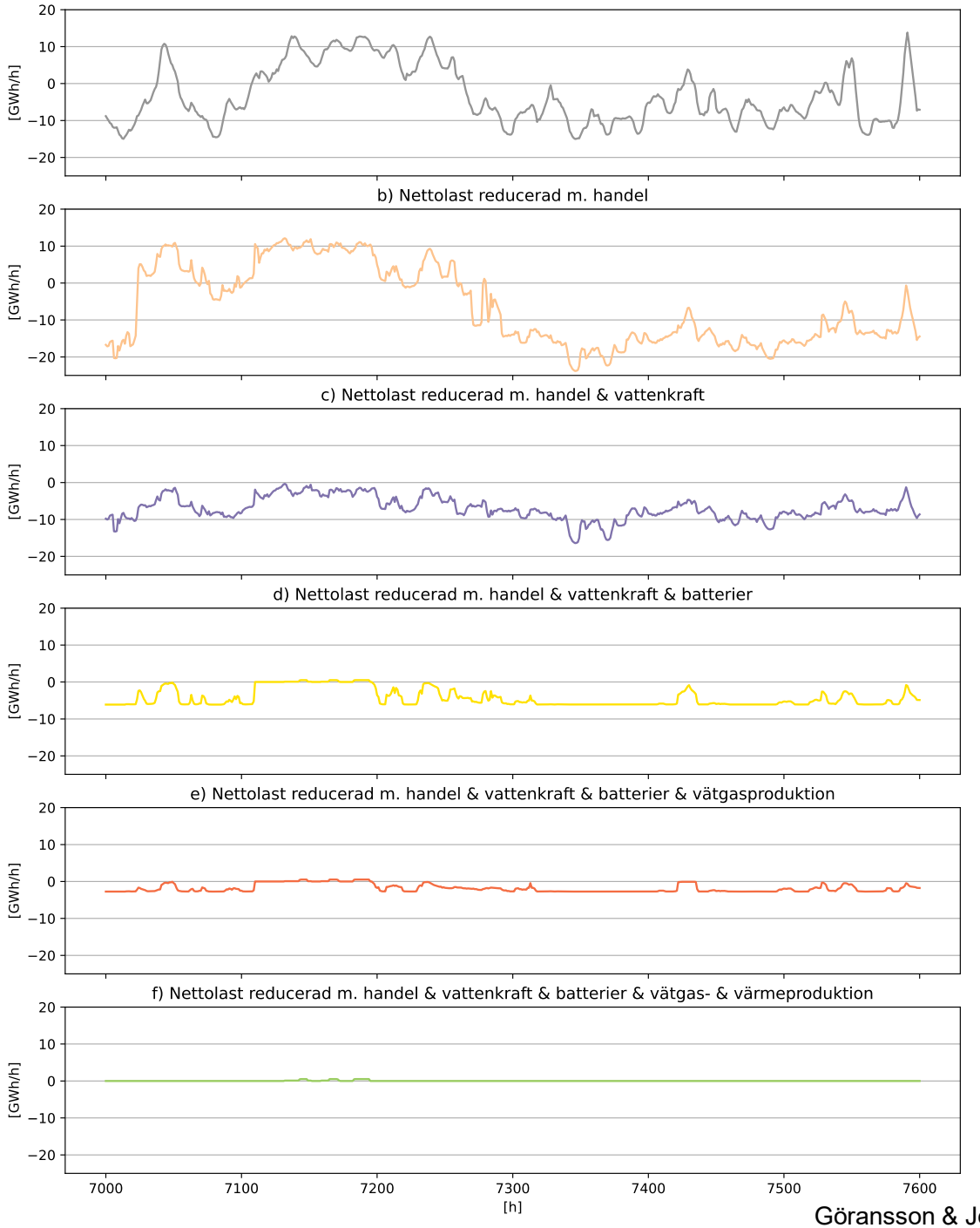
Net load – (trade + hydro power)

Net load – (trade + hydro power + batteries)



Net load – (trade + hydro po + hydrogen production)

Net load – (trade + hydro power + batteries + hydrogen production + heat production)



Göransson & Johnsson, 2023

Covering the net load curve

Net load

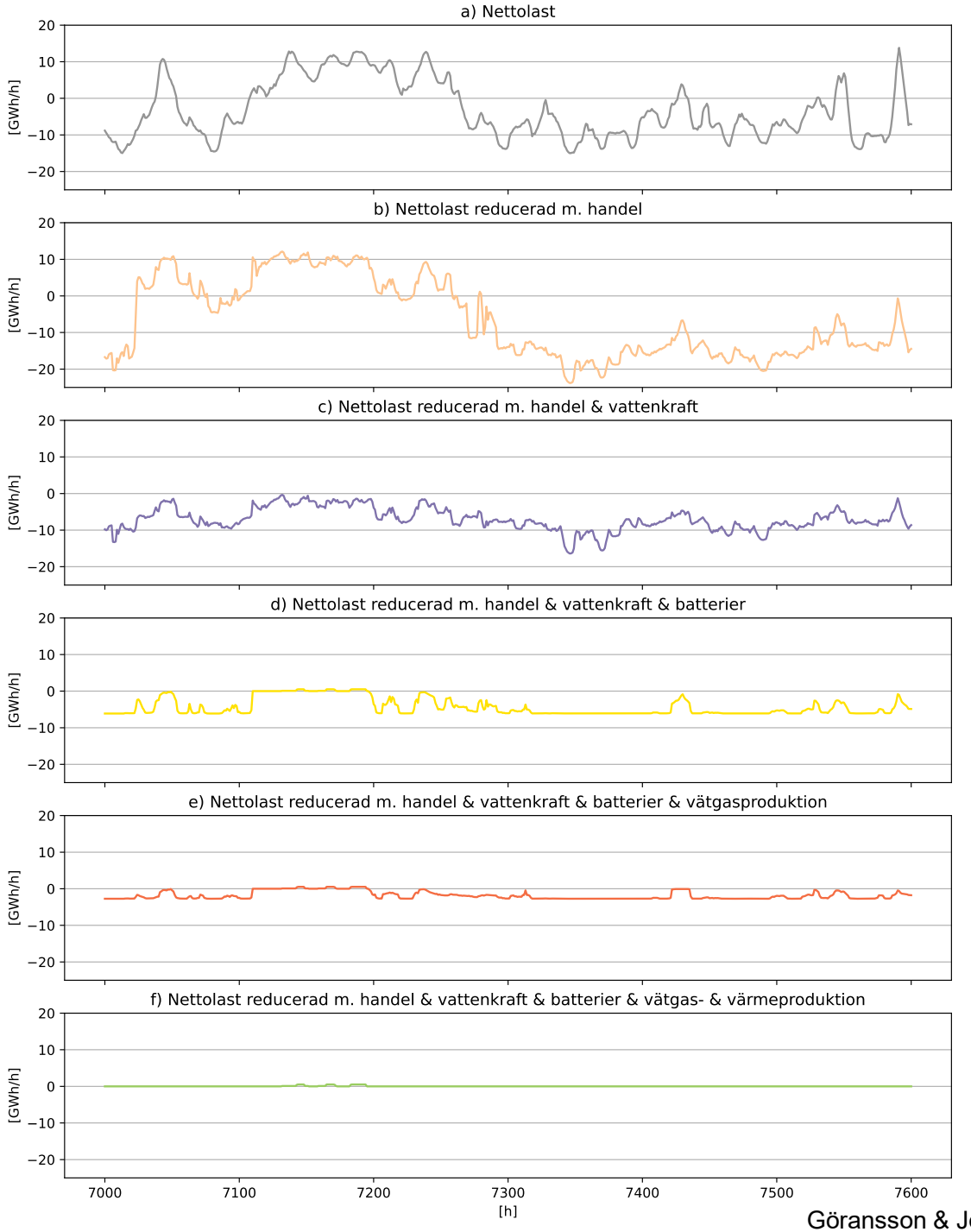
Net load - trade

Net load – (trade + hydro power)

Net load – (trade + hydro power + batteries)

Net load – (trade + hydro power + batteries + hydrogen production)

Net load – (trade + hydro power + batteries + hydrogen production + heat production)



Göransson & Johnsson, 2023

Covering the net load curve

Net load

Net load - trade

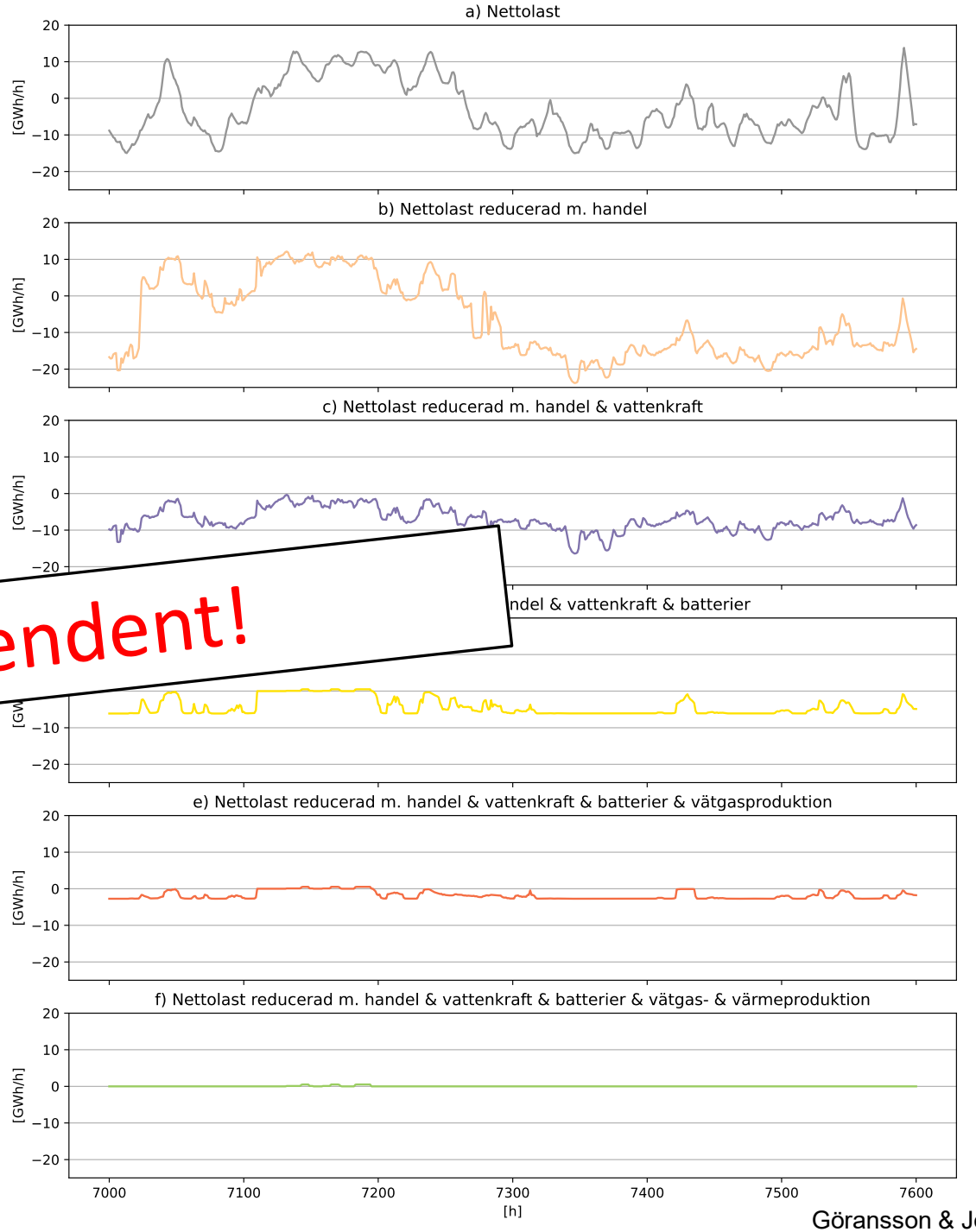
Net load – (trade + hydro power)

Net load – (tra

System dependent!

