

# DAT460 Förnyelsebar elproduktion och eltransporter Ip2 HT20 (3,5 hp)

Ola Carlson

Chalmers

20201102

Energi, effekt, Svenska kraftsystemet

# Lärandemål

Avseende på kunskap och förståelse, skall studenten kunna följande:

- Ange motiven/drivkrafterna bakom utvecklingen mot ökad elkraftproduktion med förnyelsebara källor, samt elektrifiering av transportsektorn.
- Beskriva de tekniska egenskaperna och prestandan för elkraftproduktion med vindkraft, solkraft, vågkraft och vattenkraft. Här ingår också miljökonsekvenserna för respektive produktionsmetod.
- Beskriva de tekniska egenskaperna och prestandan av komponenterna i el- och elhybridfordons drivlinor.

Avseende på förmåga och skicklighet, skall studenten kunna följande:

- Identifiera, formulera och analysera samband vid elkraftproduktion och vid drift av el- och elhybrid fordon.
- Planera för och utföra enkla beräkning av elkraftproduktion och av energikonsumtion för el-och elhybrid fordon.
- Utföra val av olika lösningar och motivera förnyelsebar elkraftproduktion
- Utföra val av olika lösningar och motivera uthålliga transporter för personer och gods
- Vara delaktig i nationell och internationell diskussion angående olika områden inom förnyelsebar elkraftproduktion och uthålliga transporter genom att läsa, skriva, presentera och diskutera innehållet i rapporter och artiklar.

# CHALMERS

| Vecka/dag&tid    | Föreläsning                    | Föreläsare         | Inlämnings-uppgift | Sista inlämning |
|------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 45/ 2 Nov 19-21  | Elkraftsystemet i Sverige      | Ola Carlson        | Elsystem           |                 |
| 45/ 4 Nov 15-21  | Grundläggande vindkraftsteknik | Ola Carlson        |                    |                 |
| 46/ 9 Nov 19-21  | Grundläggande elkraftteknik    | Ola Carlson        | Vindkraft 1        |                 |
| 46/ 11 Nov 15-17 | Vindkraftsel och elsystemet    | Ola Carlson        |                    |                 |
| 47/ 16 Nov 19-21 | Projektering vindkraft         | Sara Fogelström    | Vindkraft 2        |                 |
| 47/ 18 Nov 15-17 | Miljöaspekter vindkraft        | Sara Fogelström    |                    | Inlämning 20/11 |
| 48/ 23 Nov 19-21 | Hybridbilsteknik 1             | Ola Carlson        | Hybridteknik       |                 |
| 49/ 25 Nov 15-17 | Batteriteknik i elbilar        | Evelina Wikner     |                    |                 |
| 48/ 30 Nov 19-21 | Hybridbilsteknik 2             | Ola Carlson        |                    |                 |
| 49/ 2 Dec 15-17  | Solkraft                       | Jan-Olof Dalenbäck | Solkraft           |                 |
| 50/ 7 Dec 19-21  | Vågkraftteknik                 | Claes Eskilsson    | Vågkraft           |                 |
| 50/ 9 Dec 15-17  | Vattenkraft och kondenskraft   | Ola Carlson        | Vattenkraft        |                 |
| 51               | Reserv                         |                    |                    | Inlämning 18/12 |
| 2021: 1-3        | Reserv                         |                    | Slutrapport        | Inlämning 20/1  |

# Zoom

Jag öppnar Zoom ca 10 minuter före lektionsstart

Lektionen spelas in och läggs upp i Canvas efter lektionen

Ha mikrofonen avstängd under lektionen

Frågor, inlägg, skriv i Chat-fönster, frågan eller ditt namn och du får ordet.  
Om jag inte ser ditt i Chat-fönstret höj din röst.

Efter 45 minuter; paus och inspelningen stoppas

Nästa lektion börjar efter 15 minuters rast.....

# Zoom övningar med Bowen Jiang

Zoom mötet öppnas av Bowen Jiang alla är i huvudmötet och man skriver upp sitt namn i Chat-fönstret som blir kö för frågor

Bowen som är "host", placerar dig i ett breakout room och följer efter för att svara på frågan,

Efter svaret lämnar ni breakout rummet.

Om Ola närvarar skickar Bowen Ola och en elev till breakout room 2.

