

# TSFS17 Elkraftsystem

## Fö 8 - Trender hos förbrukare stål, servrar, e-mobilitet

Lars Eriksson, professor

ISY, Fordonssystem

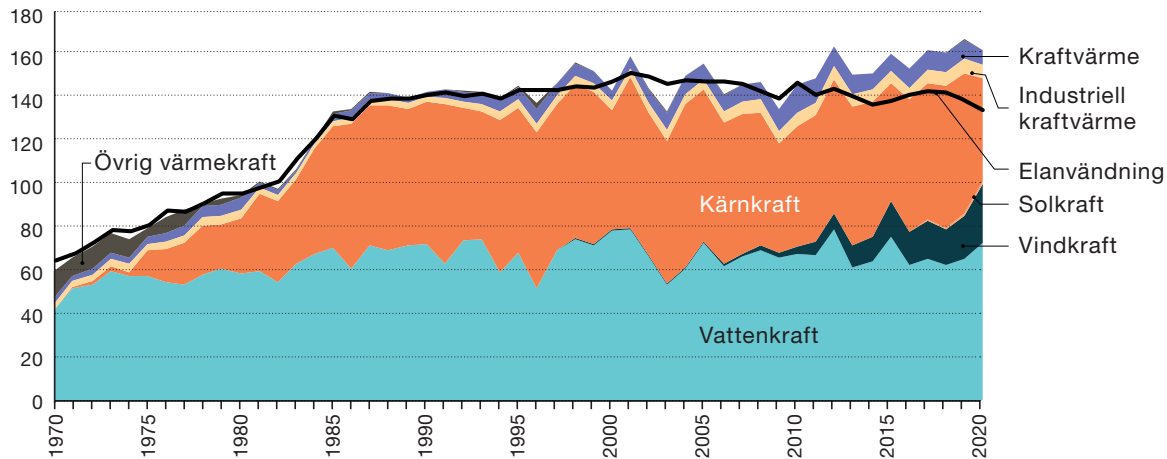
# 1. Introduktion

Förenta nationernas 17 hållbarhetsmål.

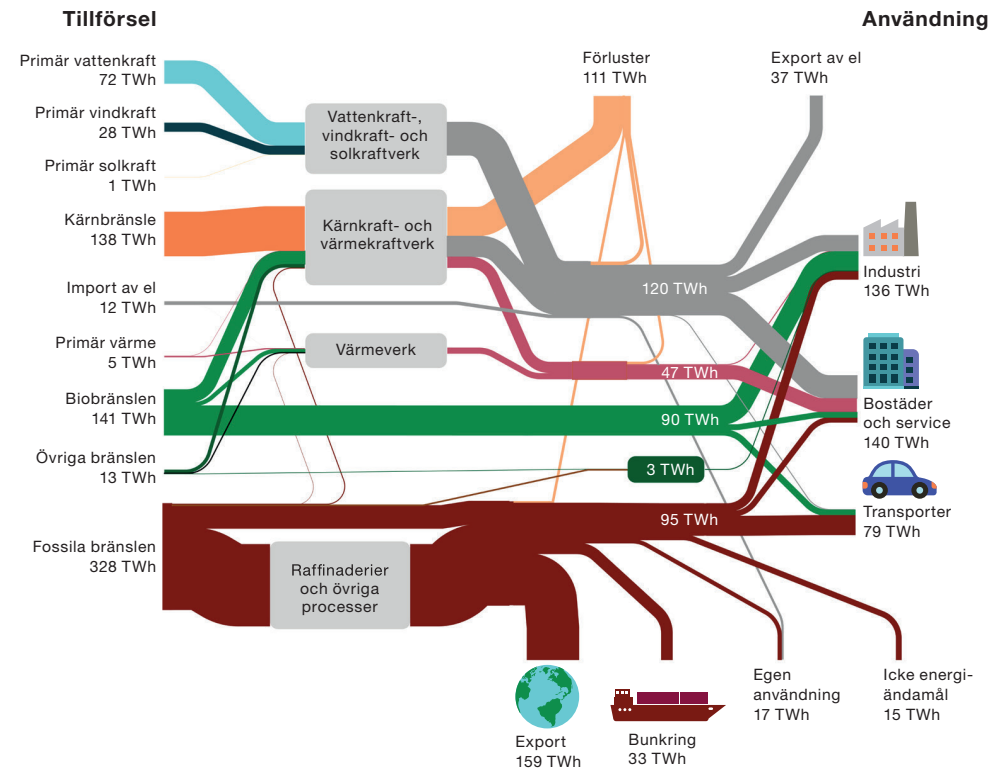
Trender i stort – Många parallella arbeten för att ta oss till fossilfritt samhälle

# Energisystemet och elsystemet

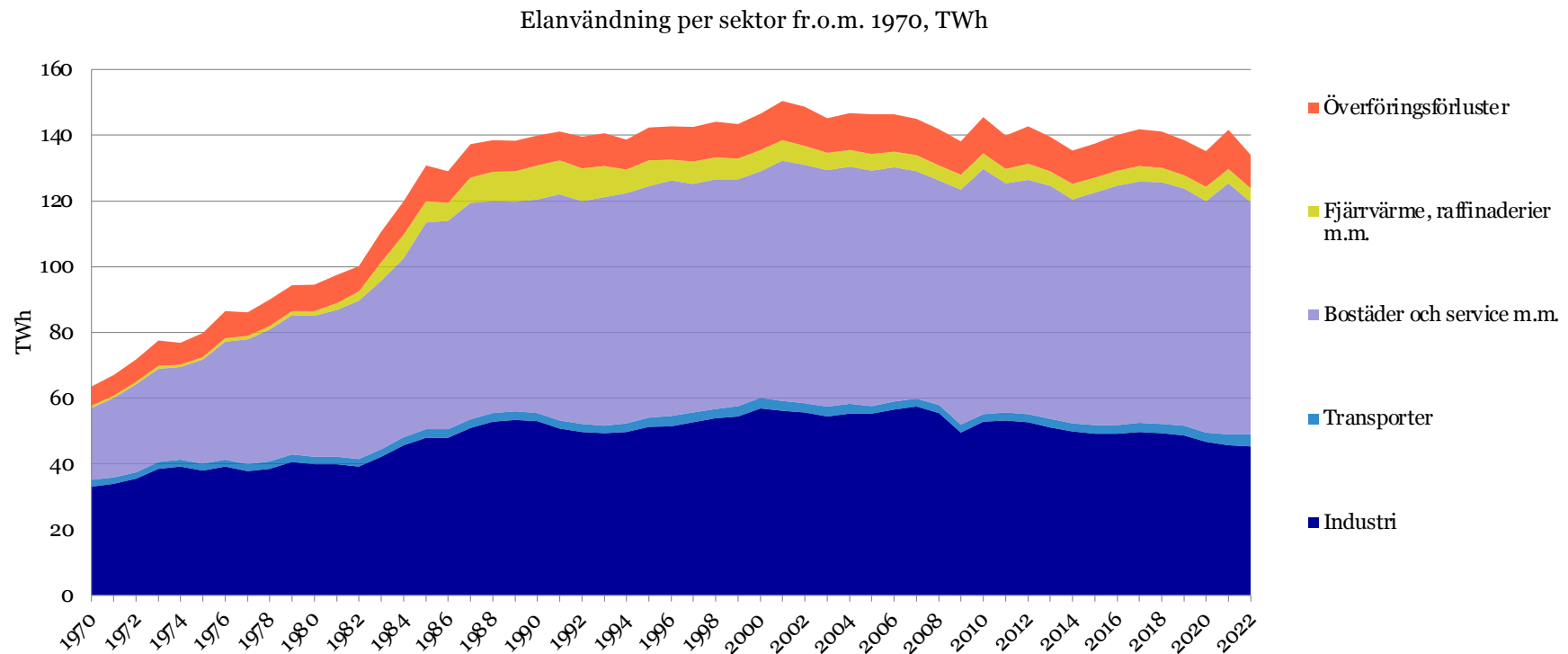
- 140 TWh, svensk konsumtion av el, har varit nära konstant de senaste 40 åren.
- Har exporterat el sedan 2010



Källa: Energimyndigheten och SCB. Anmärkningar: Produktion av el för egenanvändning ingår inte.



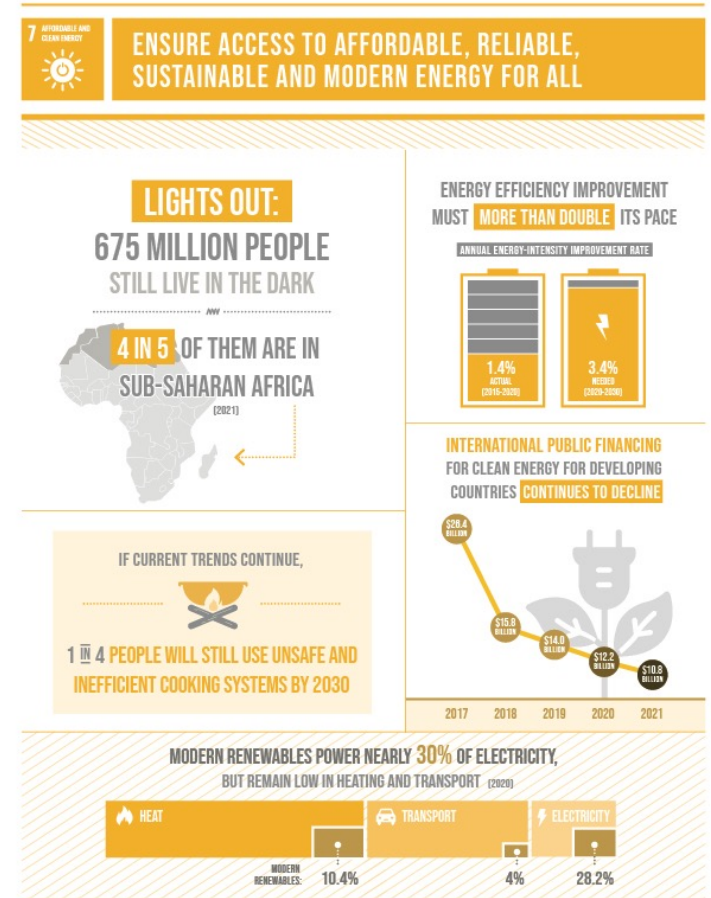
# Svensk Elanvändning, Spaningen är att den -Kommer att öka kraftigt.





# SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

17 GOALS TO TRANSFORM OUR WORLD



# Trender i stort - Hållbarhet

- Fossilfrihet i alla sektorer
  - Produktion
    - Stål
    - Batterier
  - Transport

## Sveriges klimatutsläpp 2022

45,2 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter



KÄLLA: NATURVÅRDSVERKET

# Drivkrafter

## Klimatmål förändrar energisystemet

- “Energiomställningen” enligt EU klimatmål 2030
  - 27% energi från förnyelsebart
  - 40% lägre CO<sub>2</sub>-utsläpp än 1990
  - 27% högre effektivitet (=27% mindre energi)
- Mer förnybart, mindre fossilt, mindre energi totalt. **Mer el OK!**
- Energimyndigheten ansvarar för energiomställningen i Sverige

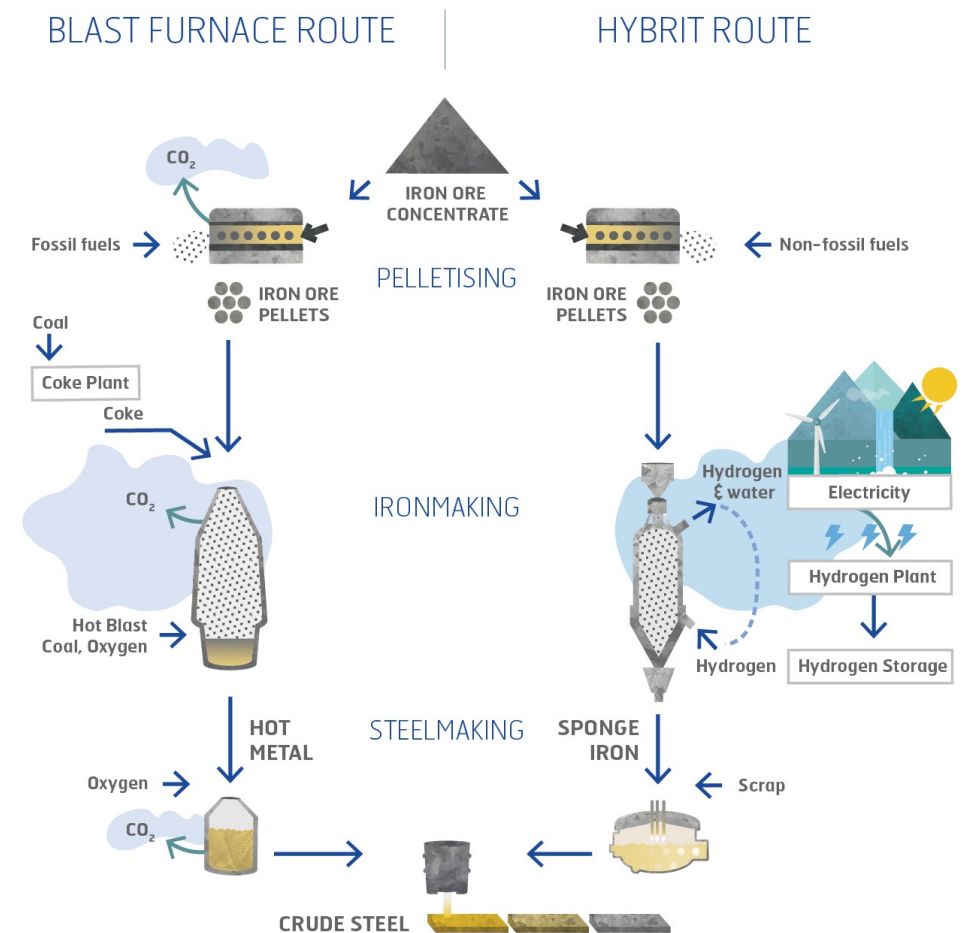
# Elbehov i Sverige 2045

- Idag 140 TWh
  - 20 TWh export
  - 35 TWh för 100 % elektromobilitet
  - 50 TWh för vätgas till fossilfritt stål
  - X TWh för vätgas = energilager = bränsle för fordon/värme
  - X TWh för att göra kemikalier med fossilfria processer
- 
- Fram till 2019 var prognosen för 2045, 160 TWh
  - Nu nämns 200-500 TWh



# Teknikutveckling: Elektrifiera industrin

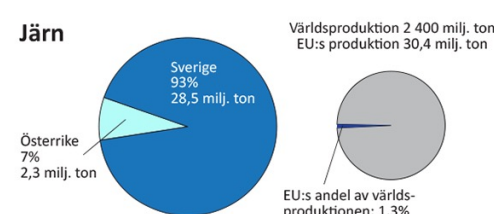
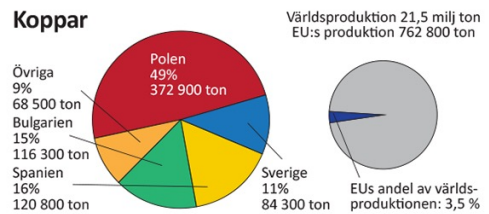
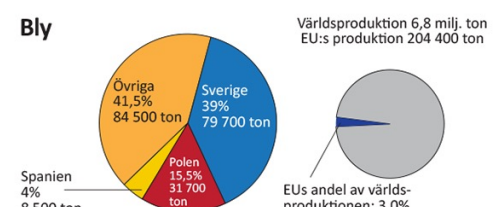
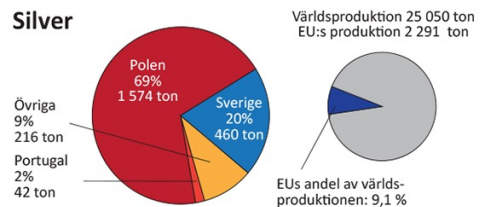
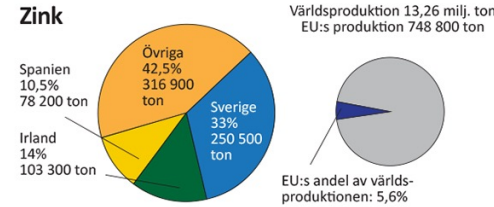
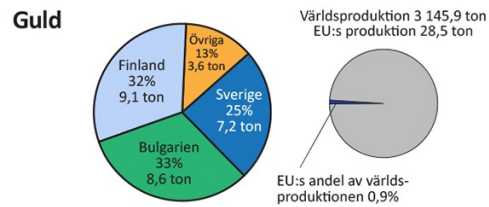
- Projekt HYBRIT
- SSAB ersätter kol med vätgas i sin process
- Vätgas från el genom elektrolys



## 2. Malm och Stål

# Svensk järnmalm

- Sverige är Europas största järnmalmsproducent och stod 2020 för 93% av totala produktionen
- Svensk produktion 28.5 Mt järnmalm.



## Gruvor och aktuella koncessioner i Sverige dec 2022

Totalt 12 metallgruvor i drift

- Järnmalm  
Iron ore
- Järn och annan metall  
Iron and other metal
- Basmetaller  
Base metals
- Basmetaller och guld  
Base metals and gold
- Guld  
Gold
- REE  
REE
- Industrimineral  
Industrial mineral
- I produktion  
In production
- Endast anrikning, ingen brytning  
Only concentrate, no mining
- ⊙ Kampanjproduktion  
Campaign Production
- ⊗ Ej i drift  
Nonoperating mines
- Miljödom klar  
Granted environmental permit
- Beviljad bearbetningskoncession,  
väntar på miljöprövning  
Granted exploitation concession,  
waiting for environmental permit
- Ansökt bearbetningskoncession  
Applied exploitation concession

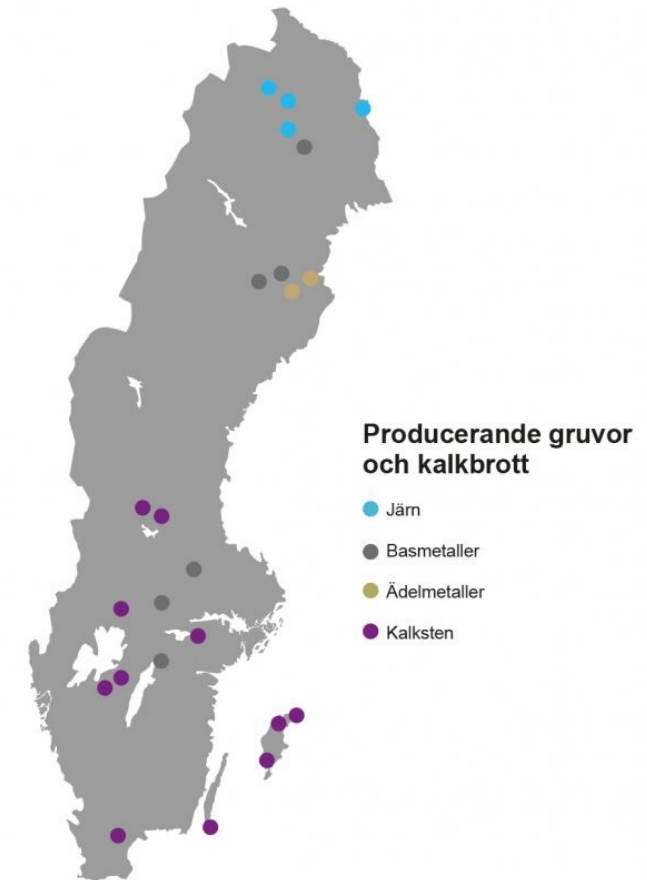
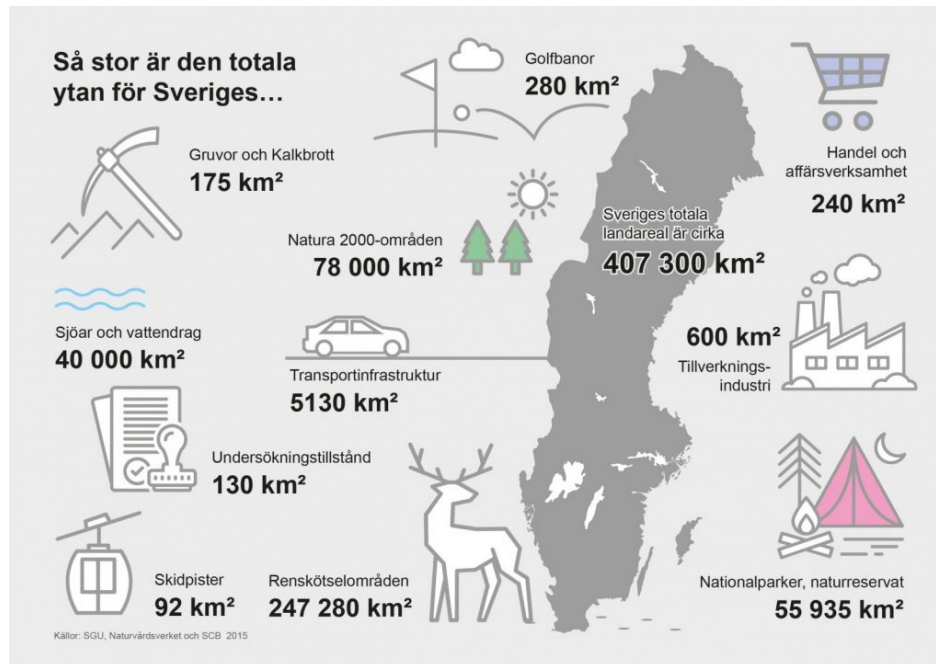