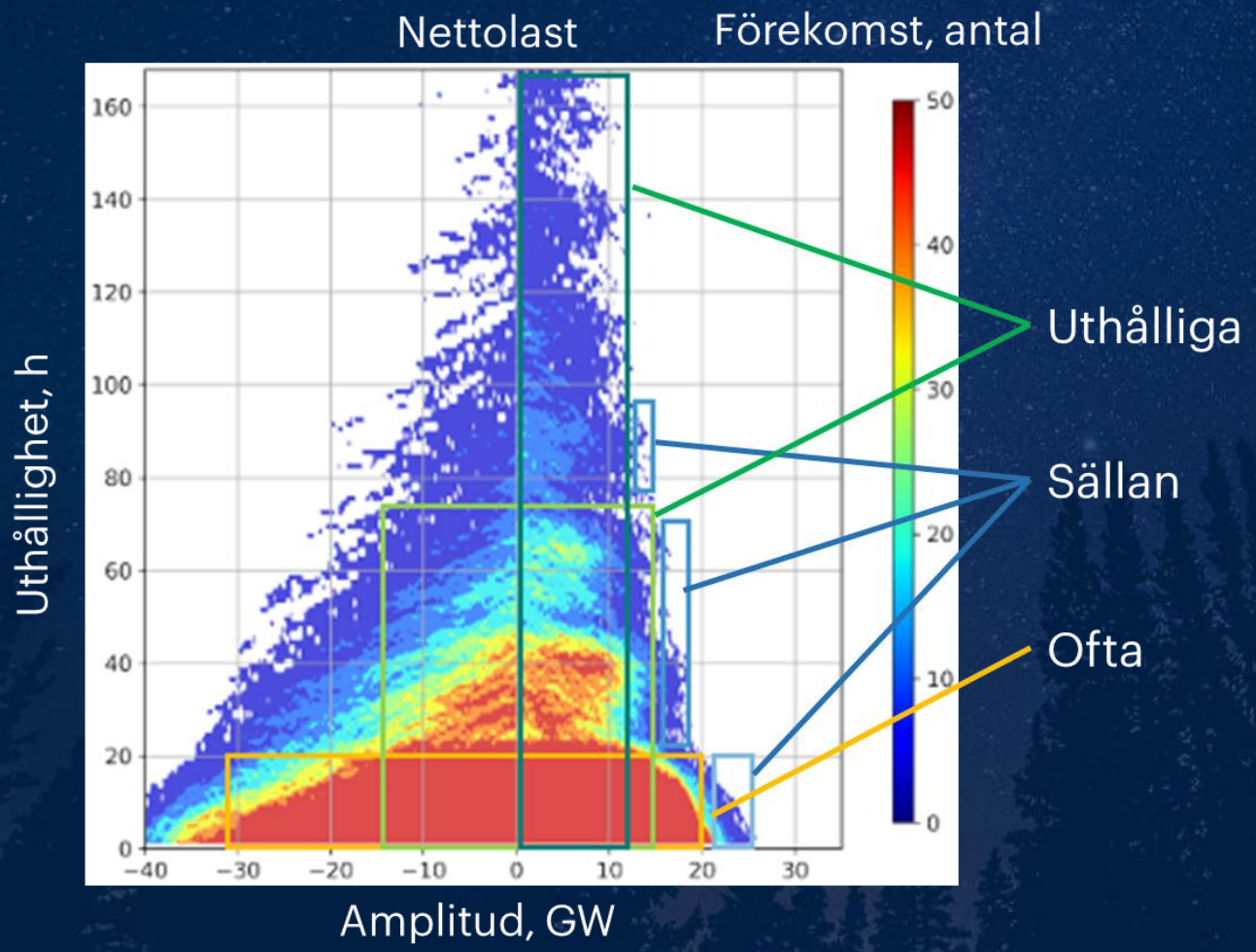
Net load – (trade + hydro power + batteries + hydrogen production)

Net load – (trade + hydro power + batteries + hydrogen production + heat production)



Göransson & Johnsson, 2023

Flexibilitetsbehov

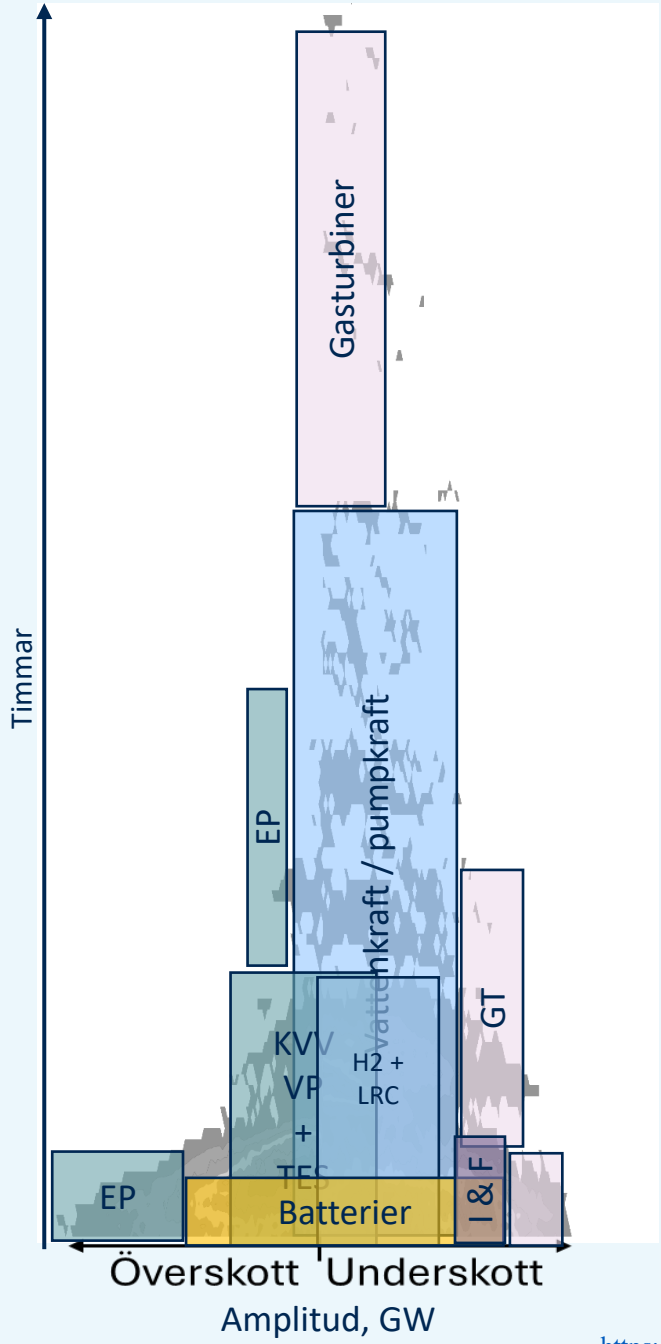


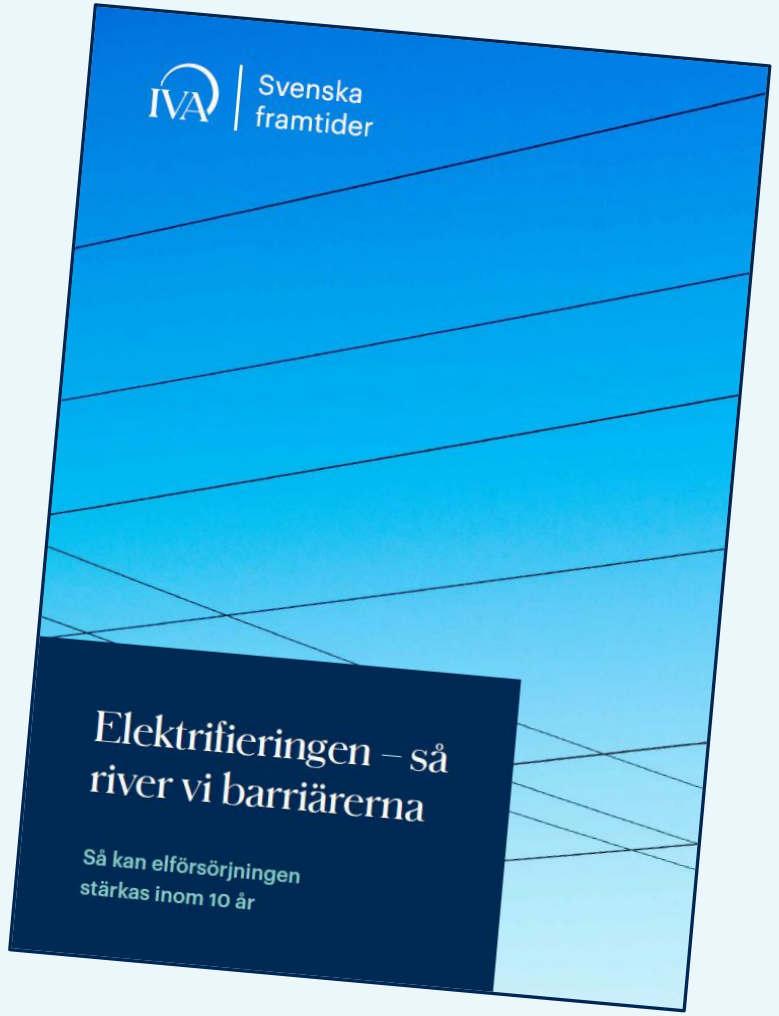
Behoven av flexibilitet kan kategoriseras beroende på:

- Amplitud – GW
- Uthållighet – timmar
- Förekomst - antal

Samlade flexibilitets-resurser

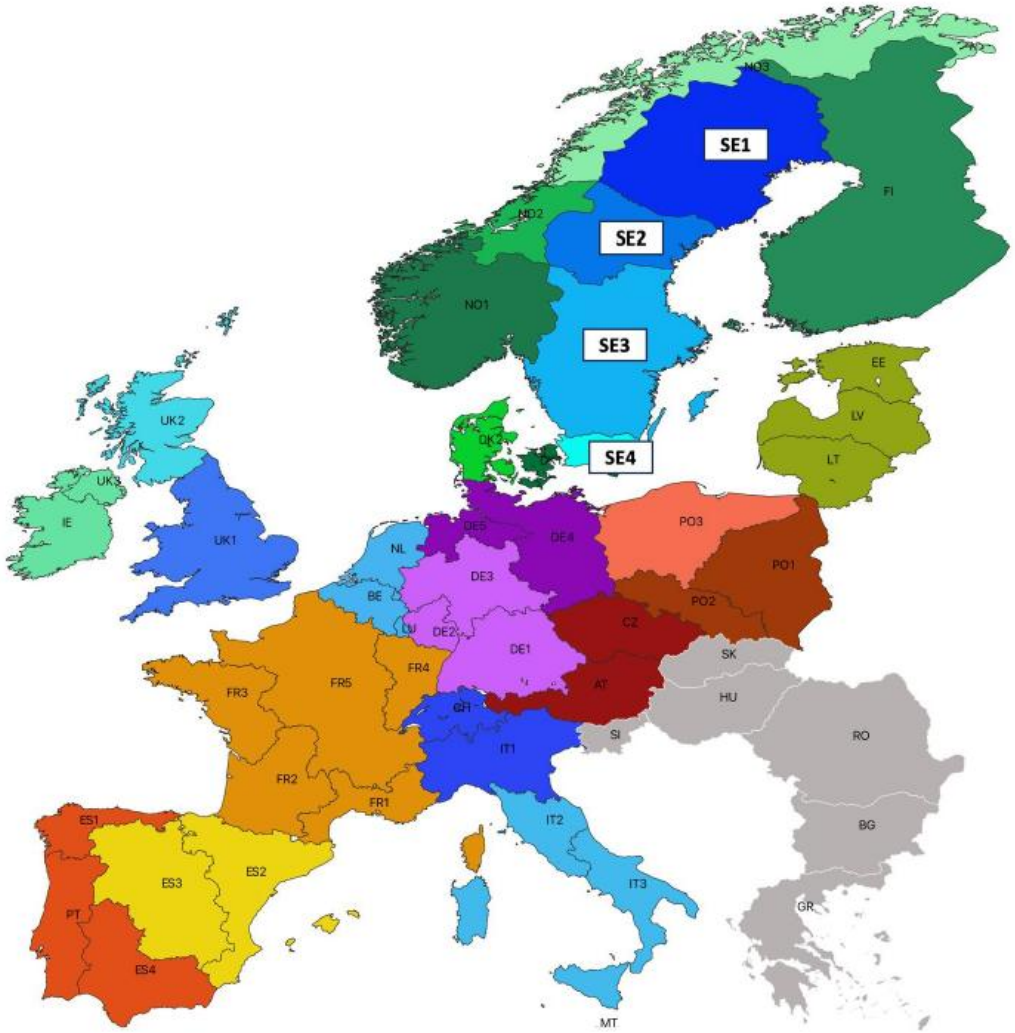
Det finns lösningar på alla de flexibilitetsbehov vi kan identifiera.