# Att genomföra kursen

## **Föreläsningar och inlämningsuppgifter (1-2 personer)**

För att få **godkänt på kursen** skall en kursrapport skrivas, där ni mycket kortfattat sammanfattar de olika föreläsningarnas innehåll, vad ni anser som viktigast, samt har med resultaten från övningarna. Denna rapport lämnas in i slutet av kursen dock senast 20 januari 2021.

**Övningarna** rapporteras muntligt 2 ggr under kursen.

**Kursmaterial:** Ett antal kompendium och böcker ligger på kurssidan, läses efter behov och intresse.

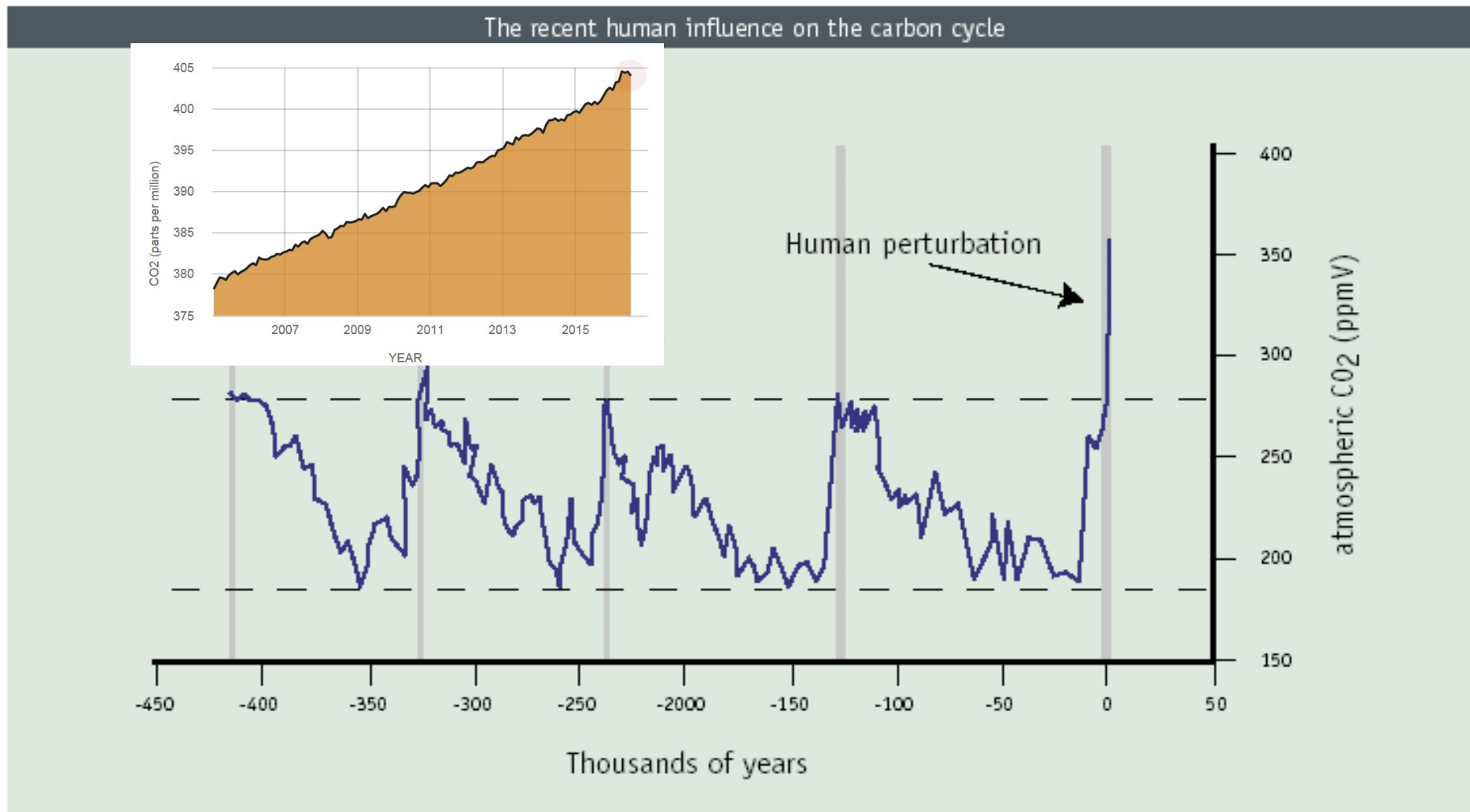
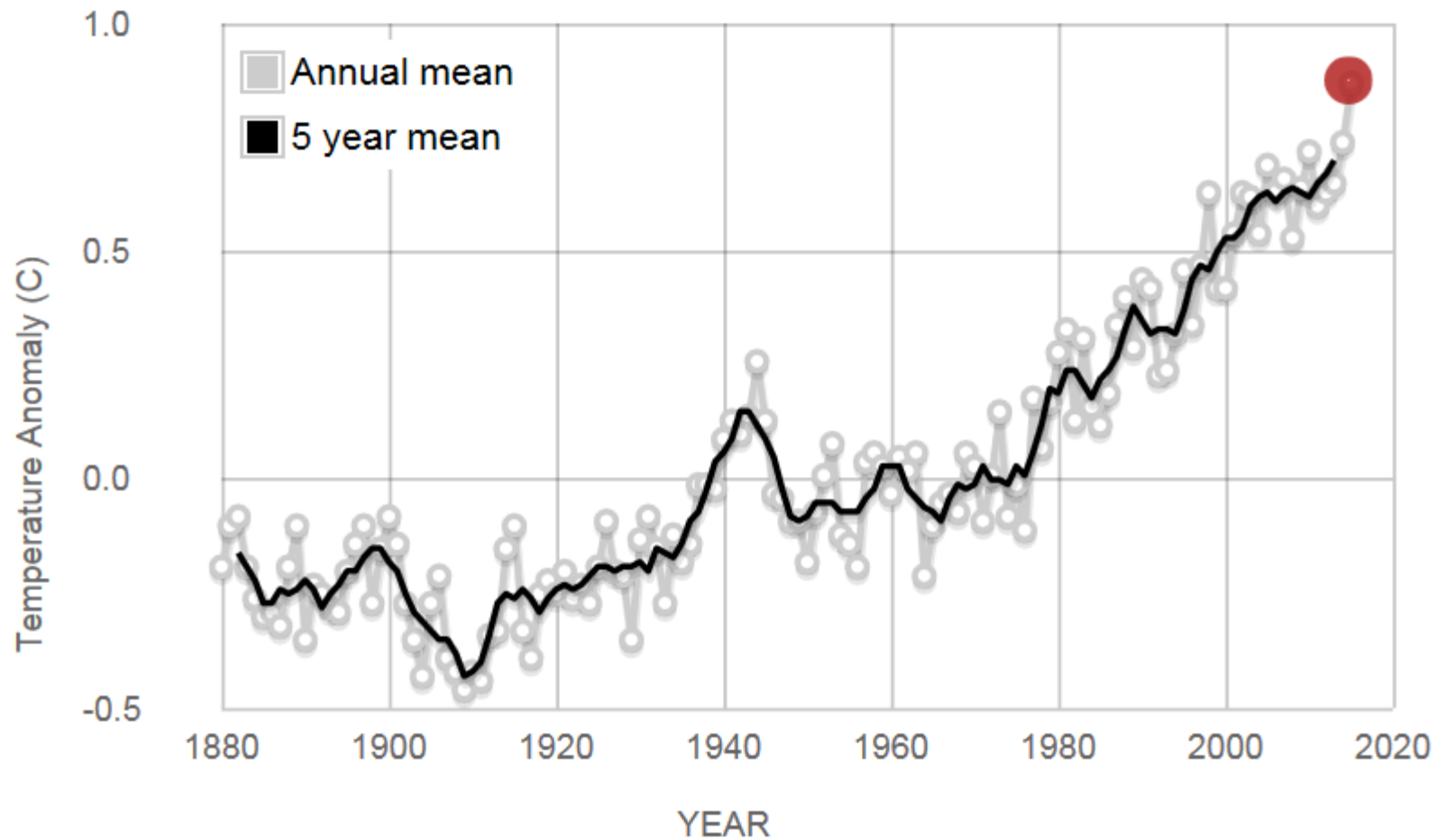