# Svenskt stål

- Svensk produktion 28.5 Mt järnmalm.
- Svensk stål produktion
  - Tre malmbaserade järn- och stålverk.
  - Elva skrotbaserade stålverk.
  - Ett femtontal anläggningar för bearbetning.
- Total produktion 2022
  - Råstål 4.4 Mt

# Kuriosa - Ytor i Sverige

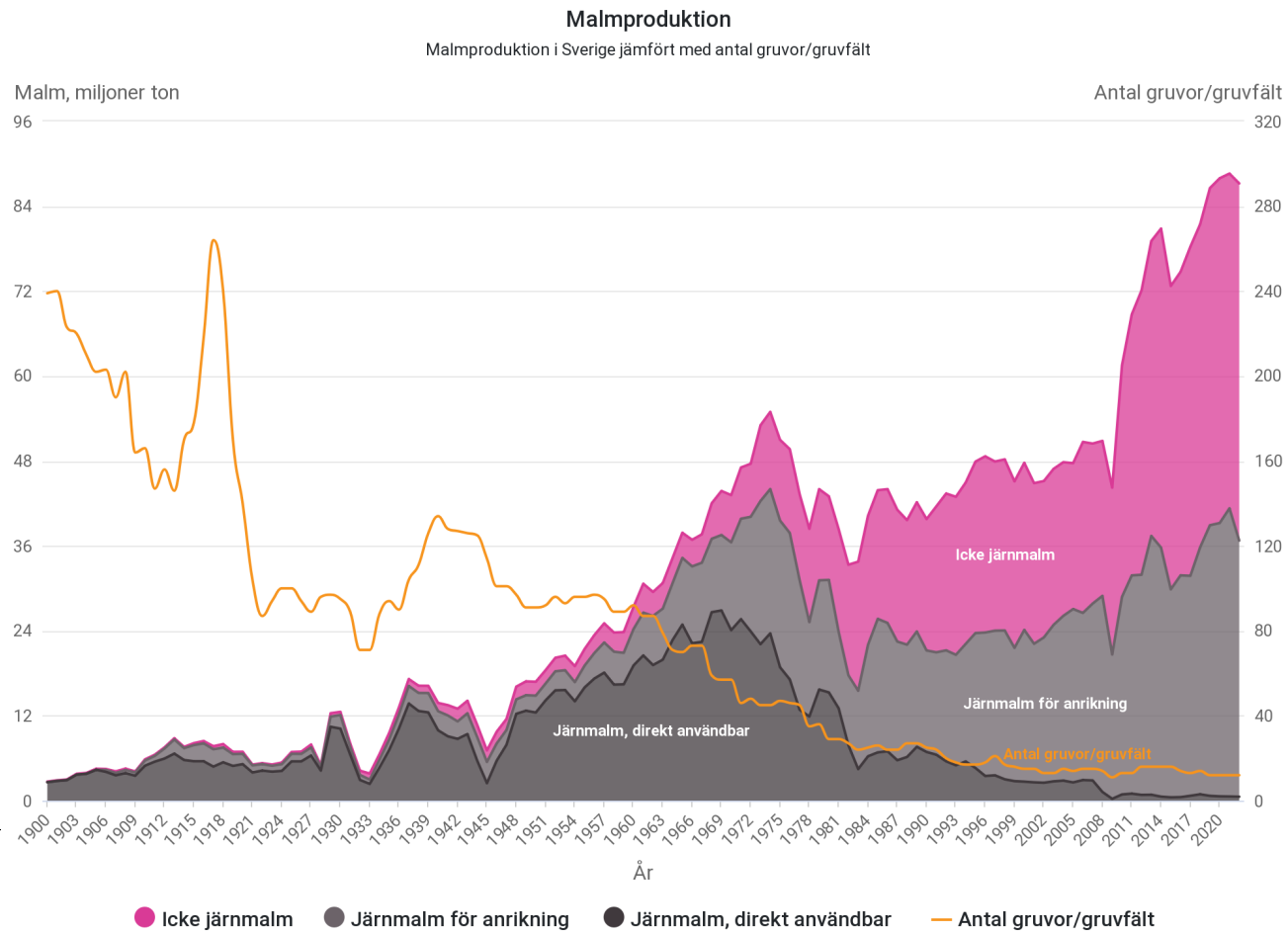
- SweMin.se



**87,9** miljoner ton  
Produktionen av metallmalmer i Sverige 2020

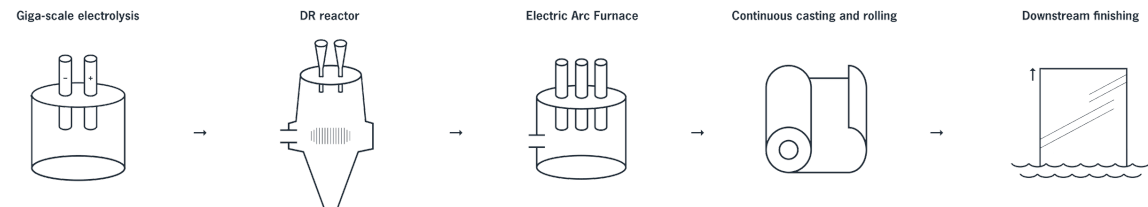
**6,8** miljoner ton  
Produktionen av industrimineral i Sverige 2020

# Malmproduktion

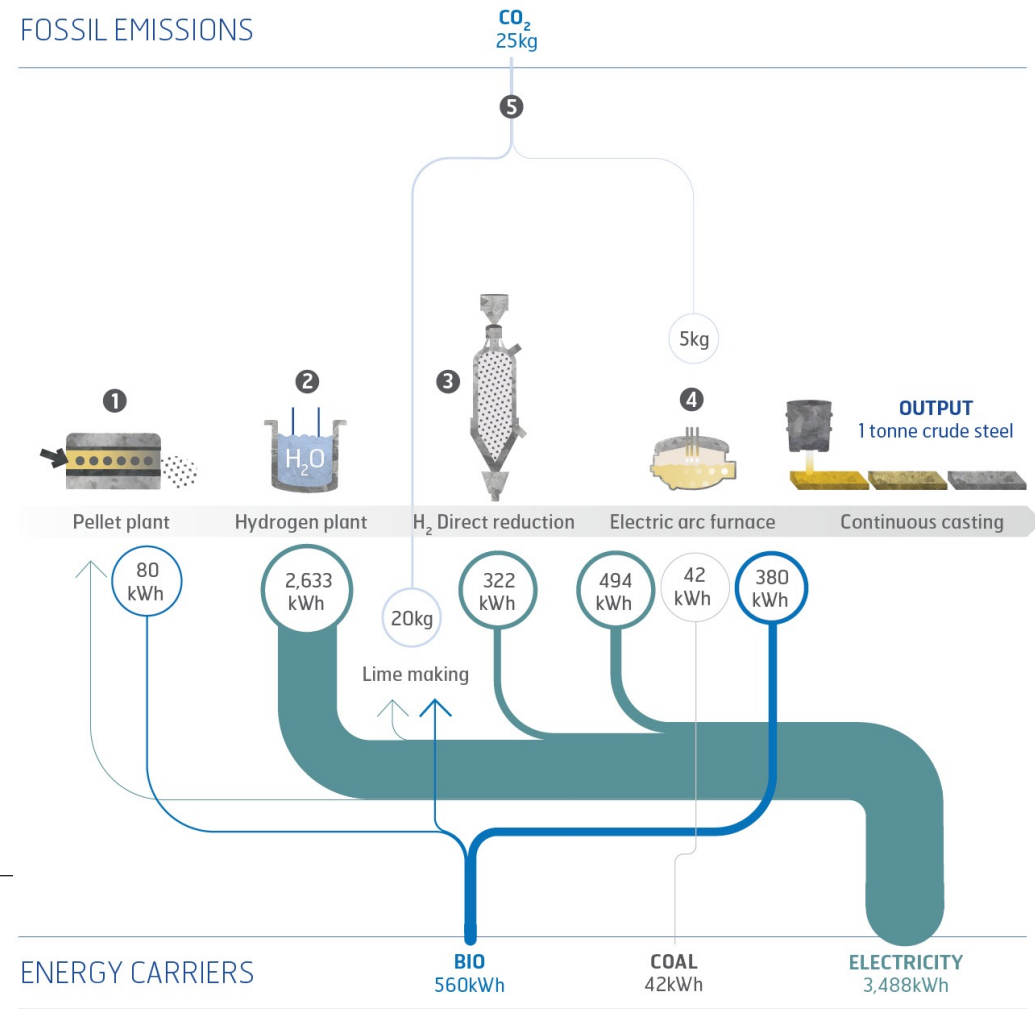
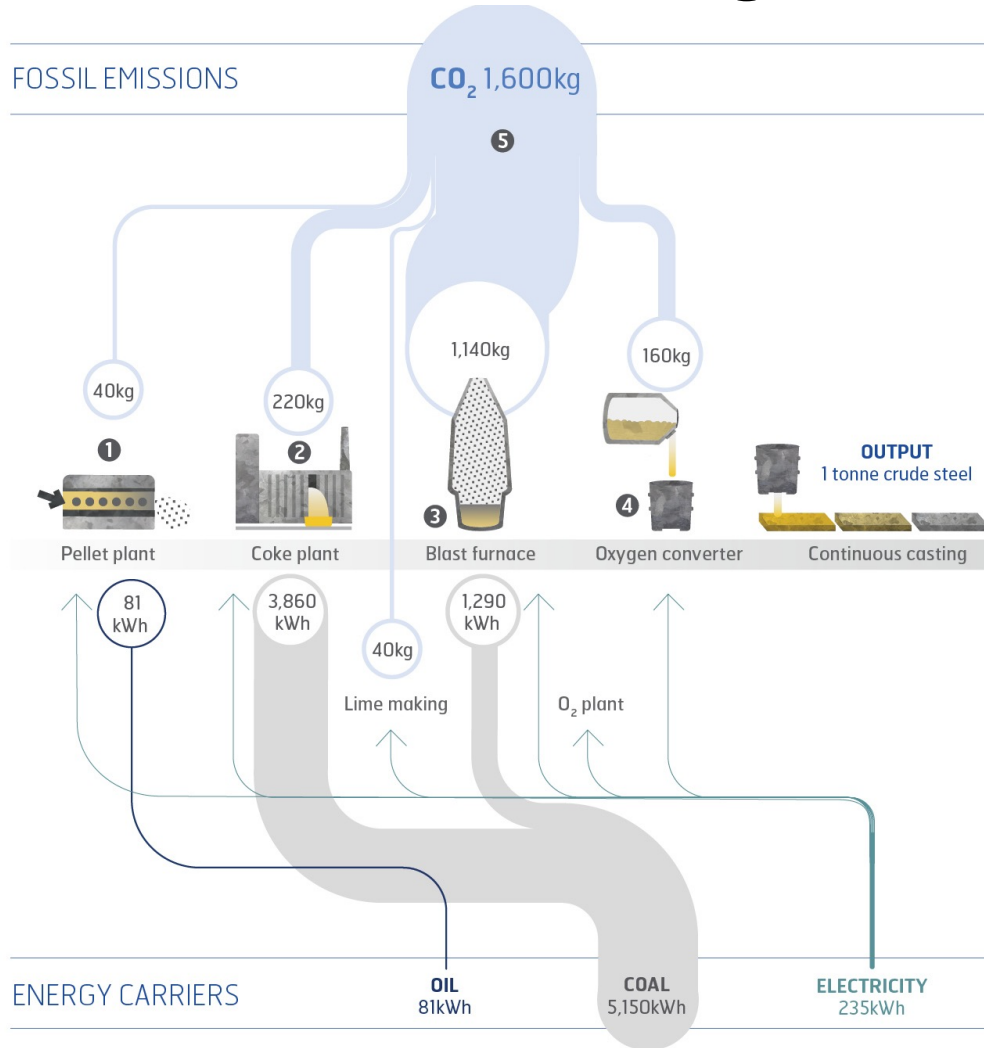