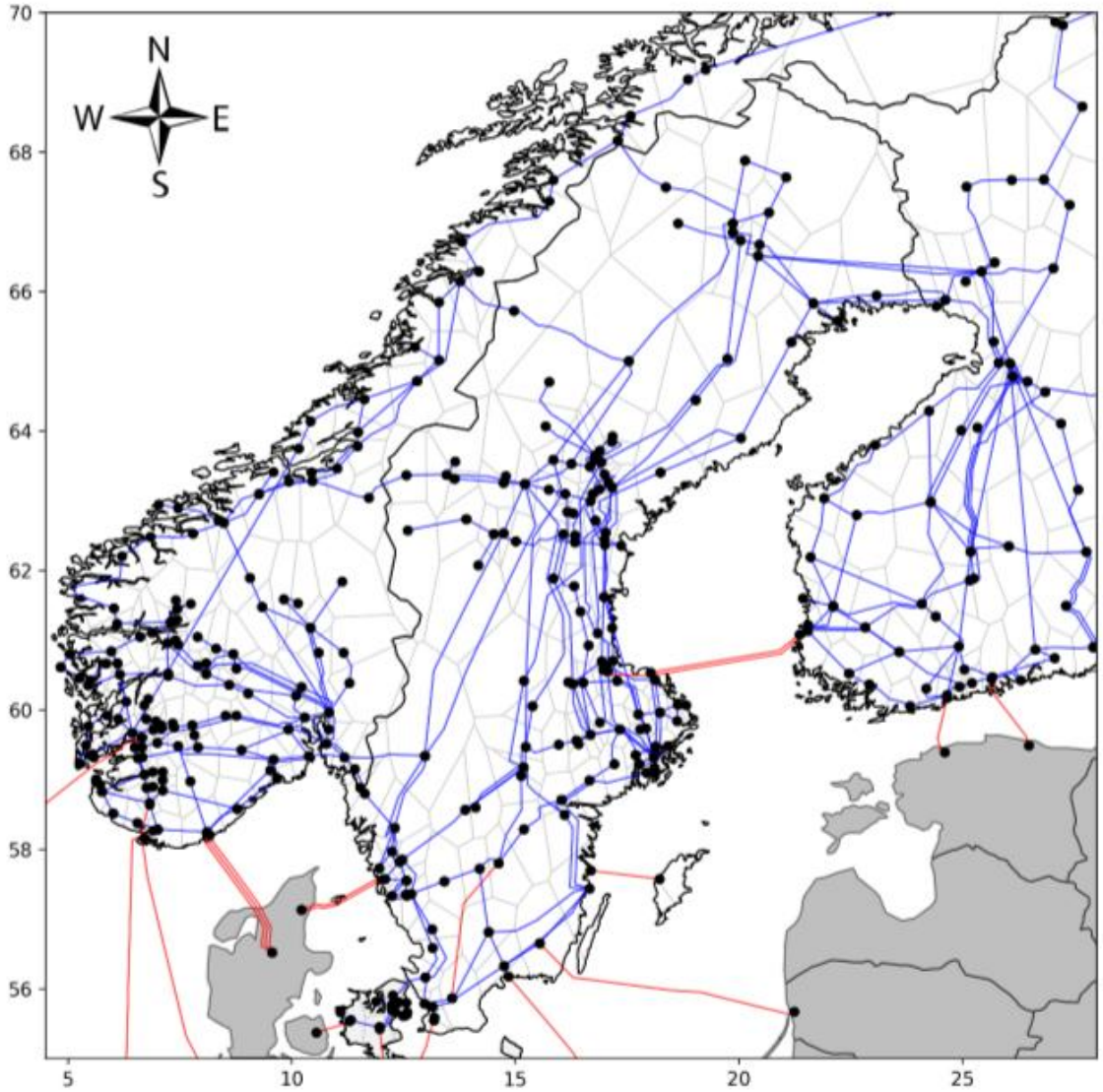


https://www.iva.se/publicerat/rapport-elektrifieringen--sa--river-vi-barriarerna/

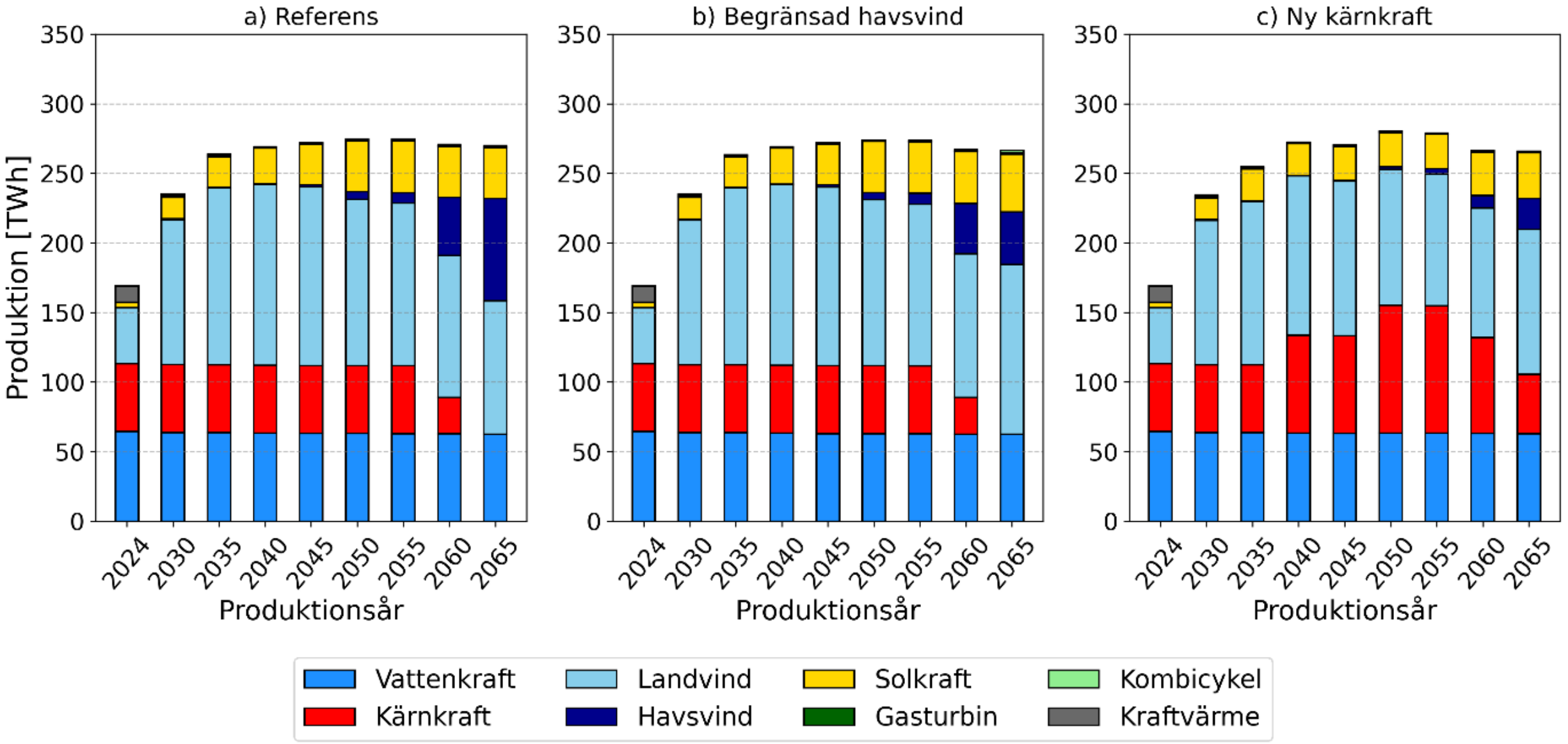
ELLI



EHUB + Power Flow



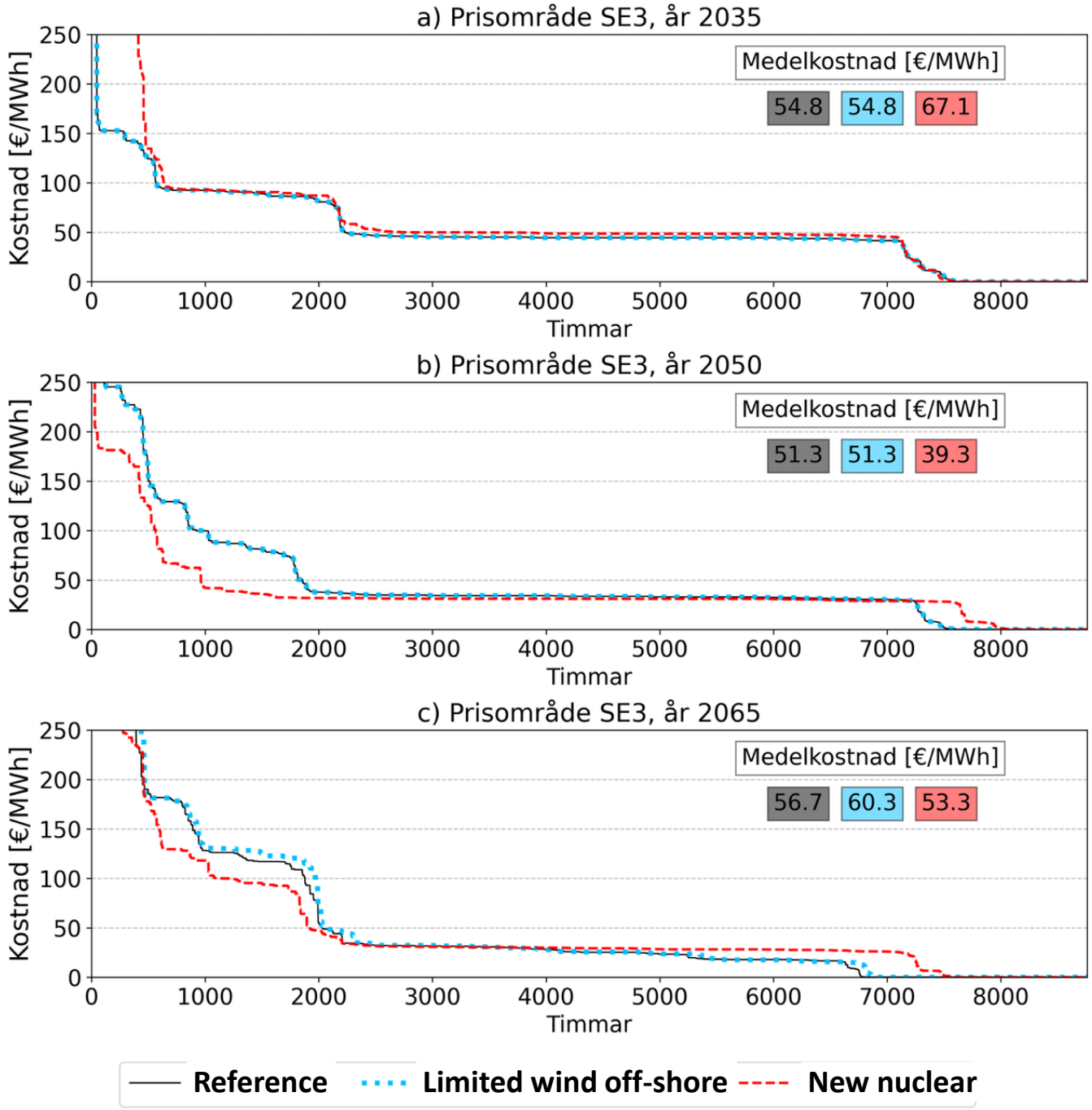
Elproduktion som kan möta elefterfrågan



Marginal cost of electricity

Electricity price area SE3

Reference (grey)
Limited off-shore wind (blue)
New nuclear (red)