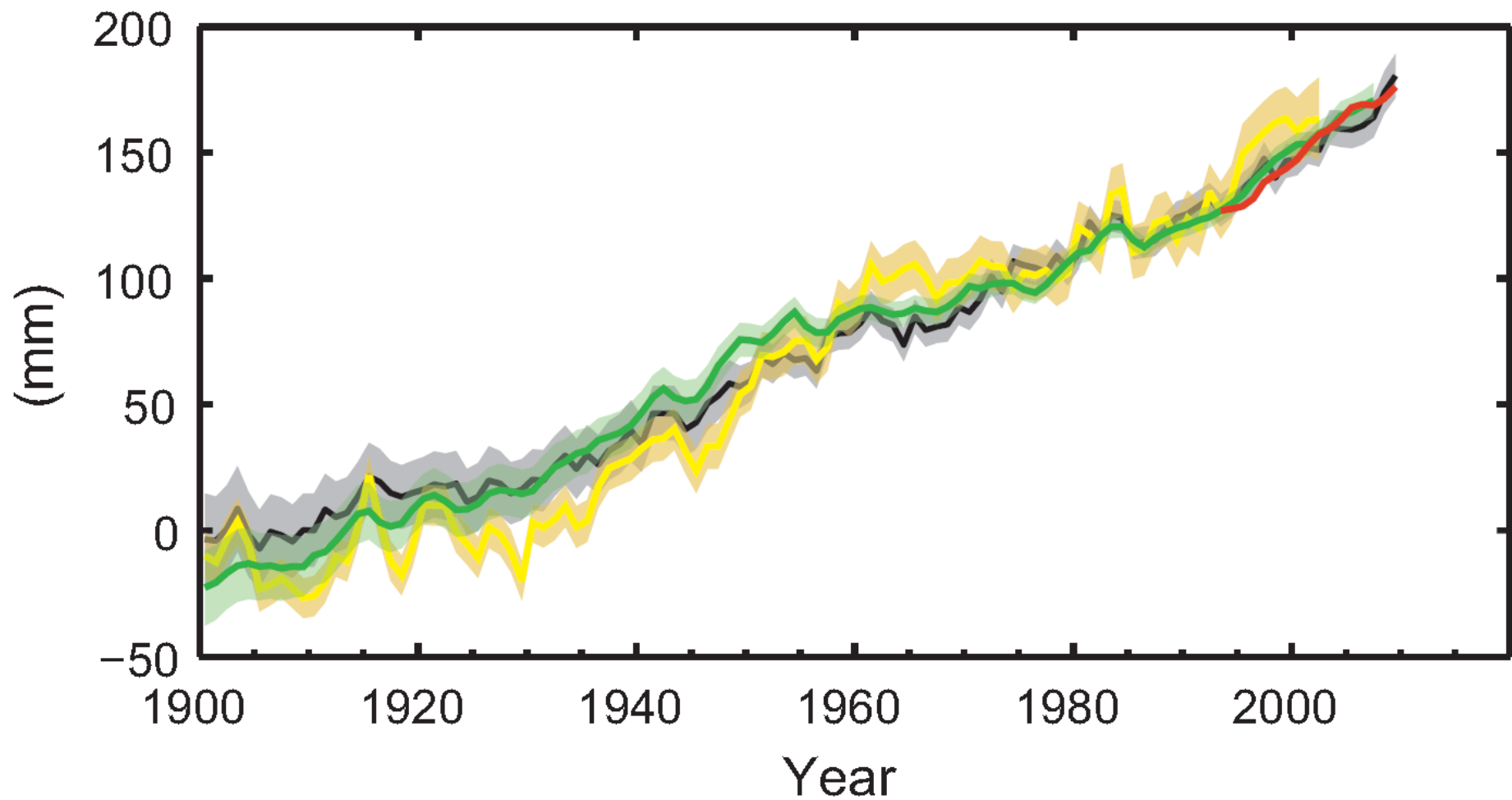
Figure 2 Atmospheric CO<sub>2</sub> concentration from the Vostok ice core record with the recent human perturbation superimposed. The inset shows the observed contemporary increase in atmospheric CO<sub>2</sub> concentration from the Mauna Loa (Hawaii) Observatory.