# Svenskt stål

- Total produktion 2022
  - Svensk produktion 28.5 Mt järnmalm.
  - Råstål 4.4 Mt
- Svensk malm: Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), Blodsten eller hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )
  - Reduceras (avlägsnar syret) med fossila bränslen (kol)
- Svensk branch i transformation  $\text{CO}_2$  reduktion med fossilfri, -10% för .se
  - HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology)
    - SSAB, LKAB, och Vattenfall.
  - H2 Green Steel (startup)
    - Boden
    - 2025 production start

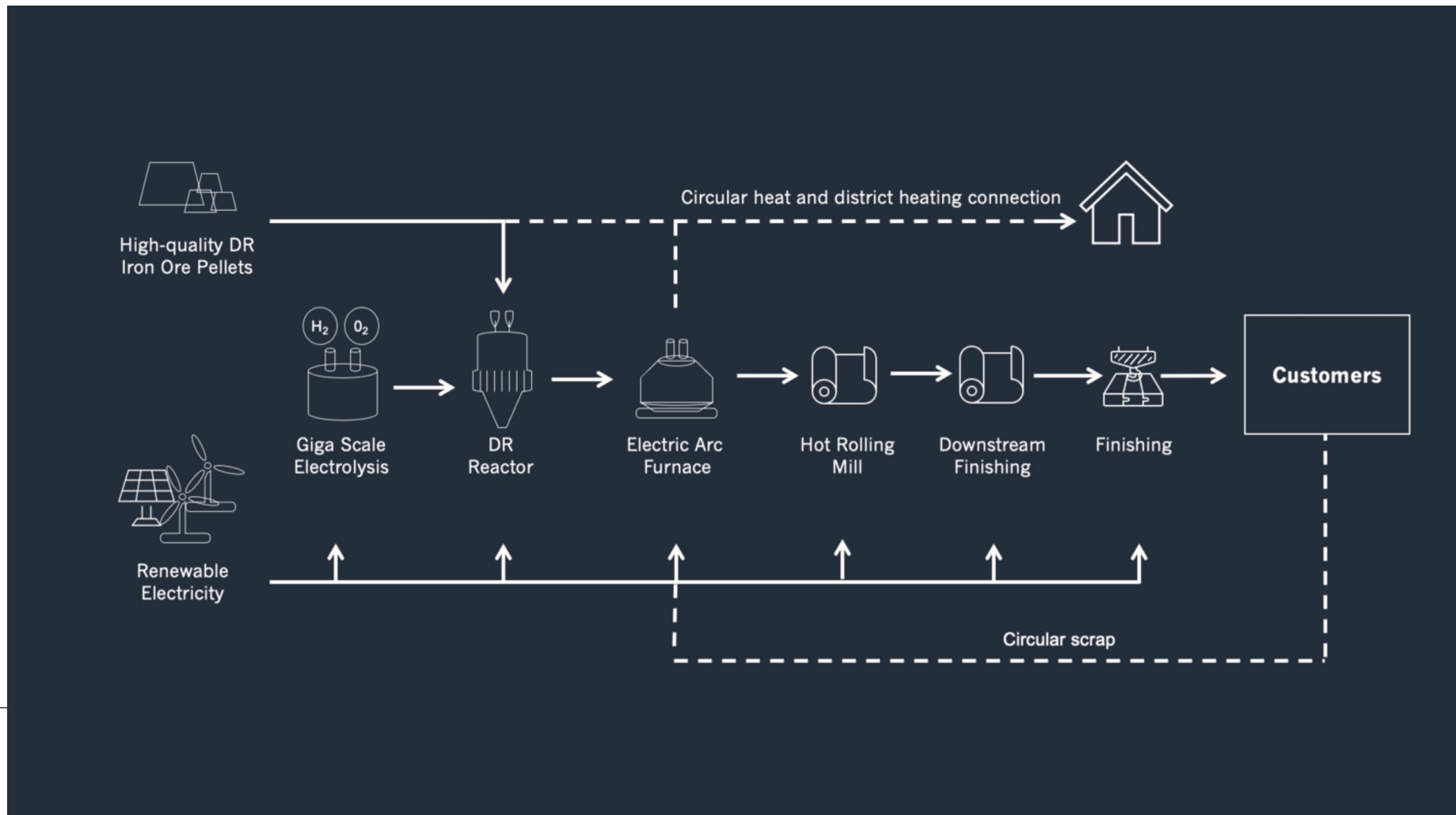


# HYBRIT - energi, stål och CO<sub>2</sub>



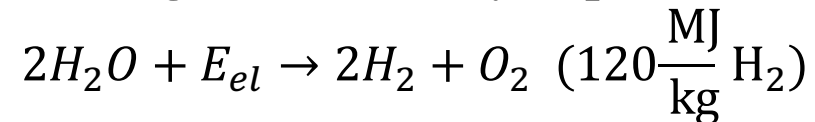


# H2 Green Steel

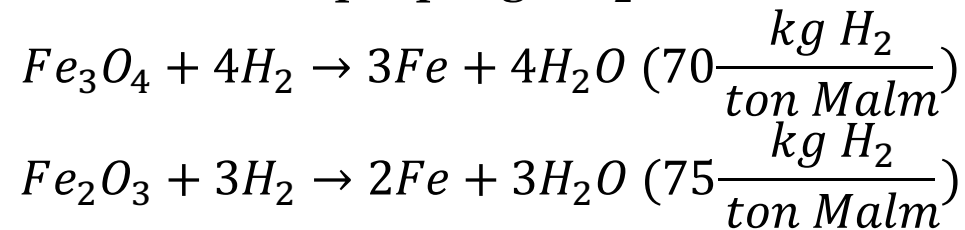


# Processen för en ingenjör

- Produktion av vätgas från el genom elektrolys, splittra vatten



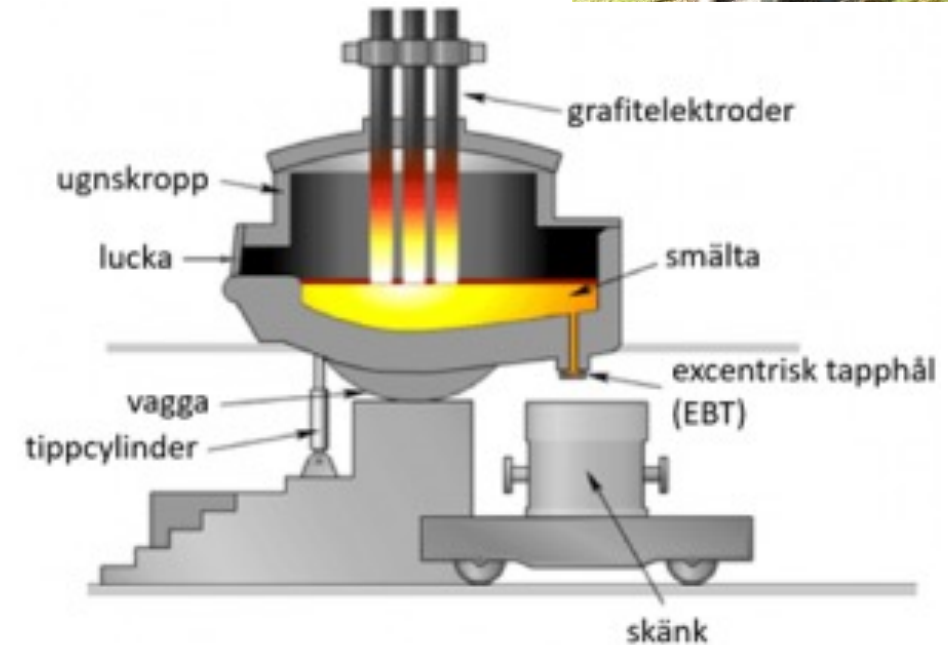
- Pellets av Magnetit ( $Fe_3O_4$ ) och Blodsten/hematit ( $Fe_2O_3$ ) + bindemedel
- Pellets (rostat järn) till Järnsvamp (sponge)  $O_2$  borta



- Järnsvamp (sponge), syret (rosten) borta
- Ljusbågsugn smälter järnsvamp till briketter eller material in i annan stålprocess.