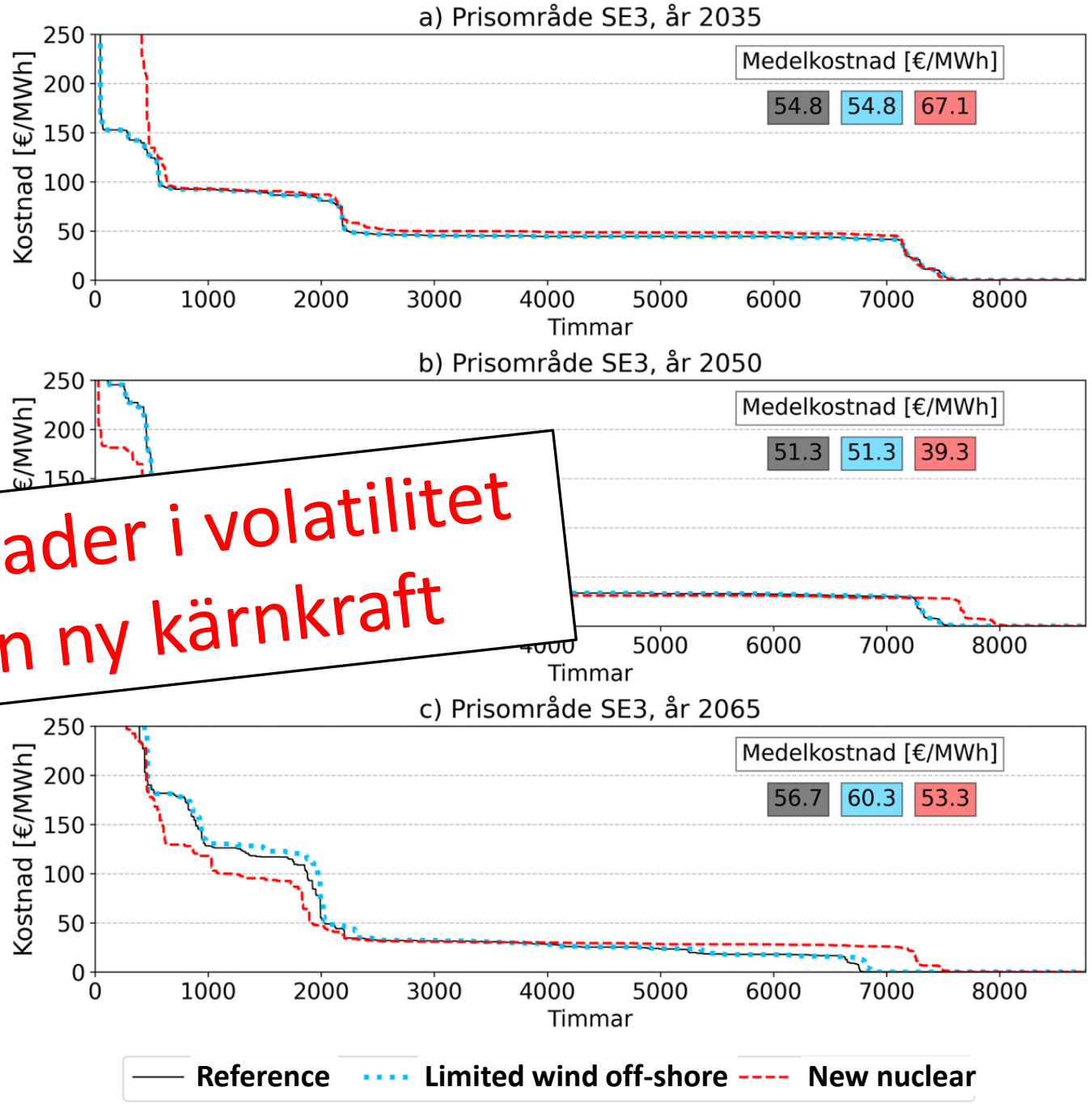


Marginal cost of electricity

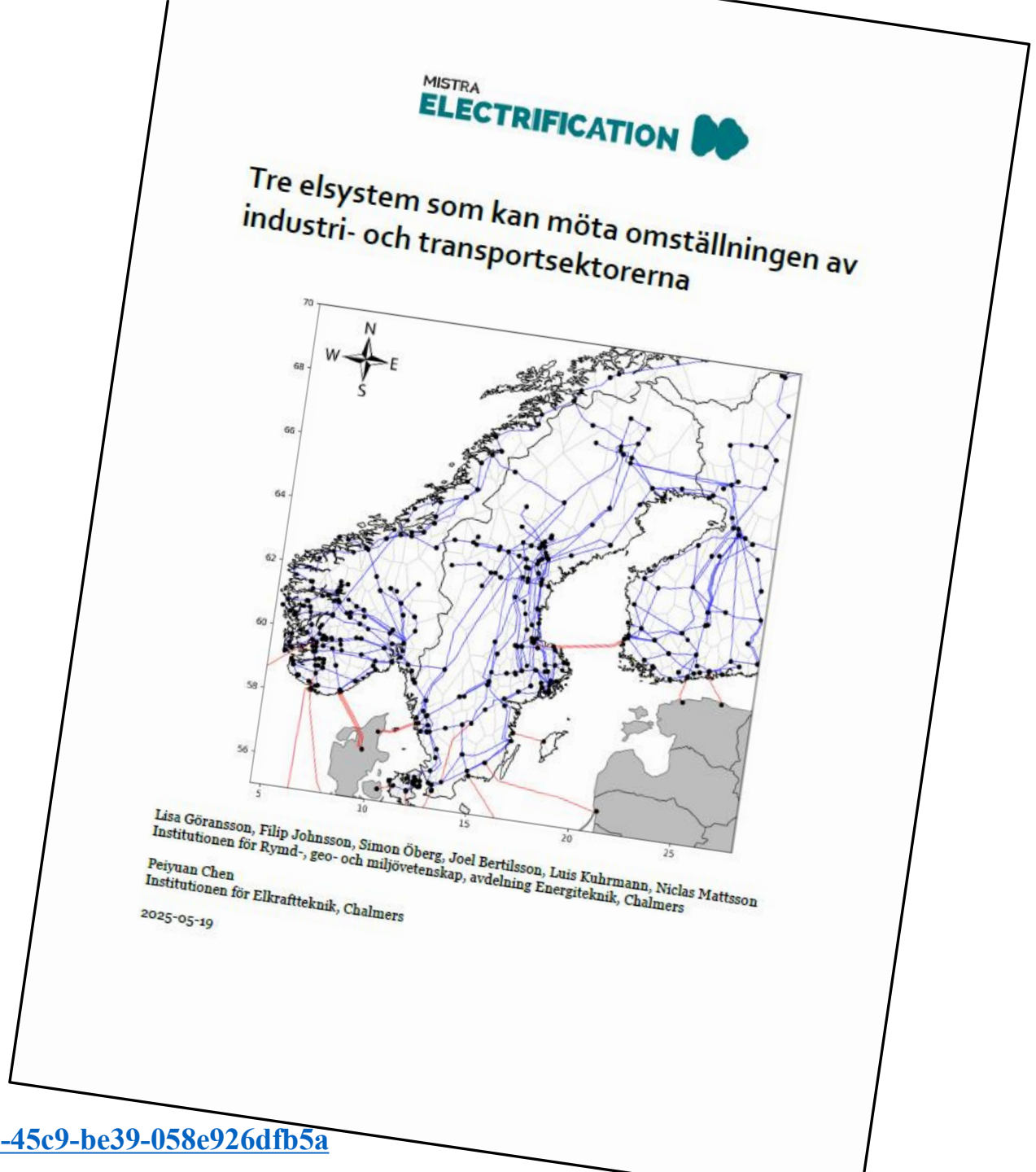
Electricity price area SE3

Reference (grey)
Limited off
New nuclea

Inga stora skillnader i volatilitet med och utan ny kärnkraft



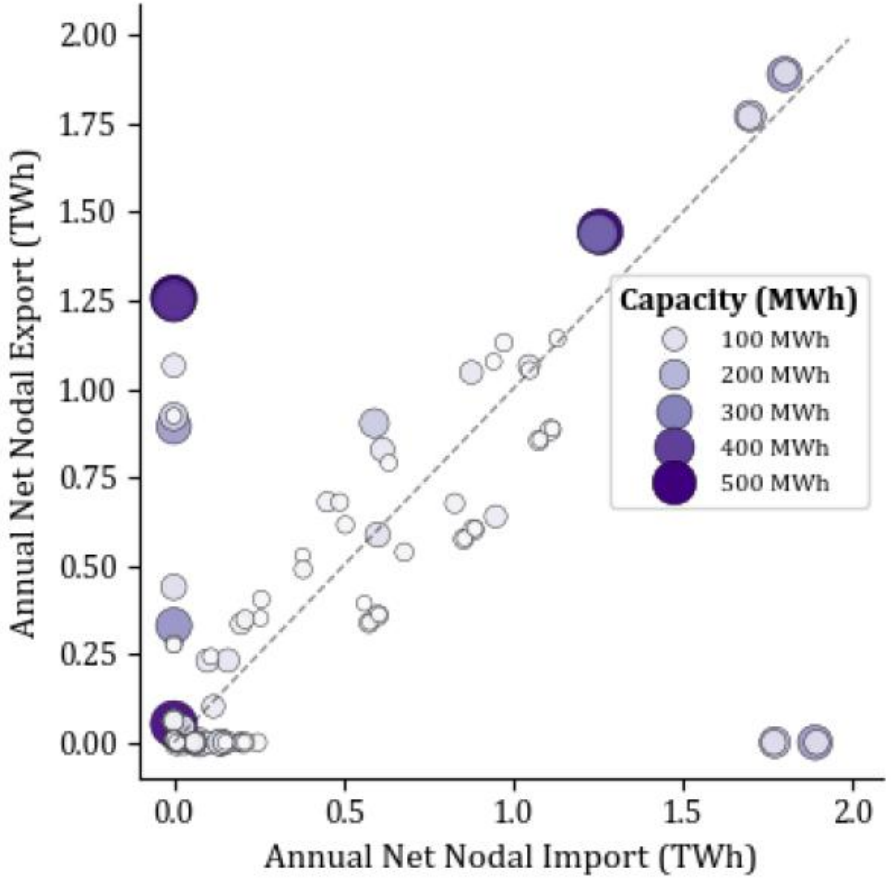
Se även DN debatt 20/5, 2025

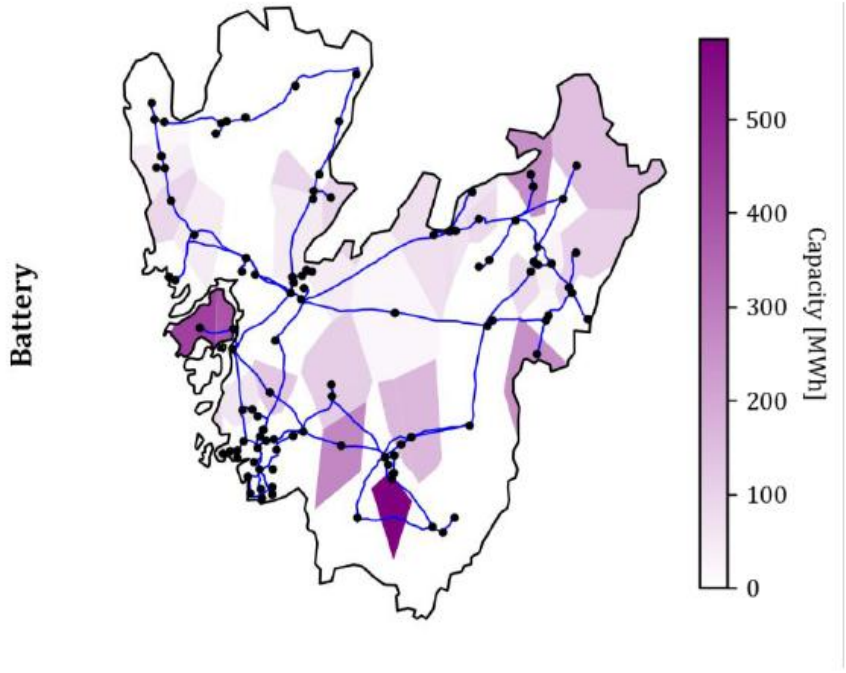


https://research.chalmers.se/publication/?created=true&id=07a32de0-ba88-45c9-be39-058e926dfb5a