Sources: Petit et al. (1999) *Nature* 399, 429-436 and National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), USA



This graph illustrates the change in global surface temperature relative to 1951-1980 average temperatures

## Global average sea level change



# The world a dark night



# What is life without Electric Energy ?

- No light
- No electric heat
- No electric motors
- No computers, phones, TV

and

- Oil has reached its top production
- Gas soon on top production, but CO<sub>2</sub>
- Coal can be used for many years, but CO<sub>2</sub>

Needs for renewable electric power is great and there is a  
Need for Engineers to develop the future

# Effekt x Tid ger Energi

För att kunna räkna ut hur mycket **energi** en apparat eller lampa använder eller ett kraftverk producerar måste du veta dess **effekt** och hur länge de används.

**Effekt** mäts i watt (W) och tiden i timmar (h).

**Energi** är **effekt** multiplicerat med tid och mäts i wattimmar (Wh).

Elpriser anges ofta i kWh där k står för 1000  
 $1000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$

När vi säger att ett kraftslag producerar, som exempelvis vattenkraft, 65 TWh, är det den elektriska energin som producerats under 1 år, 8760 timmar som avses.

# Storleksordningar

1 TW= 1.000.000.000.000 W

1 GW=1.000.000.000 W (stor kärnkraftsgenerator)

1 MW=1.000.000 W ( nytt vindkraftverk på land, 6 MW)  
(Stor vattenkraftgenerator 600 MW)

1 kW =1.000 W ett typiskt värmeelement

1 W ( en lite ledlampa)

Gå till

<https://www.svk.se/drift-av-transmissionsnatet/kontrollrummet/>



# ENERGY TRANSITION OUTLOOK 2020

A global and regional forecast to 2050

## SHORTER TERM

### 1. COVID-19 will reduce global energy demand by 8% this year

- Although energy demand will pick up again from 2021, it will be from a lower base, and for the remaining years to 2050, annual global energy demand will fluctuate some 6 to 8% lower than our pre-pandemic forecast
- Pandemic-linked behavioural shifts, like remote working and reduced commuting, will have a lasting effect lowering energy use

### 2. Energy-related CO<sub>2</sub> emissions have peaked, brought forward five years by the pandemic

- Transport energy use peaked in 2019
- COVID-19 has brought peak oil demand forward; oil use may never again exceed 2019 levels

### 3. Technology can deliver a Paris-compliant future, if scaled properly

- Encouraging progress has been made and is expected to continue for solar PV, wind and battery storage

### 4. Market forces alone will not fix hard-to-abate sectors; stronger policies and regulations are needed

- Decarbonization of high-heat processes in industry, the heating of buildings, and heavy transport is proceeding too slowly
- Solutions exist, including hydrogen, CCS, and further energy-efficiency improvements, but these need a policy push to scale

## LONGER TERM

### 1. Rapid electrification will transform the energy mix by 2050

- The share of electricity in the final demand mix will more than double from today's level by 2050
- Half of the passenger vehicles sold worldwide will be EVs by 2032

### 2. Solar PV and wind - in equal shares - will dominate power generation

- Electrification, powered by renewables, drives decelerating energy intensity, which will see energy use peak worldwide in 2032
- Significant investment in connectivity and flexibility will enable a 62% variable renewable share by 2050

### 3. Natural gas will take over as the largest energy source this decade, and remain so until 2050

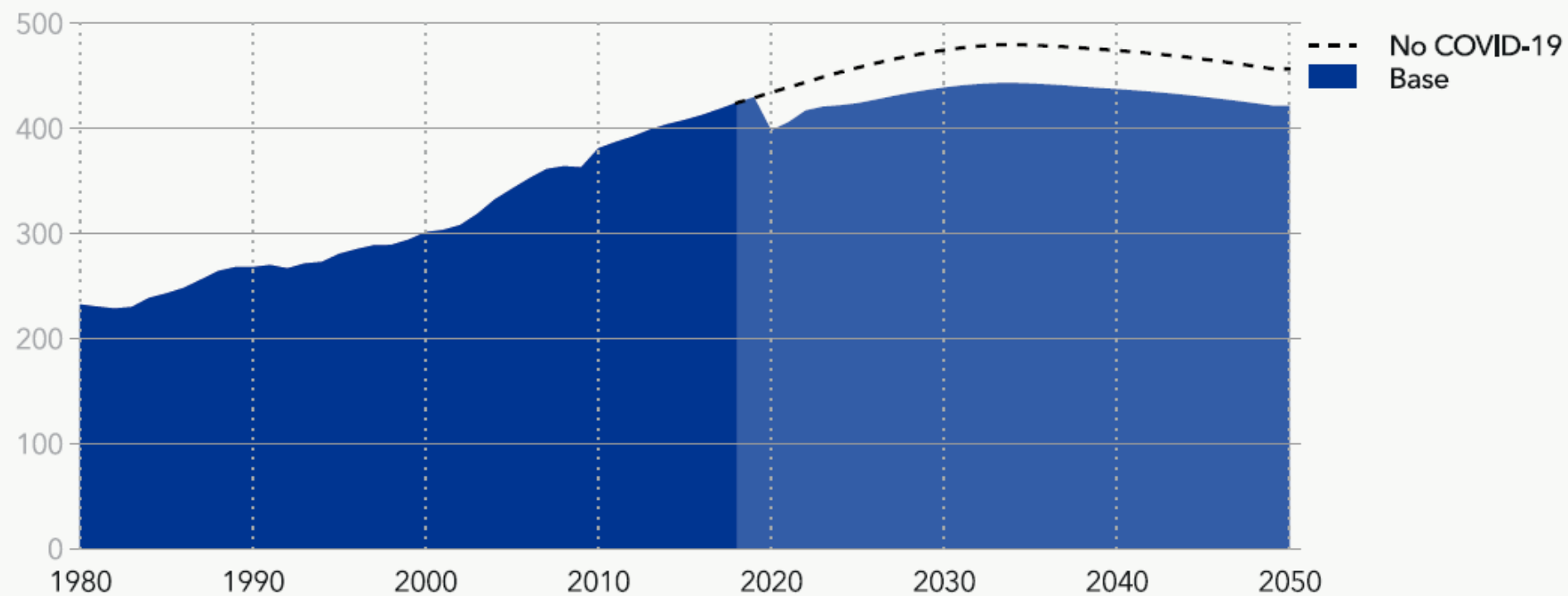
- However, only 13% of natural gas used in 2050 will be decarbonized