# Masugn till Ljusbågsugn

- SSAB koksverk Oxelösund byts till ljusbågsugn.
  - Behöver 440 kV kabel
- EU BAT (Best Available Technology)



# El perspektivet

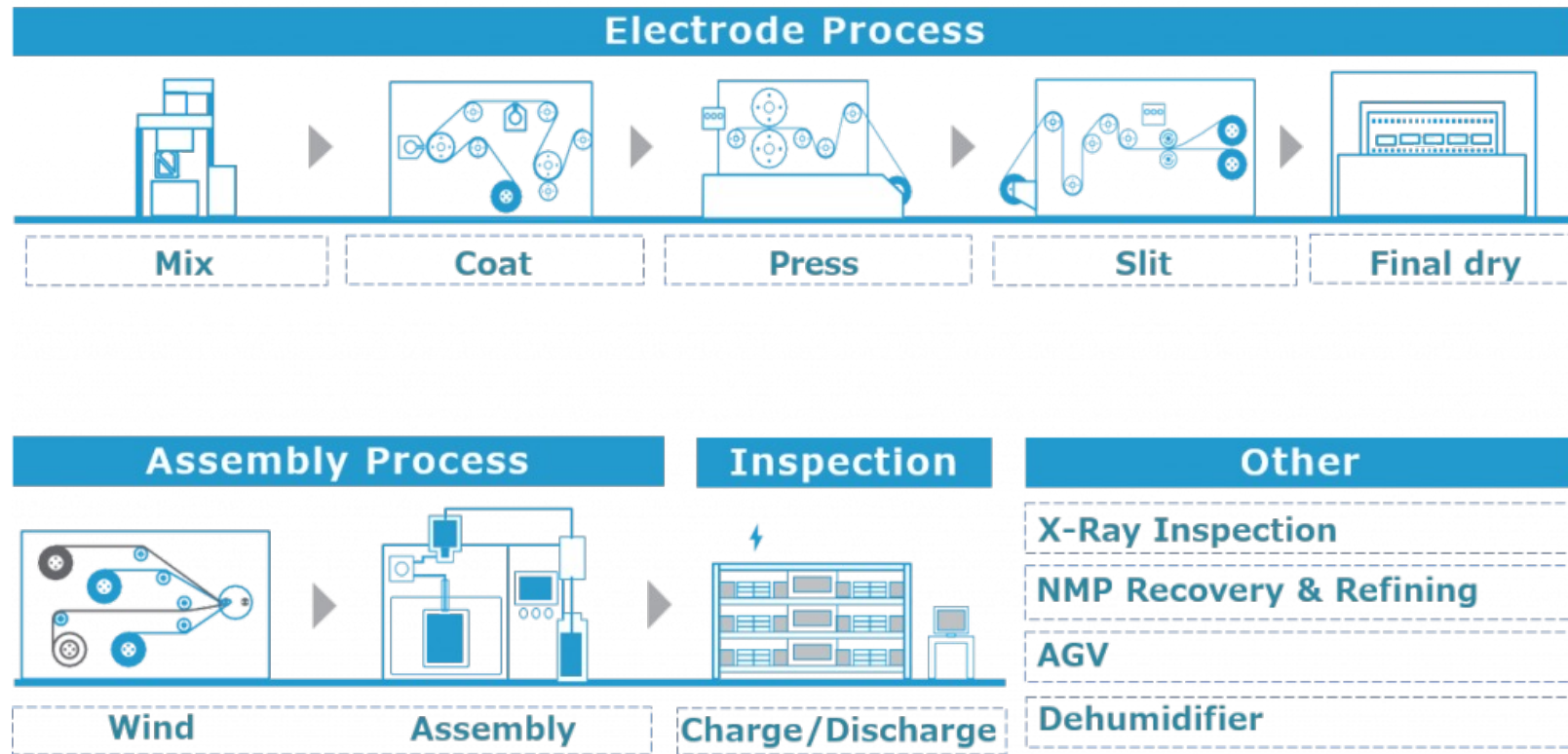
- Mineralutvinnande och metallproducerande företag.
    - 2022, 6 TWh el till
  - Stålindustrin
    - 2022, 3.6 TWh el + 20 TWh energi, säljer 2 TWh värme.
  - Hybrit
    - 55 TWh extra el när det är fullt utbyggt 2035.
- 
- En detalj: Viktskillnad mellan järnmalm och stål en faktor ca 1.6.

## 3. Batteriproduktion

Sverige är ett intressant land för internationella företag

# Battericellsproduktion

- Material
  - Metaller
  - Cobolt
  - Litium
  - Mfl
- Energi



# Billig och ren el

- Viktigt för företag att få bra energivärden ( $\text{CO}_2$ ) ur LCA perspektiv
- Sverige har bra konkurrenskraft (sett ur  $\text{CO}_2$  perspektiv)
- NorthVolt etablering
  - Bra lokalt stöd
  - Avtal på billig och ”ren” energi
- Europa siktar på produktionskapacitet för 1 TWh, har idag för 32 GWh
  - Perspektiv: R Zoe (52 kWh), Tesla X (100 kWh)

# Batterifabriker – Northvolt, Volvo x2

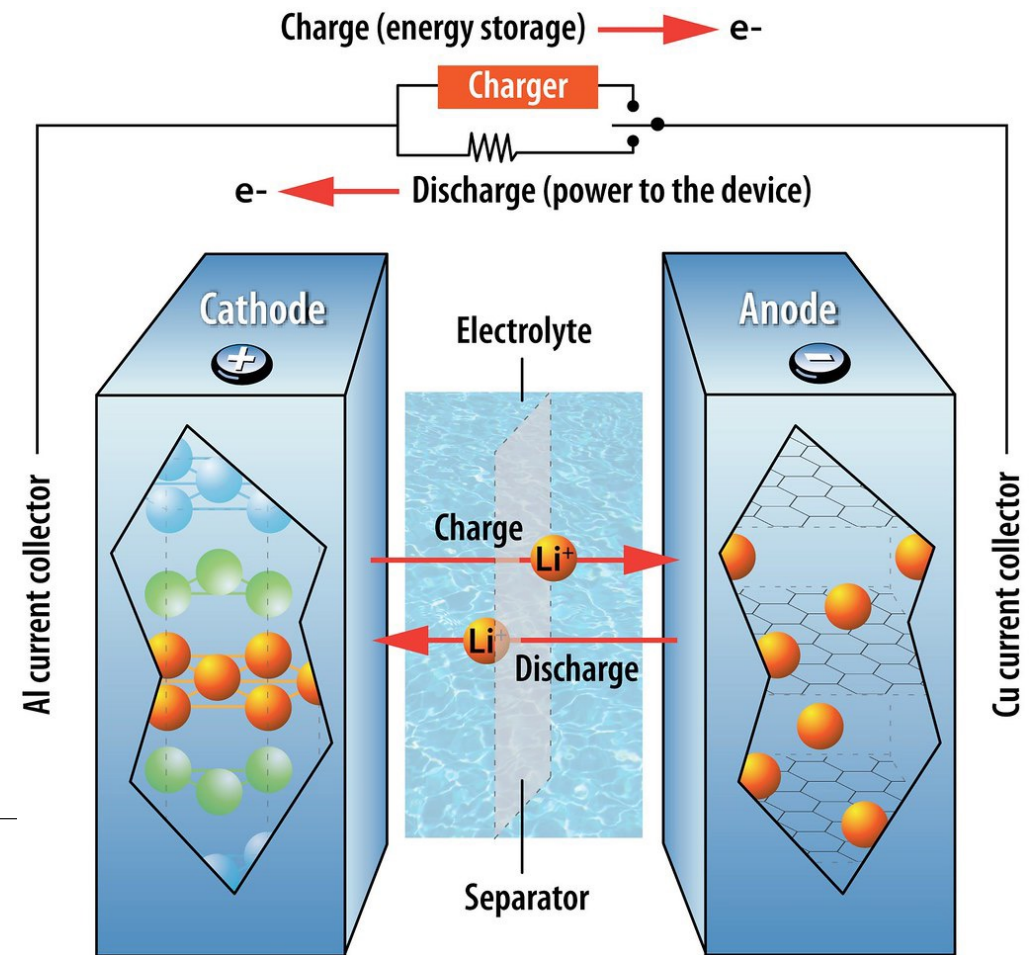
- Skellefteåfabriken Gigafactory (kapacitet 32 GWh)
  - 1.5% av Sveriges energiförbrukning (2 TWh)
- Göteborgsfabriken med Volvo Cars: 200 MW, 1.75 TWh(24/7)
  - Volvo Cars + Polestar (2025)
- Mariestad (Volvo AB)
  - Liknande storlek som Skellefteå





# Batteridelen i kursen - Litiumjon batterier

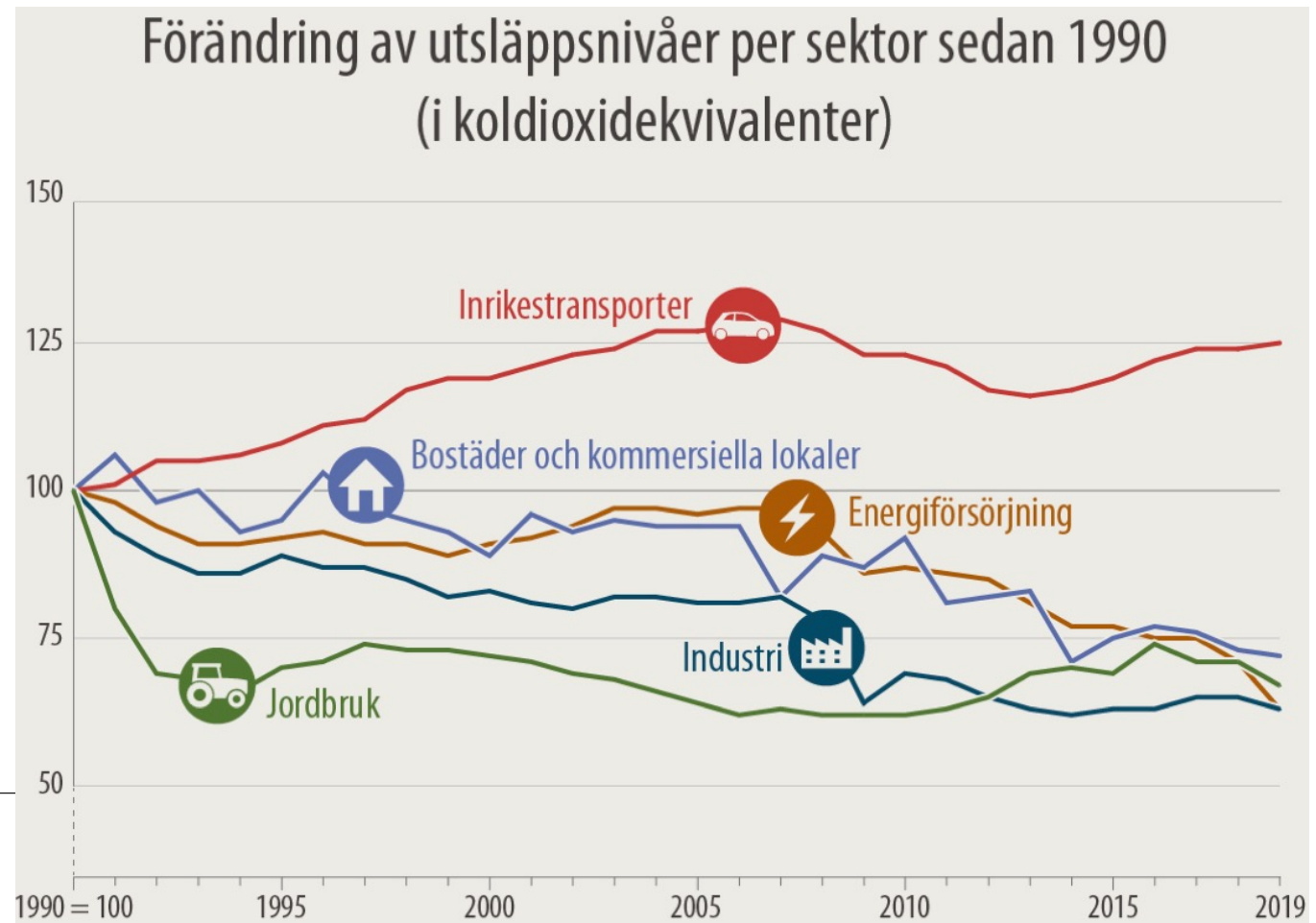
- Föreläsningar:  
Mattias Krysander
- Batterier allmänt
- Litiumjon batterier
- Principer och egenskaper
  - Fördelar
  - Utmaningar
  - Säkerhet
- Labb 3: Litiumjon batterier