Current Results – Batteries placement

Stationary batteries are cost effective investment in two types of nodes





- Stationary batteries are most cost-effective to be deployed in locations with high generation, or good connection to other nodes

Utmaningen

- **Hur vi kommer till det framtida elsystemet – hur får ökad efterfrågan att gå i takt med investering i ny elproduktion?**
- **Inte om det ska vara vind- eller kärnkraft**

REKOMMENDATIONER

7. Förankra och bredda politiken för framtidens fossilfria energisektor
   - Analys av framtidens fossilfria elsystem
   - Bred och långsiktig energiöverenskommelse
   - Förbättrade förutsättningar för vindkraft, elnät och fossilfri uppvärmning
   - Prioritera energieffektivisering högre



Utmaningar: främst icke-tekniska

- **Bättre samverkan** med lokalsamhällena, exempelvis genom ökade bygdemedel (gäller även kraft-ledningar)
- Kommunerna kan ges **ekonomiska incitament** för att möjliggöra utbyggnad av vindkraft och annan elproduktion som påverkar närmiljön
- Att finna former för att **hantera kompromisser** mellan olika intressen i syfte att möjliggöra omställningen
- Effektiva **tillståndsprocesser**
- Regelverk







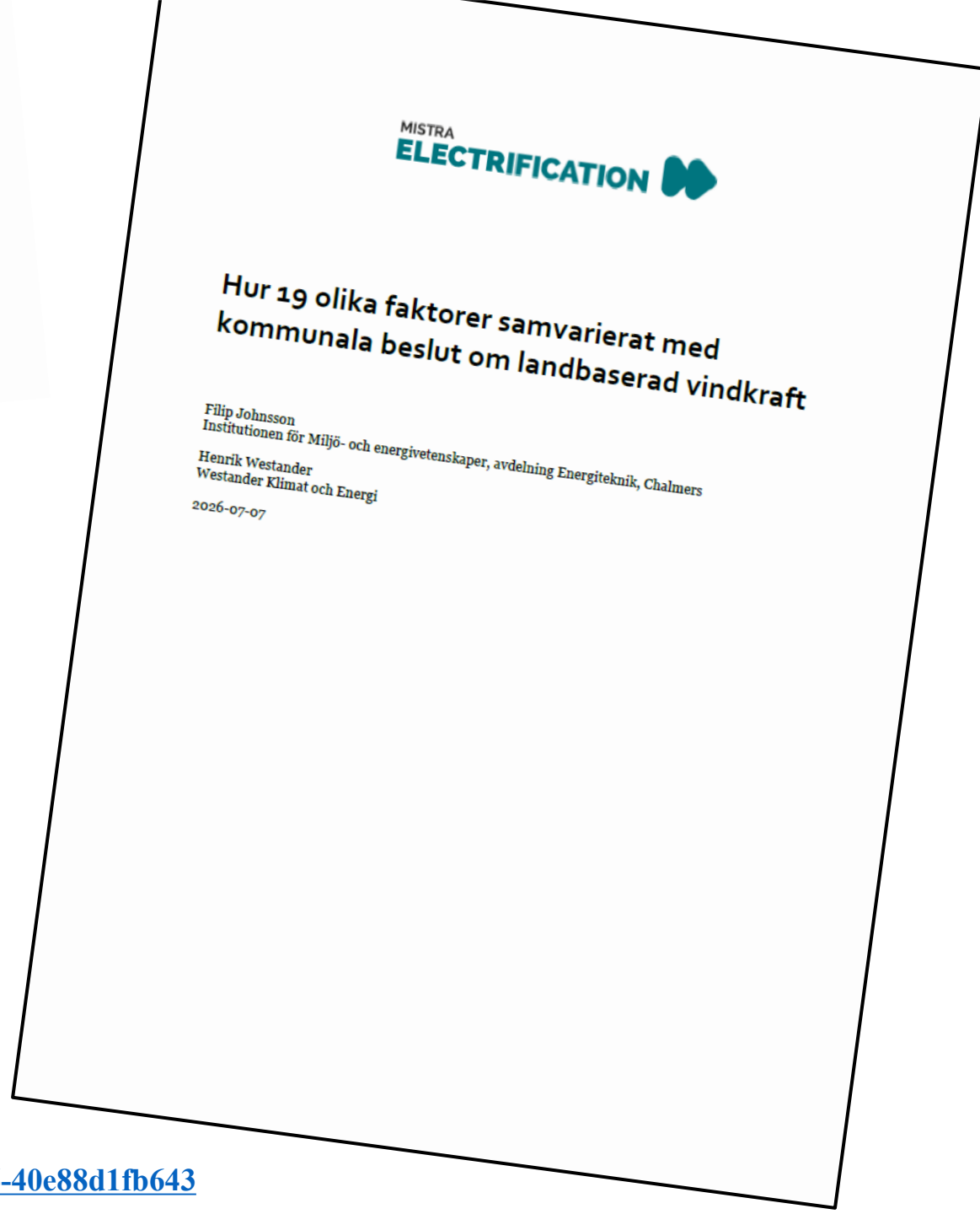




DN DEBATT

DN Debatt. ”Partierna dubbelspelar om vindkraft – säger ja men röstar nej”

Uppdaterad 2026-07-30 Publicerad 2026-07-28



MISTRA ELECTRIFICATION

Hur 19 olika faktorer samvarierat med kommunala beslut om landbaserad vindkraft

Filip Johnsson
Institutionen för Miljö- och energivetenskaper, avdelning Energiteknik, Chalmers

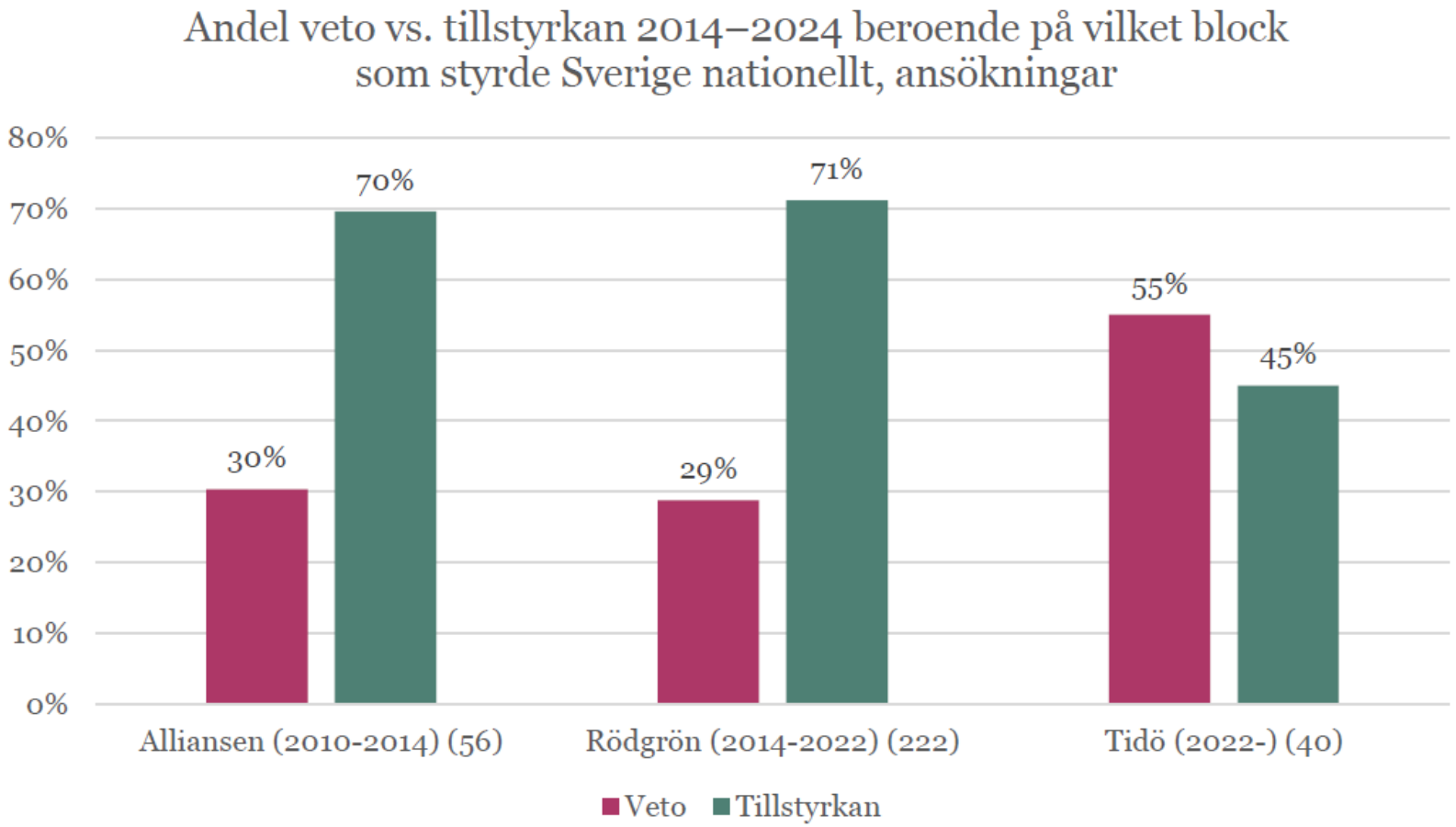
Henrik Westander
Westander Klimat och Energi

2026-07-07

- Studien beskriver och analyserar hur olika faktorer samvarierat med kommunernas beslut om tillstyrkan eller användning av det kommunala vetot vid prövning av landbaserad vindkraft.

- Studien har tagits fram inom ramen för Mistra Electrification. Den baseras på data om 48 kommunala beslut (i alla faser) under perioden 1 januari 2024 till 12 augusti 2025 samt en längre tidsserie över 318 kommunala beslut om ansökningar mellan 2014 och 2024.

https://research.chalmers.se/publication/?created=true&id=09b1c3fb-6a4f-4387-9886-40e88d1fb643



Under den borgerliga alliansregeringen januari till september 2014 och under det rödgröna styret 2014–2022 var andelen tillstyrkan ungefär lika stor, 70 respektive 71 procent. Under Tidö-regeringen, perioden oktober 2022–2024, minskade andelen tillstyrkan väsentligt, då bara 45 procent av ansökningarna tillstyrktes.

Two important incentives for the transition

- **EU-ETS with Fitfor55**





- **Industry** is driving – climate targets including entire value chain (Scope 1, 2 och 3)

SCIENCE BASED TARGETS





Polestar 0
Zero. All the way

Our moonshot goal: a truly climate-neutral car by 2030. Exceedingly difficult. Extremely important.