### 4. Despite flat energy demand and a growing renewable share, the energy transition is nowhere near fast enough to deliver on the Paris Agreement

- Most likely we are heading towards 2.3°C warming by the end of the century
- A lot more renewable power, decarbonization, energy-efficiency improvement, and carbon capture is needed
- The world will spend an ever-smaller share of GDP on energy, allowing for additional investment to further speed up the transition

## World final energy demand - with and without COVID-19

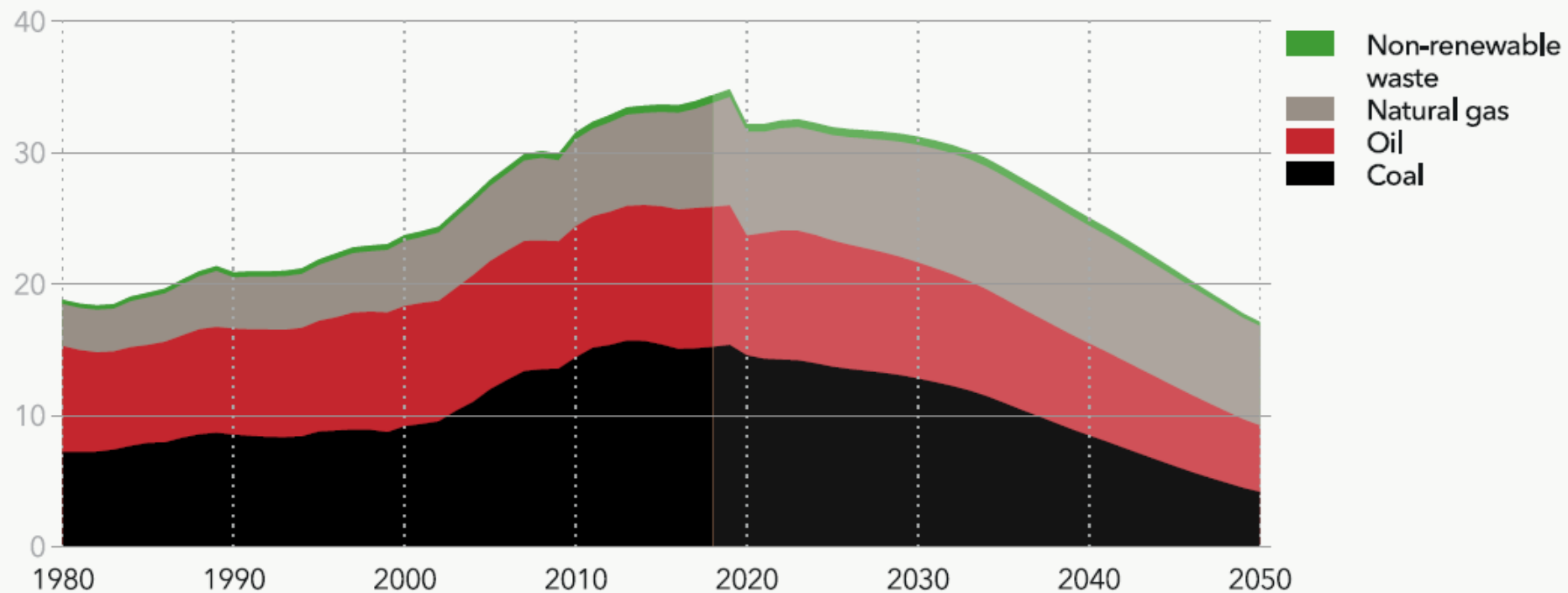
Units: EJ/yr



Historical data source: IEA WEB (2019)

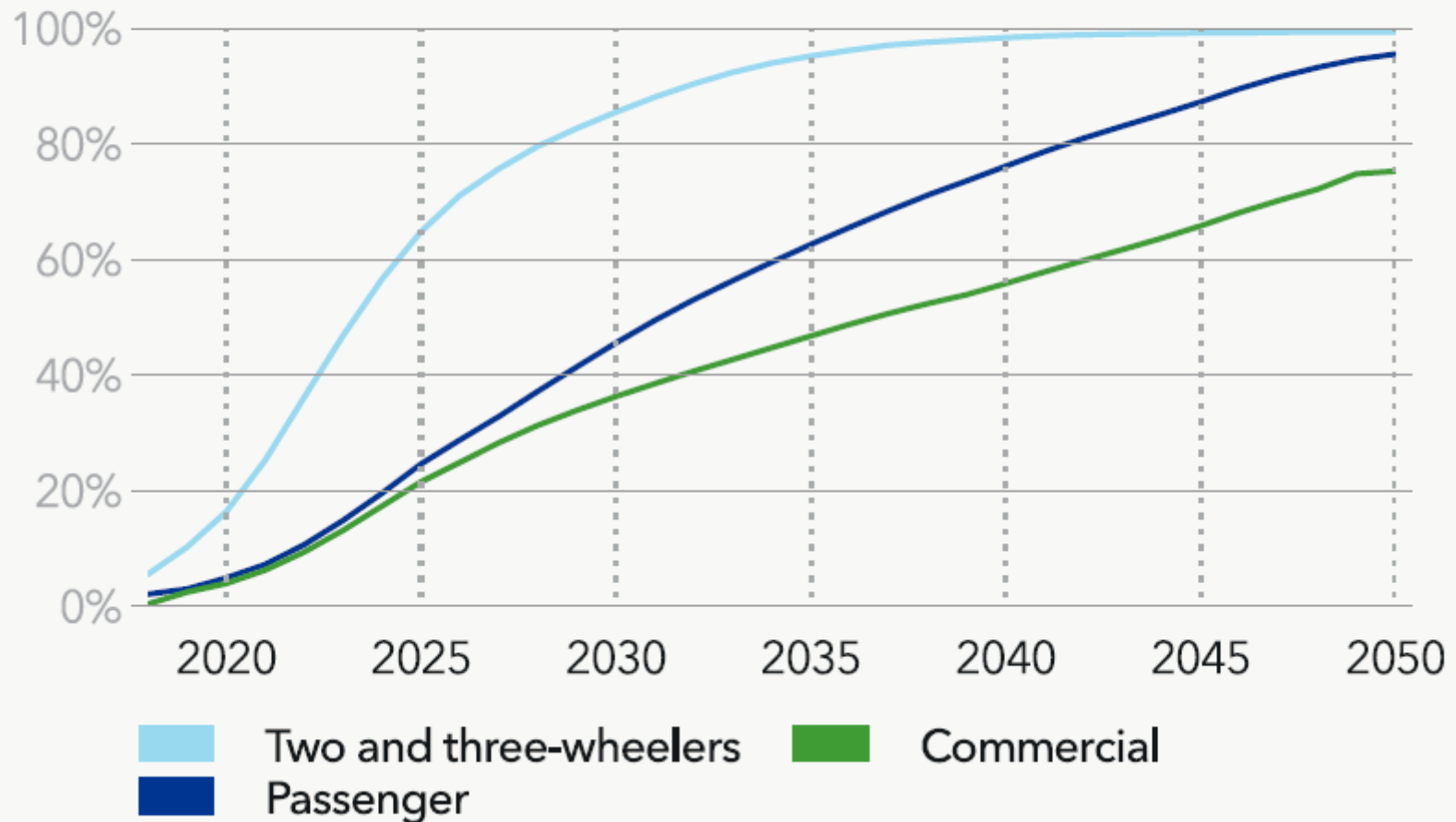
## World energy-related CO<sub>2</sub> emissions by fuel