# 4. Transport - Elektromobilitet

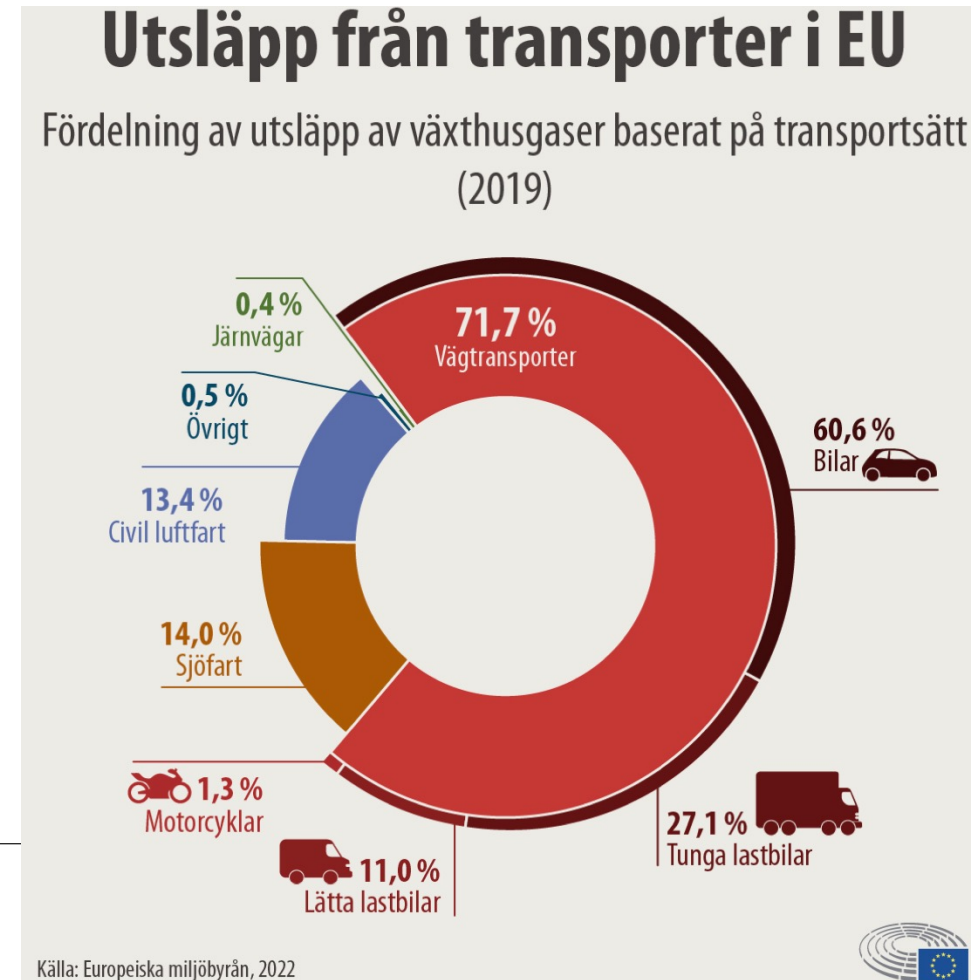
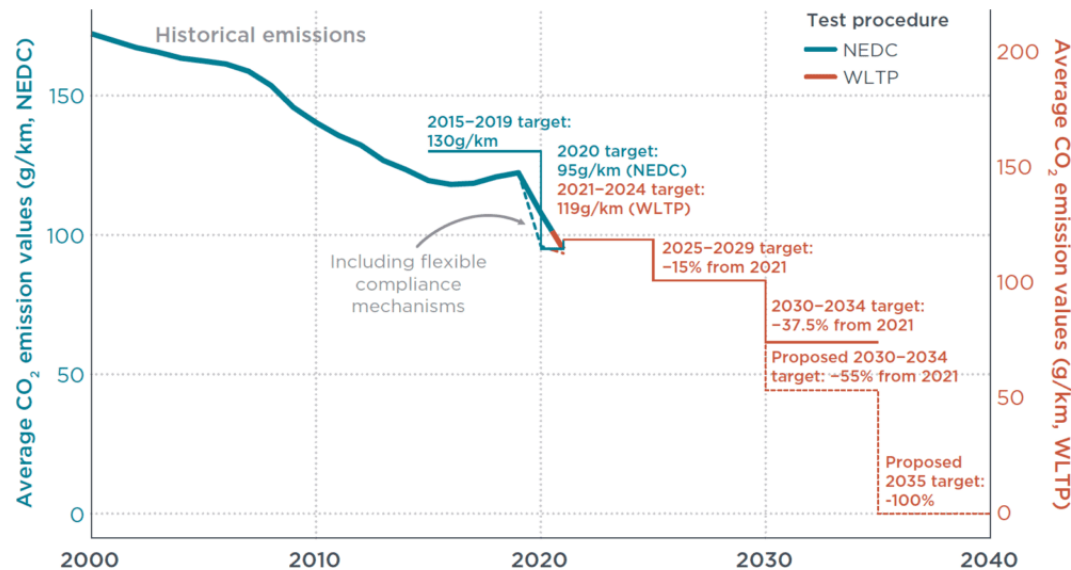
# CO<sub>2</sub> från transporter har ökat sedan 1990

- Energi effektivisering i andra branscher
- Mer transporter i samhället
- Viss effektivisering av fordonen



# Elektrifiering av transporter

- Utsläppsgränser på CO<sub>2</sub> lagstiftning
  - Inte bränslekälla utan avgasutsläpp
- Lagstiftning kräver att tillverkarna säljer elbilar, inget incitament för biobränsle



# Bilar som går på el

- Elektrifiering av bilar är demonstrerat
- Lång räckvidd kräver stora batterier
  - Mycket material
  - Högre fordonsvikt
  - Välj så litet fordon som man kan
  - Andra användningsmönster
- Behöver man ha lång räckvidd?
- Laddning hemma och på jobbet



# Lastbilar på el?

- En observation:
  - Lastbilar går kontinuerligt under dagarna, svårt att låta bilarna ladda
  - 2017 ingen trodde på el-lastbilar för långa transporter
  - Ett batteri som kan ersätta en stor dieseltank skulle väga 23 ton (omöjligt)
- Lagstiftning kräver att föraren tar 45 minuter rast var 4.5 timme
  - Öppnar en möjlighet för laddning
  - Körning 4.5 h drar ca 750 kWh
  - Laddning 1 MW i 45 minuter fyller 750 kWh.
  - Ett Mega Watt Charging System (MCS) löser problemet.
  - Nu är det möjligt
- Rethink the impossible!

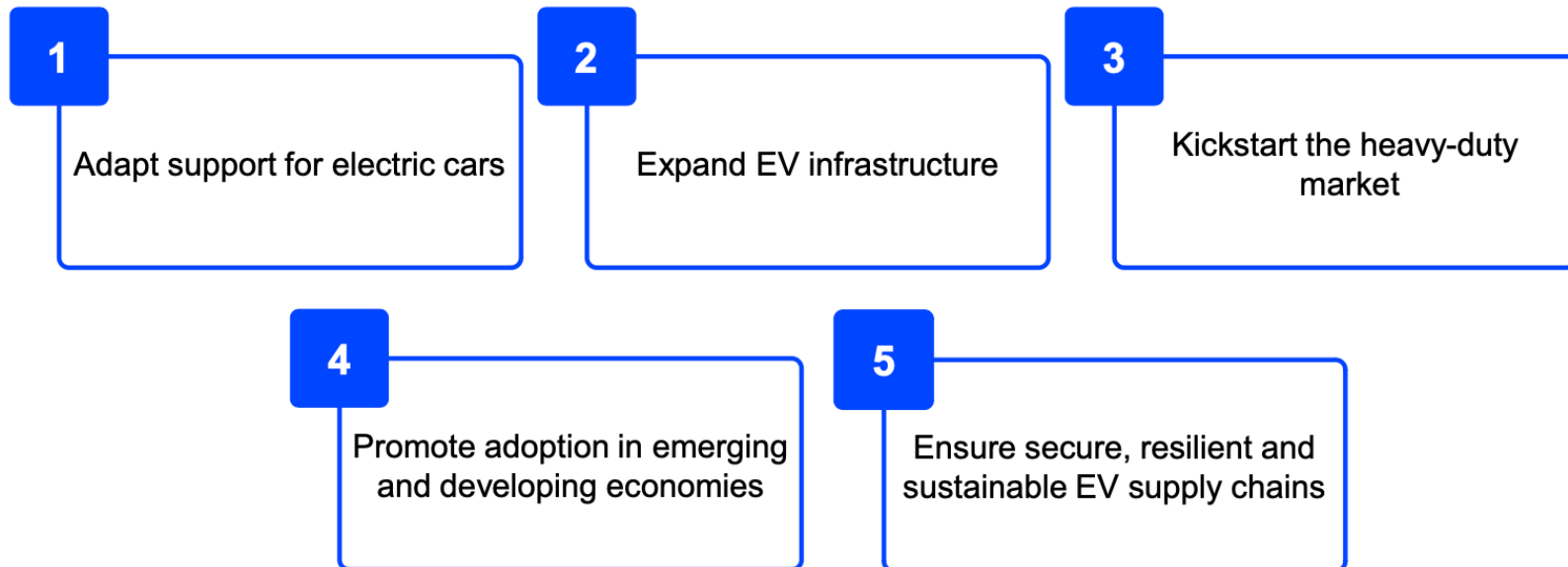


# Lasses profetia och paradox

- Allt som tjänar på elektrifiering kommer att elektrifieras.
- Balans för fordon i nära framtid:
  - Kostnad för batteriet vid investering stor
  - Åldring av batteriet kopplar till livslängd
  - Kan man räkna hem ett dyrare fordon?
  - Kommer elen att vara tillräckligt billig?
- Ett stort batteri slits mindre och kommer att leva längre i ett givet fordon