Volvo Group's Science Based targets

In November 2020, we committed to a pathway towards a Volvo Group net-zero value chain greenhouse gas emissions. Our target is to reach this by 2040

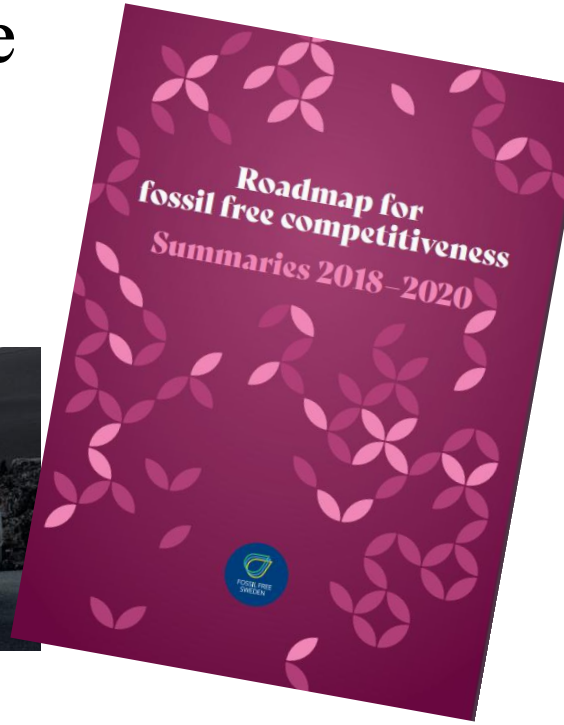
Two important incentives for the transition

- **EU-ETS with Fitfor55**





- **Industry** is driving – climate targets including entire value chain (Scope 1, 2 och 3)



SCIENCE BASED TARGETS



Polestar 0
Zero. All the way

Volvo Group's Science Based targets

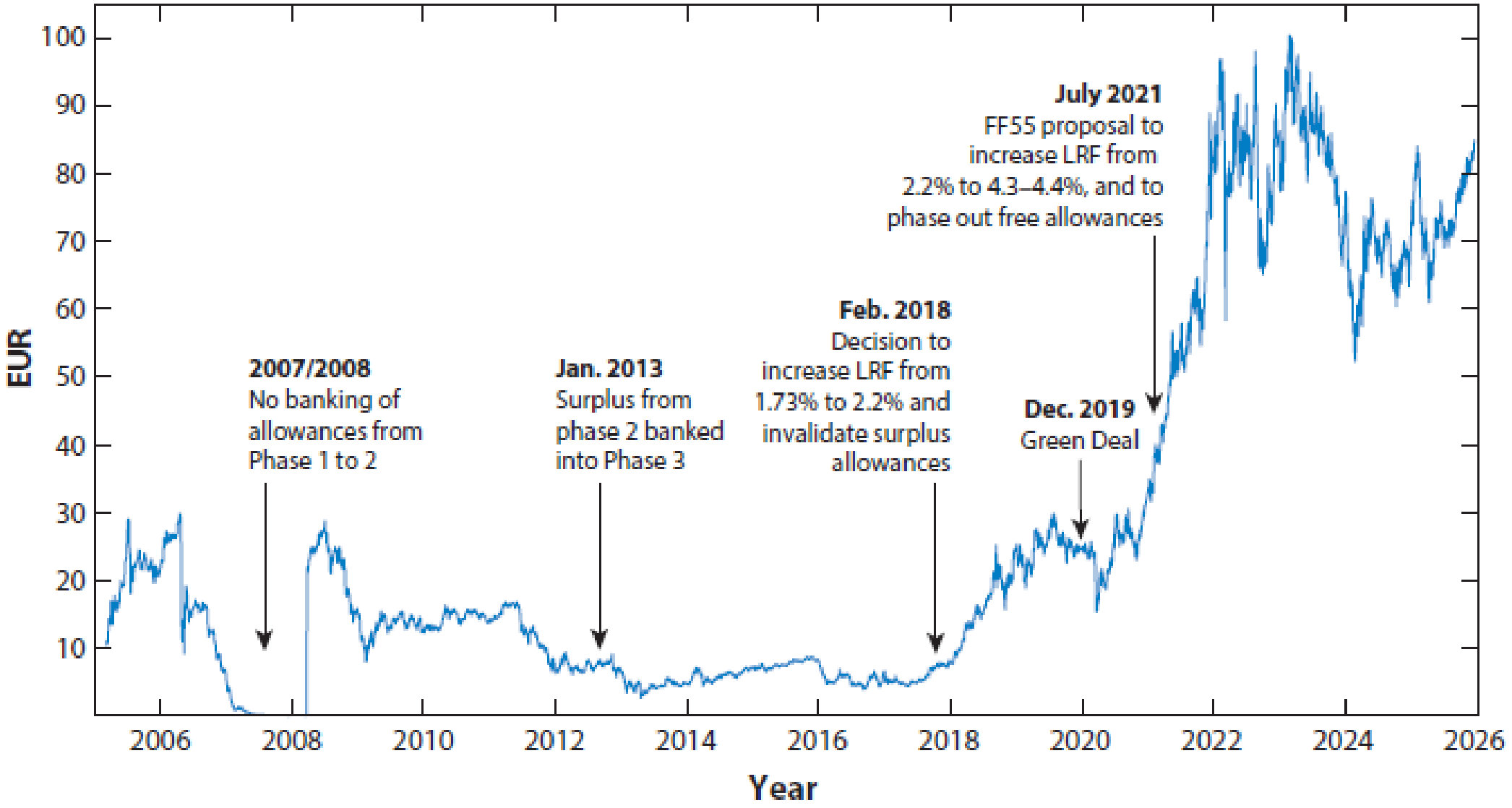
In November 2020, we committed to a pathway towards a Volvo Group net-zero value chain greenhouse gas emissions. Our target is to reach this by 2040

Our moonshot goal: a truly climate-neutral car by 2030. Exceedingly difficult. Extremely important.

2023: Another EU ETS reform



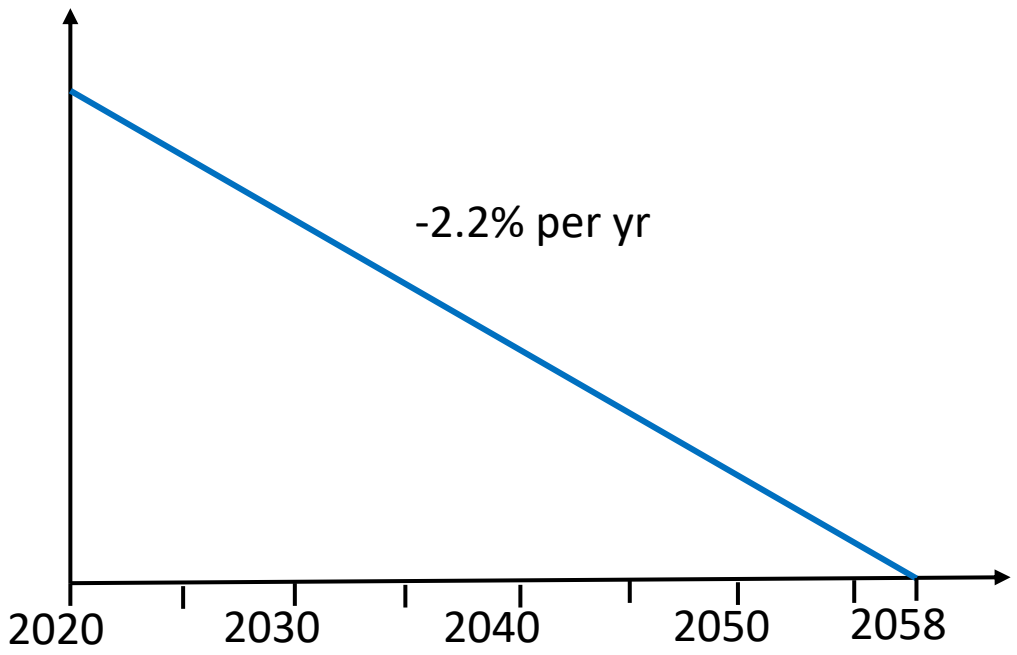
EU ETS allowance prices from 2005



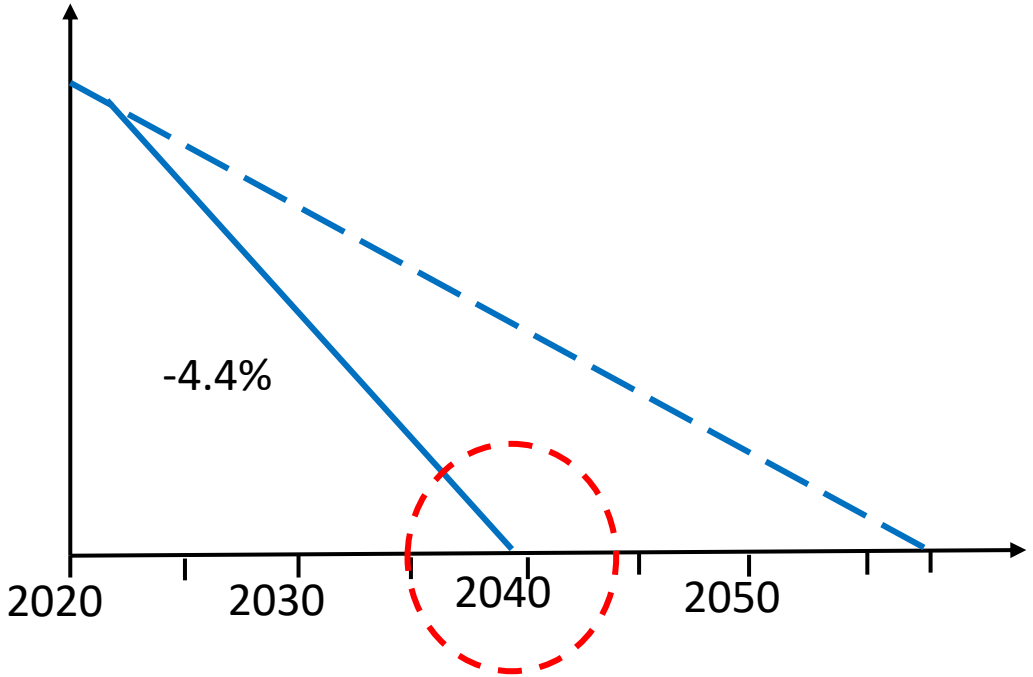
Sterner et al., 2026 ”Happy birthday: Twenty Years of EU-ETS”

Faster reduction in the emission ceiling

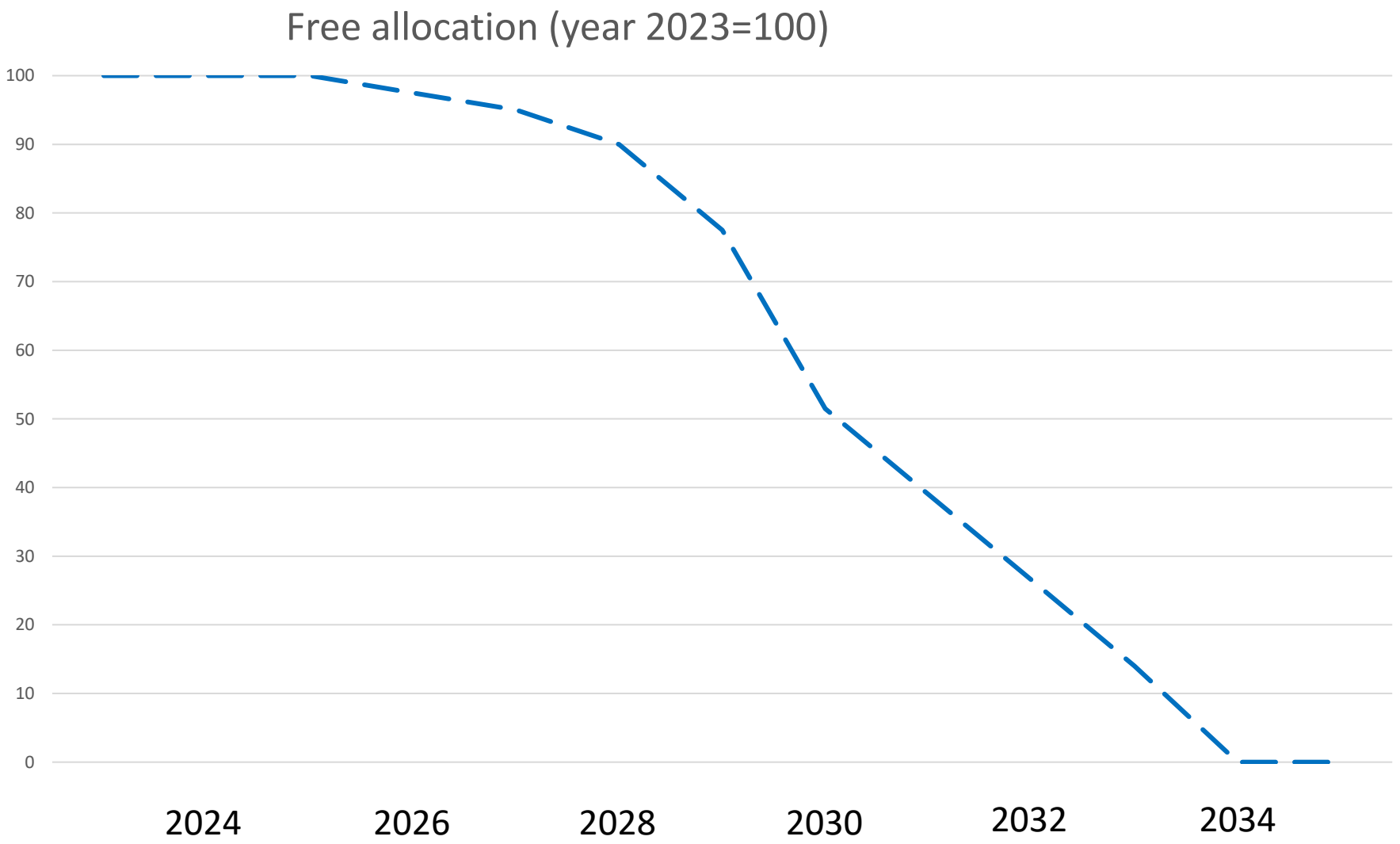
Before Fit for 55:



Fit for 55: -4.4 % per yr



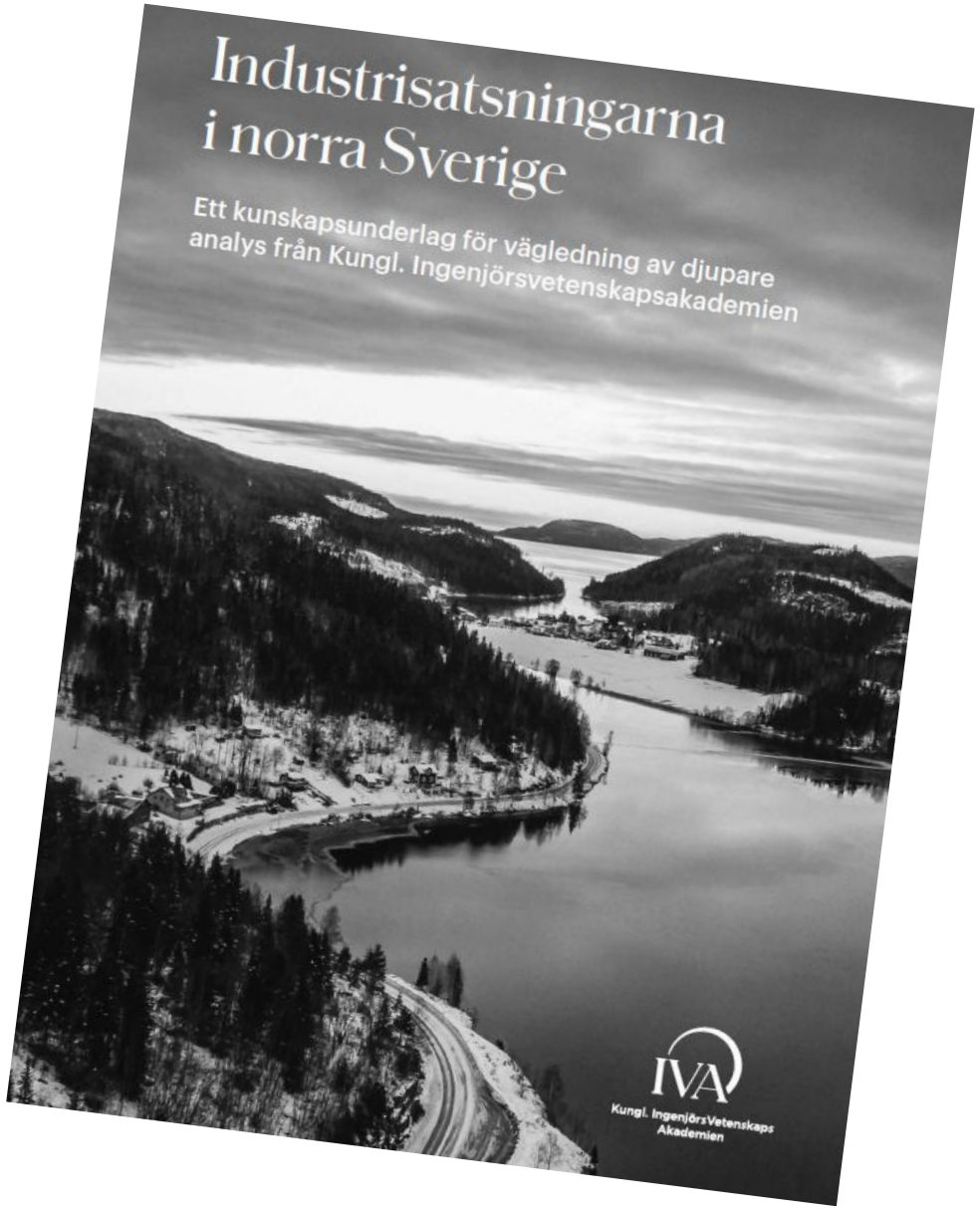
Phase out of free allowances (%)



REKOMMENDATIONER

2. Verka för att upprätthålla 55 %-paketet och ta en proaktiv roll för EU:s klimatramverk till 2040
   - Stärk EU:s utsläppshandel
   - Fasa ut fossila bränslen kostnadseffektivt
   - Utveckla ett ramverk som stärker kolsänkan
   - Begränsa mängden internationella krediter
   - Utveckla klimatintegreringen i EU

Behövs också aktiv industripolitik





REKOMMENDATIONER

6. Skapa stabila och långsiktiga förutsättningar för industriomställningen
    - Effektiva och rättssäkra tillståndsprocesser
    - Aktiv industri- och innovationspolitik
    - Bred strategi för kompetensförsörjning
    - Ökad cirkularitet

Two important incentives for the transition

- **EU-ETS with Fitfor55**





- **Industry** is driving – climate targets including entire value chain (Scope 1, 2 och 3)

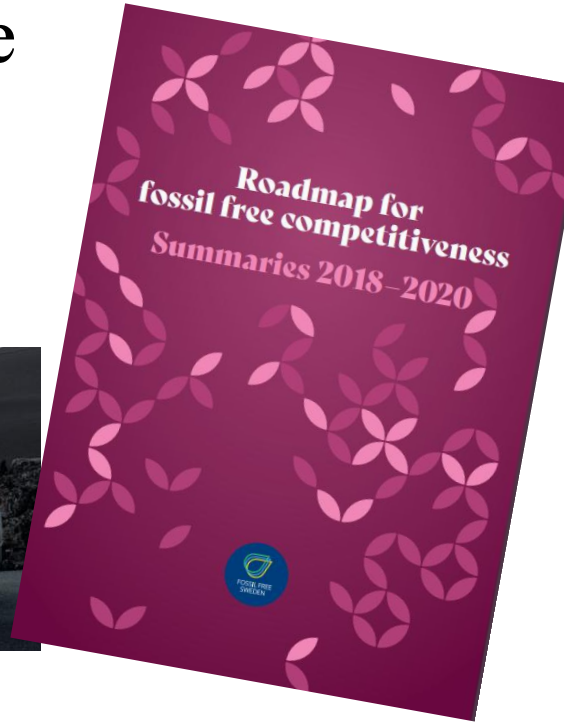
SCIENCE BASED TARGETS

Volvo Group's Science Based targets

In November 2020, we committed to a pathway towards a Volvo Group net-zero value chain greenhouse gas emissions. Our target is to reach this by 2040



Polestar 0
Zero. All the way

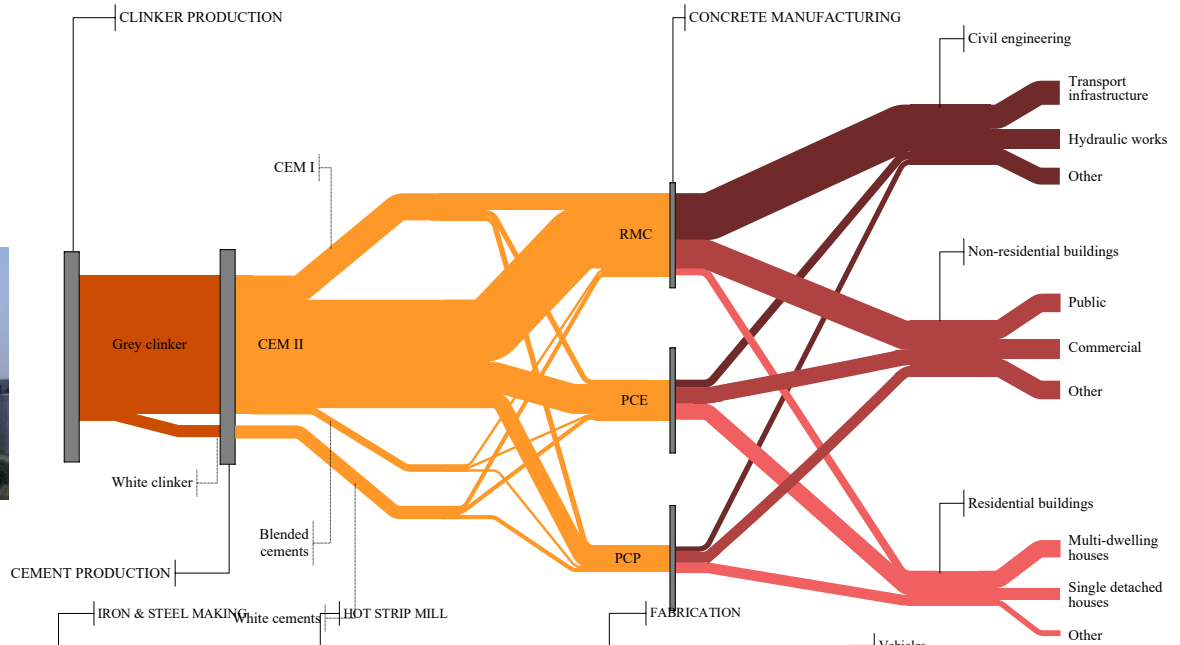


Our moonshot goal: a truly climate-neutral car by 2030. Exceedingly difficult. Extremely important.