# iea – International Energy Association Global EV Outlook 2023

## Five recommendations to governments





# E-Charge Bakgrund & forskningsfrågor

## Mattias Ingelström (LTH)

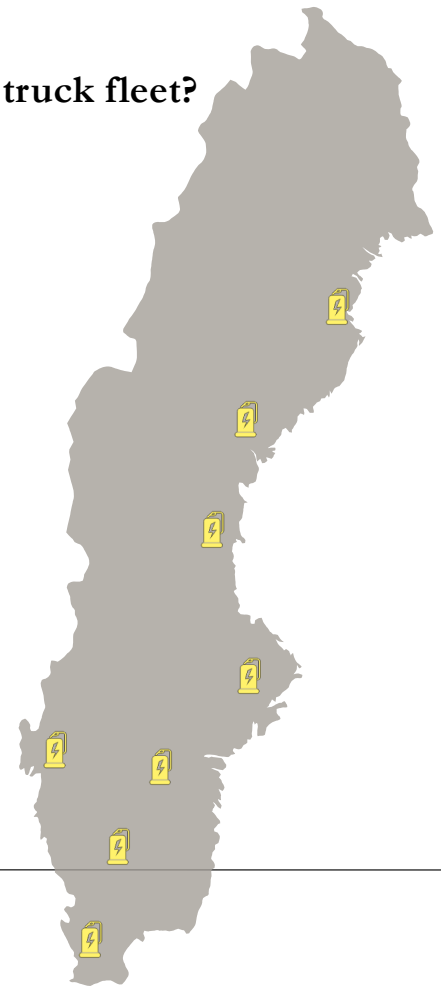
➤ What infrastructural decisions are required to facilitate a full-electric long-haulage truck fleet?

### Primary

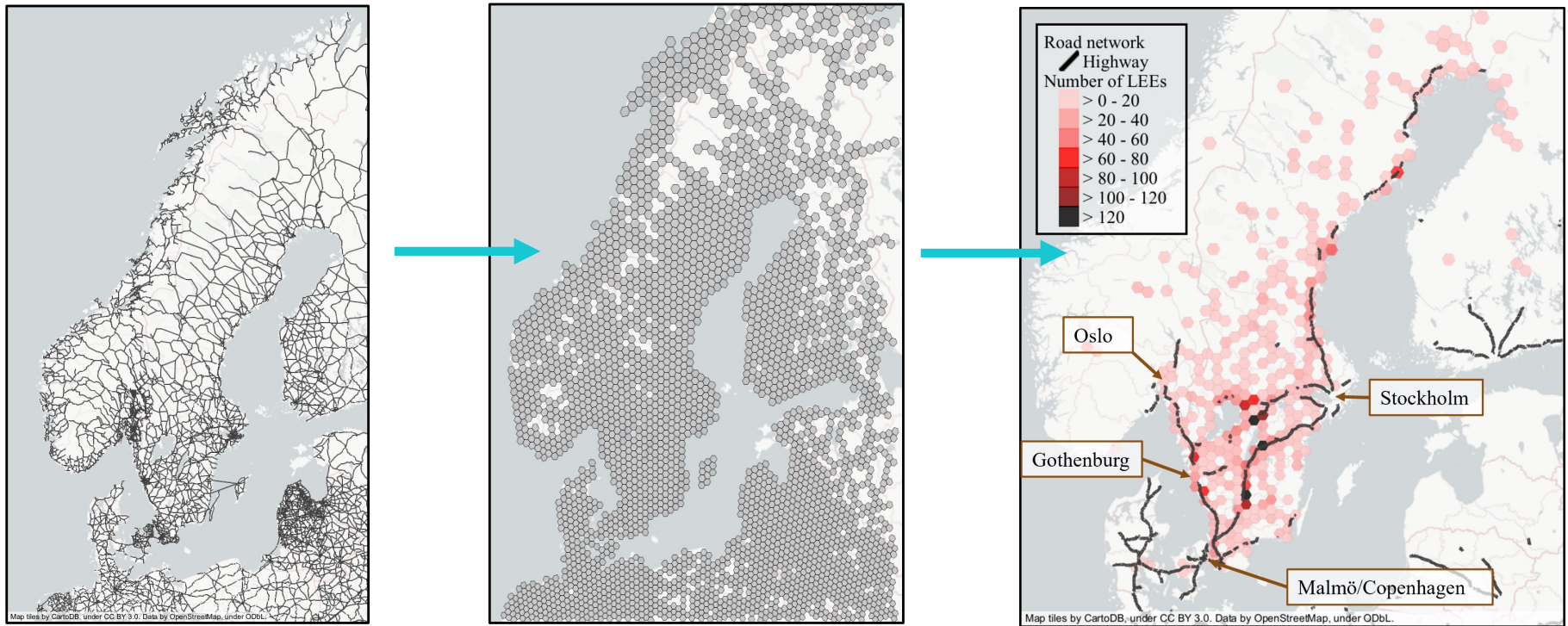
- Where to place charging stations?
- What installed capacity is required at each charging station?

### Secondary (examples)

- Is it possible to maintain today's logistic flows?
- How will power grid be affected?
- How will policies affect?
- What will happen a snowy day in northern Sweden?
- How will battery aging affect?
- ...

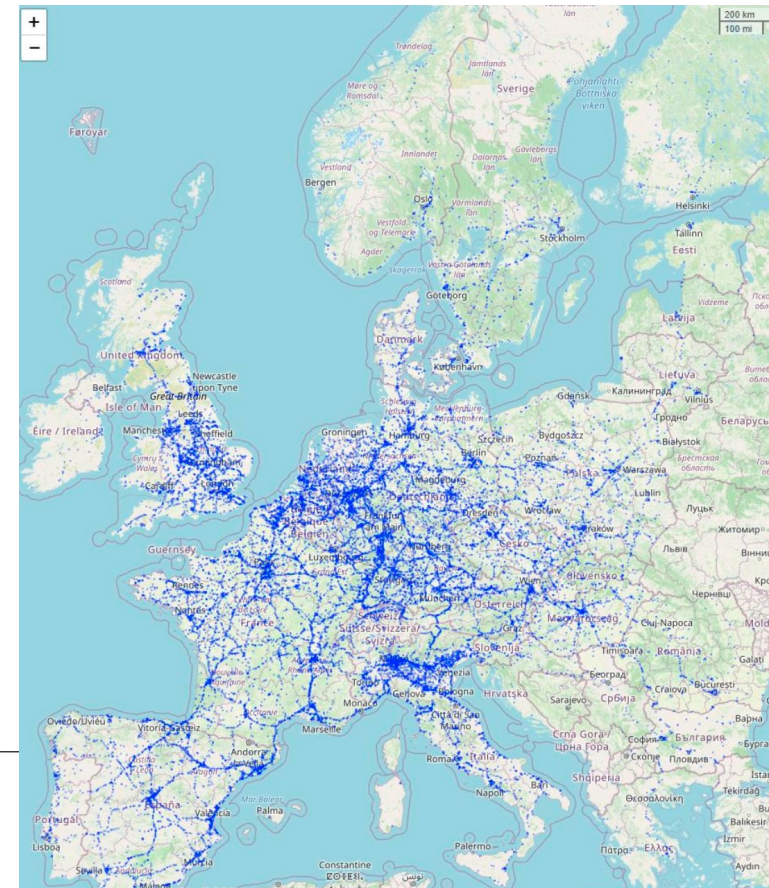


# Metodologi – Arbetsflöde och resultat



# Utmaningar för elektrifiering av transporter

- Energimängden är inte ett stort problem
- EU föreskriver ett rekommenderat minsta avstånd mellan publika laddstationer
- Utmaningen: få ut effekt till rätt ställen i vägnätet
  - Infrastruktur tar mycket tid
  - Batterilager kan hjälpa till temporärt
  - Kapa effekttoppar
  - Se till att elektrifieringen inte tappar fart



# Elektromobilitet i fartygsbranschen - Färjor redan här

- Helsingborg – Helsingör
  - Tycho Brahe & Aurora: elektrisk drift.
  - 4160 kWh batteri, utnyttjar 1175 kWh
  - 7 minuter laddning @ 10 MW
- Har idag kört mer än 10000 cykler med batterierna
- Laddning 10 MW, med transformator och likriktarstation i hamnen kommunen stöttade infrastrukturbygget
- ABB robot kopplar in laddningskabeln



# Laddning av färjan i Helsingborg

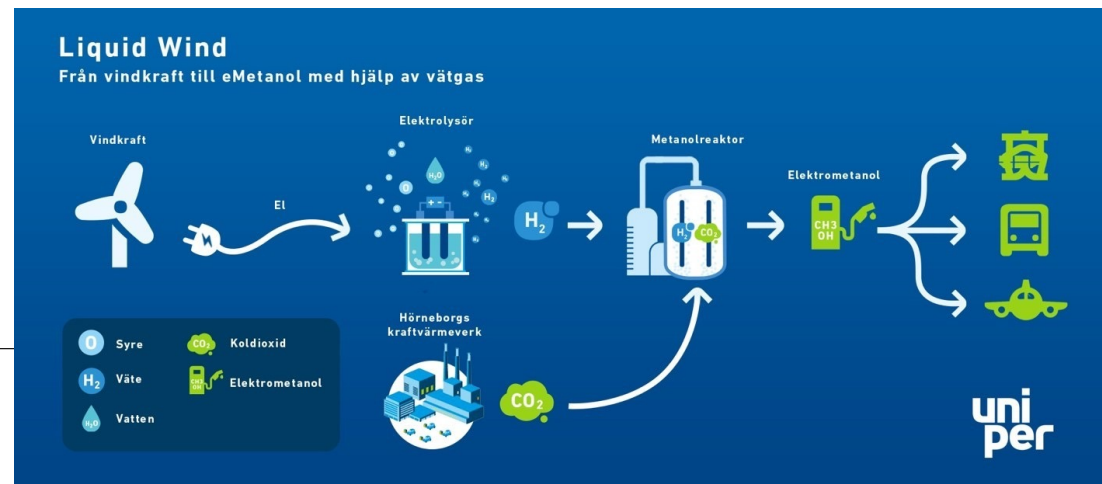


# Elektromobilitet

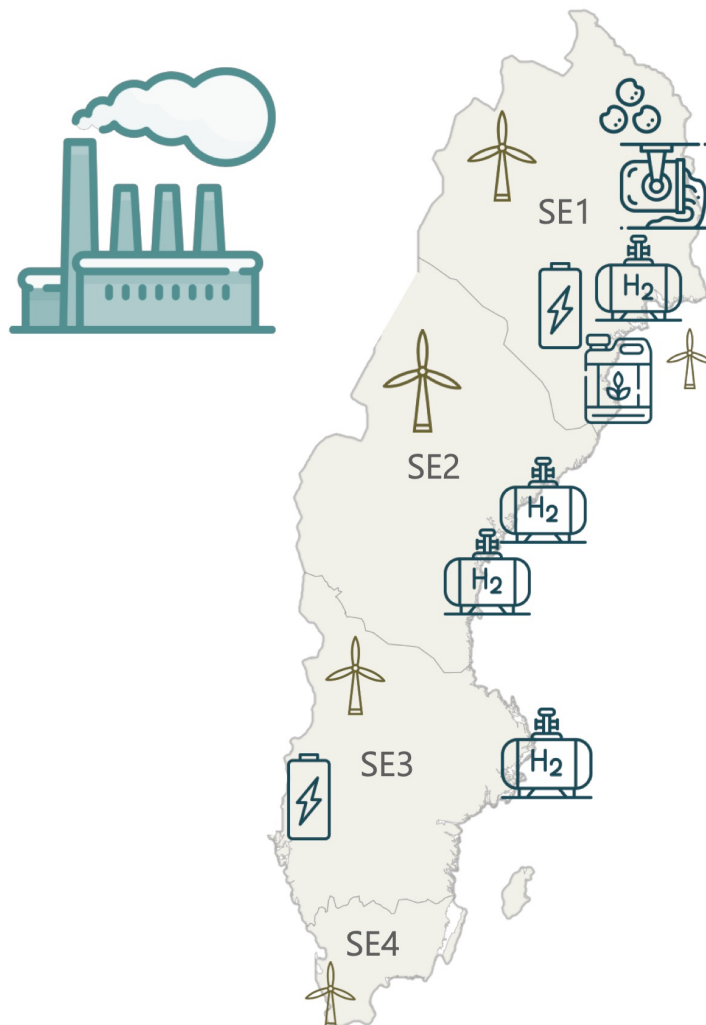
- Gruvdrift dagbrott (diesel elektriska drivlinor till eldrivlinor)
  - [https://streamio.com/api/v1/videos/5d1a100f6f8d8ddfd3000001/public\\_show?link=true&player\\_id=59eed3d56f8d8d20b5000001](https://streamio.com/api/v1/videos/5d1a100f6f8d8ddfd3000001/public_show?link=true&player_id=59eed3d56f8d8d20b5000001)
- Gruvdrift i tunnlar: Epiroc
  - Stora vinstmöjligheter pga ventilationsvinster
- Batteribyte

# Elektrobränslen

- Installera så mycket förnybara energikällor så att vi klarar alla ”kriser”.
  - Kommer att finnas överskott på el i perioder
- Generera H<sub>2</sub> från överproduktion av el (föreläsning 11)
- Samla in CO<sub>2</sub> från atmosfär eller andra industriella processer
- Kombinera H<sub>2</sub> och CO<sub>2</sub> industriellt till kolväten som kan lagras och användas som bränsle



# Grafik från energiforsk



En stor del av ökningen till 2045 beror på stora investeringar i svensk industri

**Omställningen av gruvor, järn-, stål- och metallindustrin:**  
SSAB, LKAB, H2GreenSteel m.fl. ca 114 TWh

**Grön konstgödselproduktion:**  
Green Wolverine och Cinis Fertilizer, ca 5 TWh

**Batteriproduktion:**  
Northvolt One och Northvolt Two, ca 2 TWh

**Elektrobränslen:**  
Liquid Winds Flagship One och Flagship Two, ca 1 TWh  
Flygbränsle Vattenfall och SAS, ca 2 TWh

**Massa & papper:**  
Ett ökat snarare än stagnerat elbehov till 2045 om branschen satsar på bio-CCS alternativt biodrivmedelsproduktion, 3-6 TWh

*Även raffinaderierna och kemiindustrin kommer att kräva mycket el framöver, men här är siffrorna osäkra på hur mycket eftersom det beror på teknisk spår. För mer om dessa osäkerheter, se kapitel 2.*



# 5. Servrar, AI, beräkningskraft och strömmade tjänster

# Beräkningar, mer och snabbare

- Att räkna och skicka data (flippa bitar) kostar energi
- NSC
  - Två anläggningar på 1 MW var, (8 GWh) anslutna till 10 kV nätet.



# Chat GPT träning och frågor

- Träning av ChatGPT-3 (26 dagar)
  - 1.29 TWh
- Träning av GPT-4 (Bing) (150 dagar)
  - 7.2 TWh
- Frågor till Chat: ca 2-4 Wh/fråga.
  
- Knowledge is power



# Att skicka mängder med data kostar energi

**”Strömmad video på internet är ett växande klimatproblem – 2020 beräknas strömmad video stå för 80 procent av den totala internettrafiken”**

Rolf Lindahl, ansvarig för klimat- och energifrågor på Greenpeace, till DN med anledning av mängden energi som används för strömmande video och musik. Enligt honom skulle molntjänsterna på nätet, om de vore ett land, hamna på sjätte plats över världens mest energikonsumerande länder.

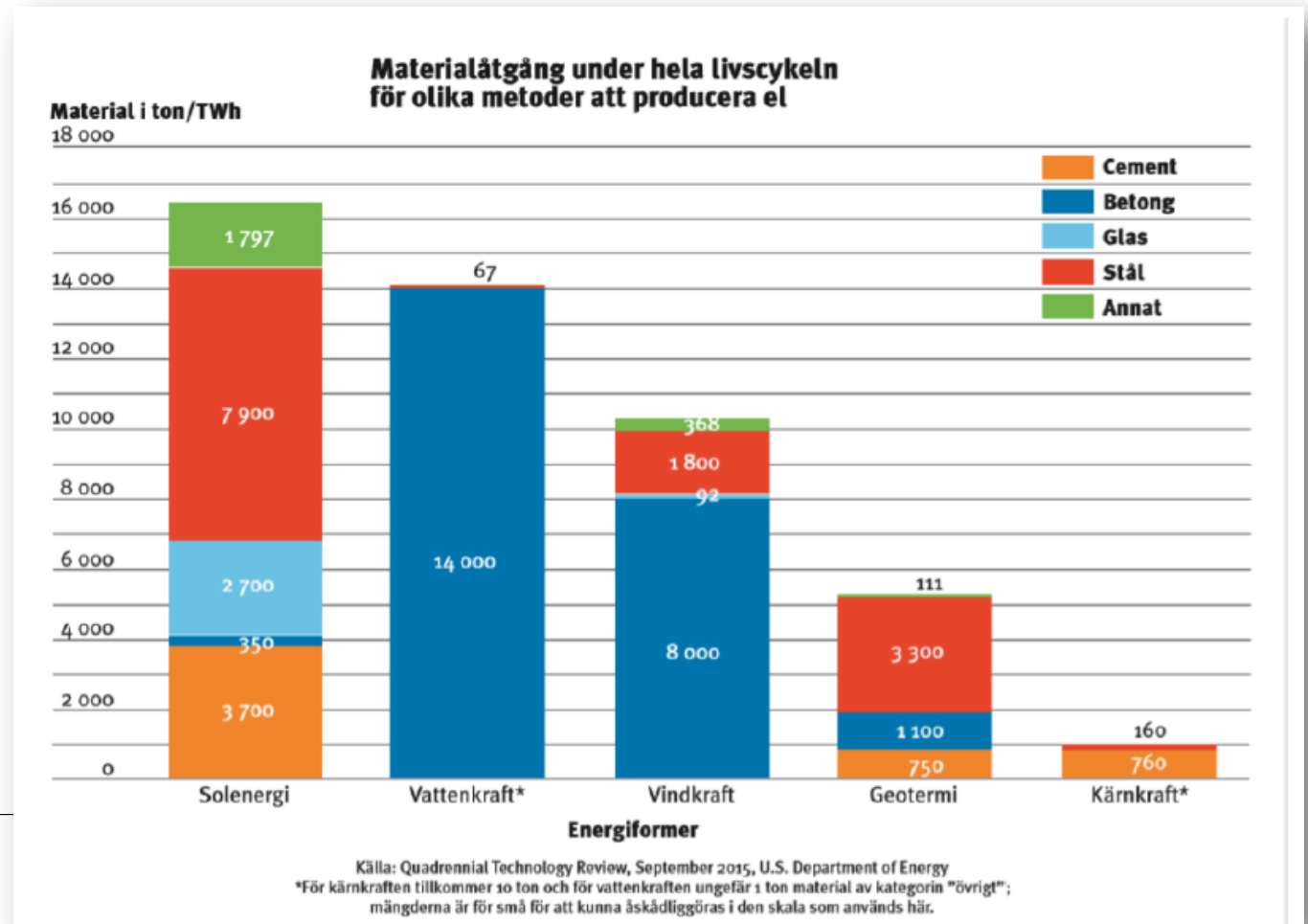
Råd och Rön nr 2, 2019

## 6. Andra perspektiv

# Hur ska man räkna?

## Materialåtgång

- Stål
- Betong
- Andra material



# TSFS 17 Elkraftsystem

Föreläsning 8

<https://isy.gitlab-pages.liu.se/fs/courses/TSFS17/>

Lars Eriksson, Professor  
ISY, Fordonssystem