Value chain analysis

Cement



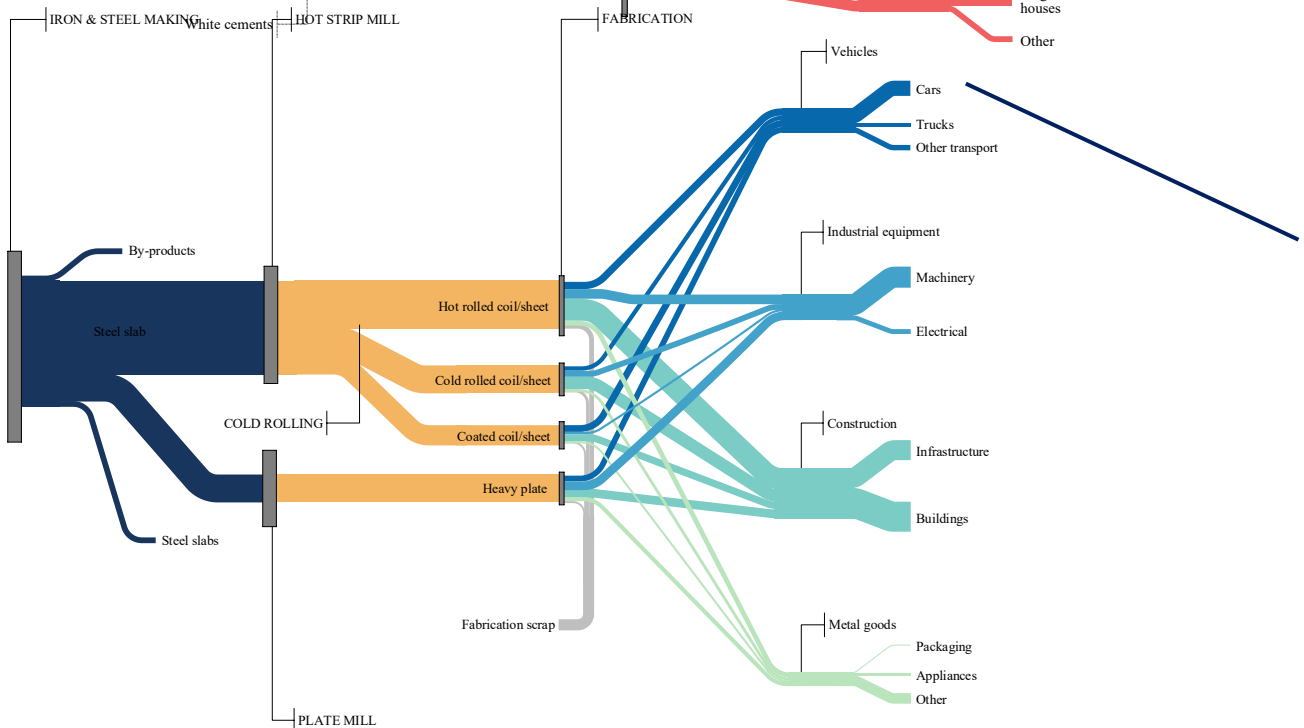


Building



Steel

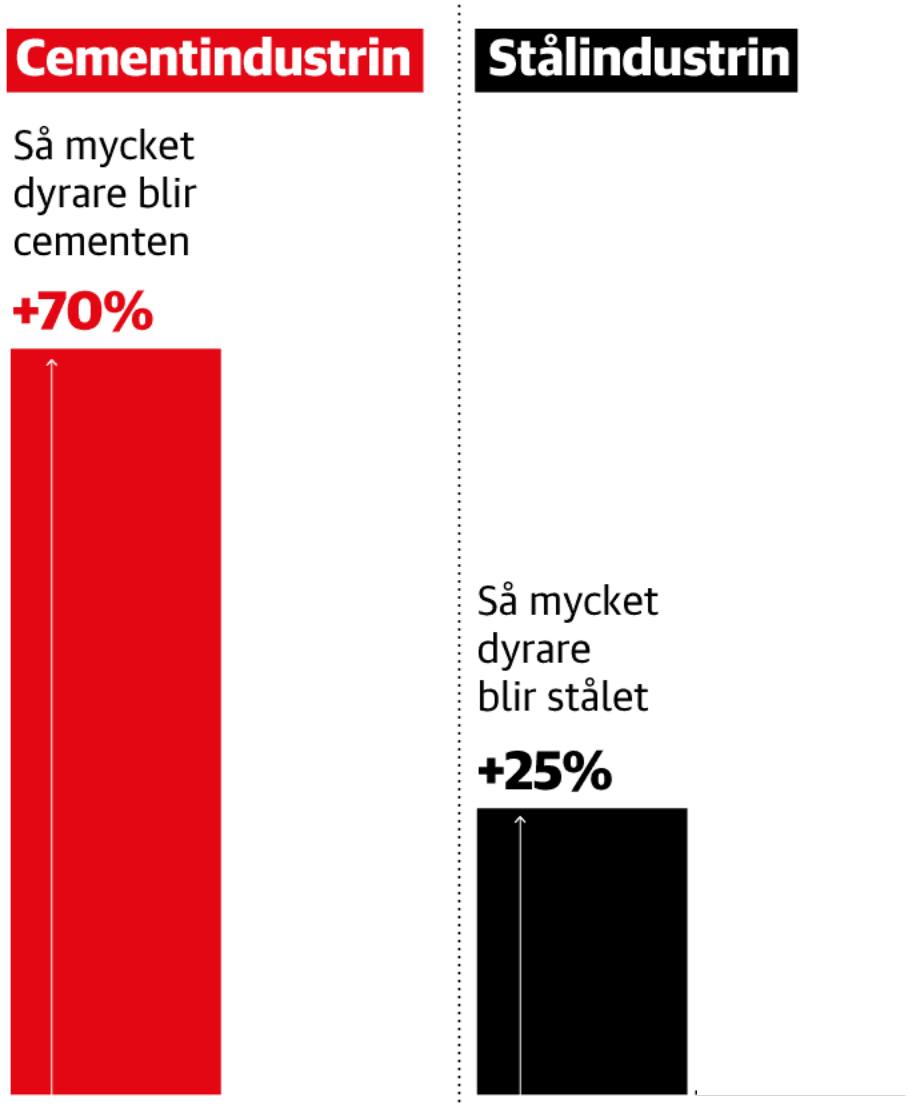




Car



Exempel - Nordisk basindustri (Cement & stål)



Exempel - Nordisk basindustri (Cement & stål)



Cementindustrin

Så mycket dyrare blir cementen

+70%

Så mycket dyrare blir huset

+mindre än 0,5%

Stålindustrin

Så mycket dyrare blir stålet

+25%

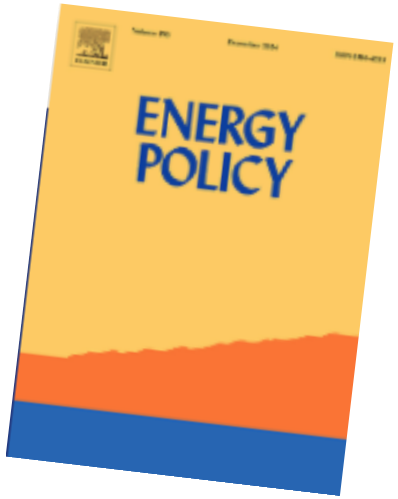
Så mycket dyrare blir bilen

+mindre än 0,5%

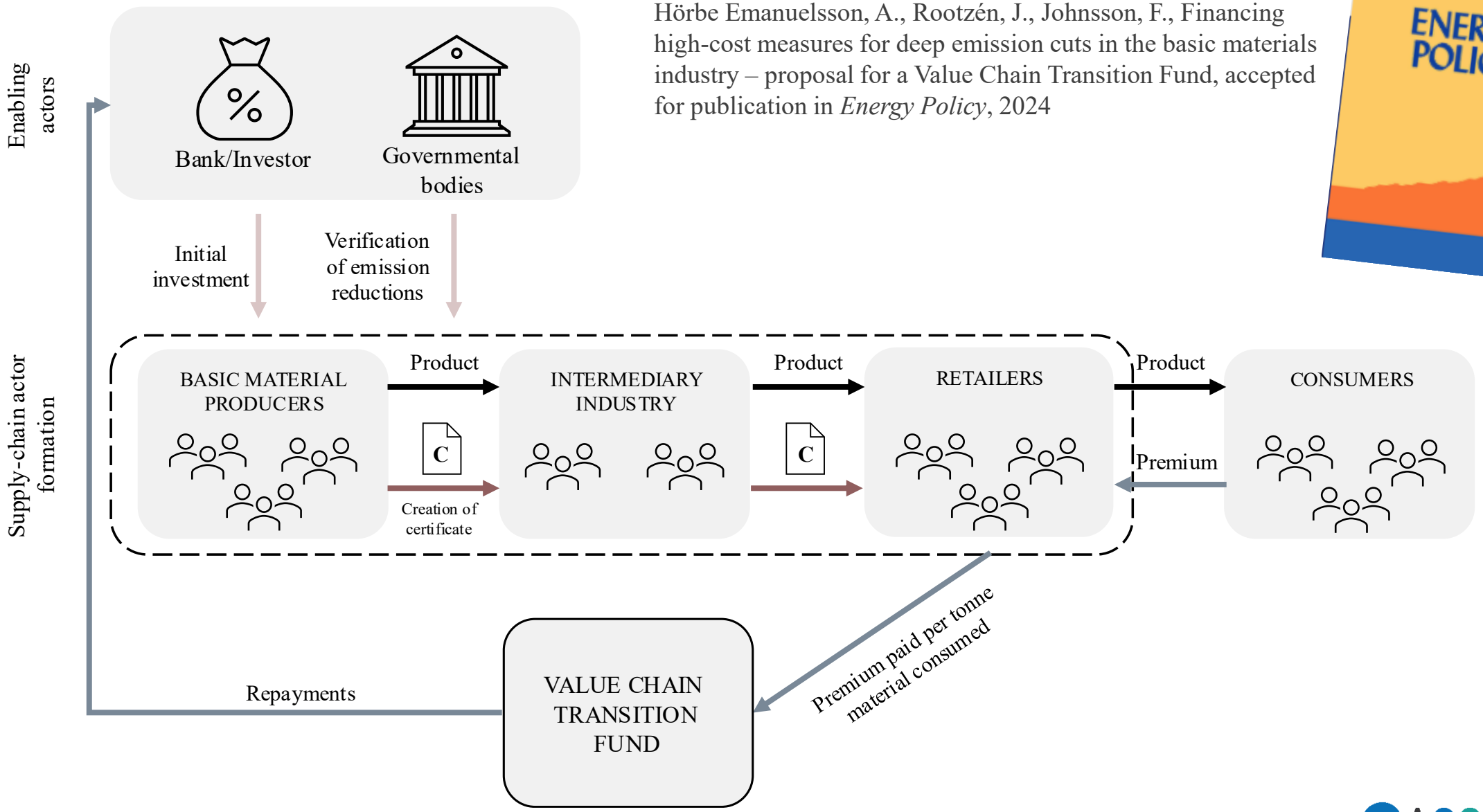


Rootzén and Johnsson
Energy Policy 98 (2016) 459–469
Climate Policy 17, 6, (2017) 781-800
See also (in Swedish)
http://www.dn.se/debatt/plan-saknas-for-att-minska-basindustrins-klimatpaverkan/

Proposal of a Value Chain Transition Fund



Hörbe Emanuelsson, A., Rootzén, J., Johnsson, F., Financing high-cost measures for deep emission cuts in the basic materials industry – proposal for a Value Chain Transition Fund, accepted for publication in *Energy Policy*, 2024



Energy transition = energy security



- **Cirkulär** ekonomi
- **Samhällsplanera för resiliens**
- **Minska fossilberoendet**
- **Elsystem** som gynnar klimat och resiliens
- **Integrera** beredskaps- och klimatarbetet
- **Innovation** och experimenterande
- **Tillit och samverkan** i samhället



Västra Götaland har möjligheterna

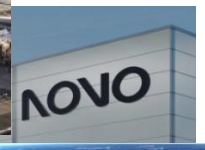




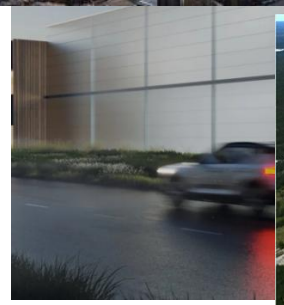










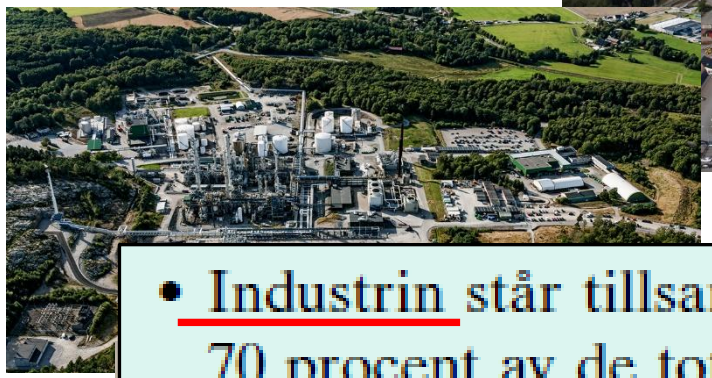






Västra Götaland har möjligheterna



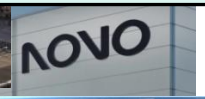




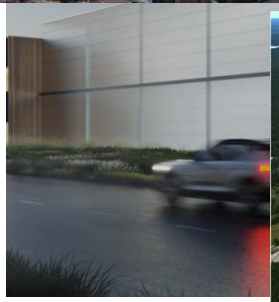


- Industrin står tillsammans med vägtrafiken för nästan 70 procent av de totala utsläppen i länet. Utfasning av fossil energi i dessa sektorer är avgörande för att nå klimatmålet till 2030 och att på sikt skapa ett klimat-neutralt Västra Götaland.















Sammanfattningsvis

- I **framtidens energisystem** är transport- och industrisektorerna **elektrifierade**
- Sverige – och Västra Götaland - har **unika förutsättningar** för lyckad elektrifiering
- Mycket **olyckligt med polariseringen** i energidebatten
- Tveksamt med det **ensidiga fokuset på kärnkraft** (men bra att kärnkraft utreds)
- ”**Energy-only**” marknaden styr mot investering i **flexibilitet**
- **Styrmedel**, finansiering och social acceptans **avgörande** för omställningen
- ”Fit for 55” ger **betydligt ökade kostnader** att släppa ut **koldioxid** – om det består
- Viktigt med tydlighet och **långsiktighet** i energipolitiken – men **kan aldrig garanteras**
- **Aktiv industripolitik** behövs som komplement