Units: GtCO<sub>2</sub>/yr



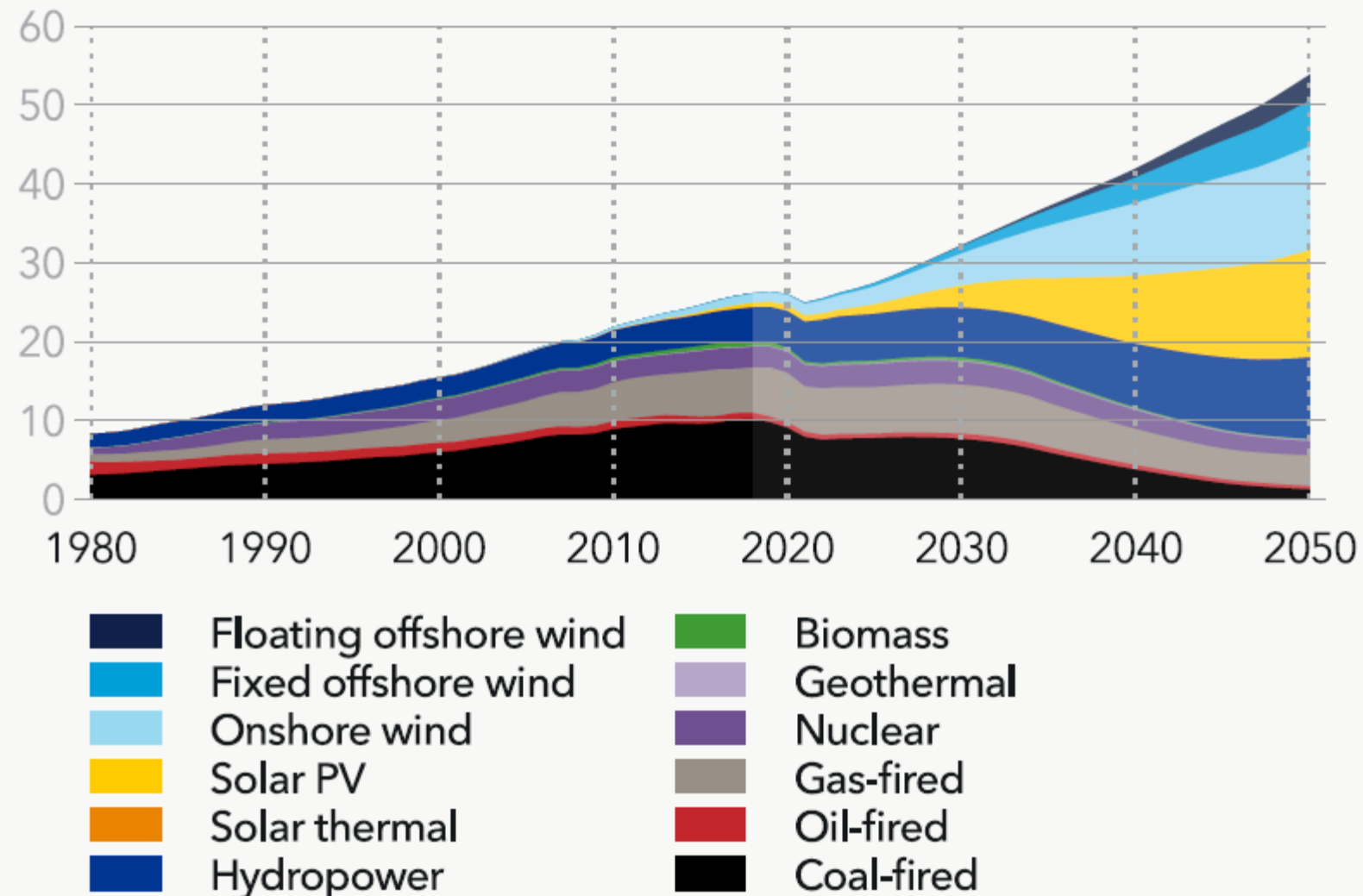
## World market share of electric vehicle sales by vehicle type

Units: Percentages



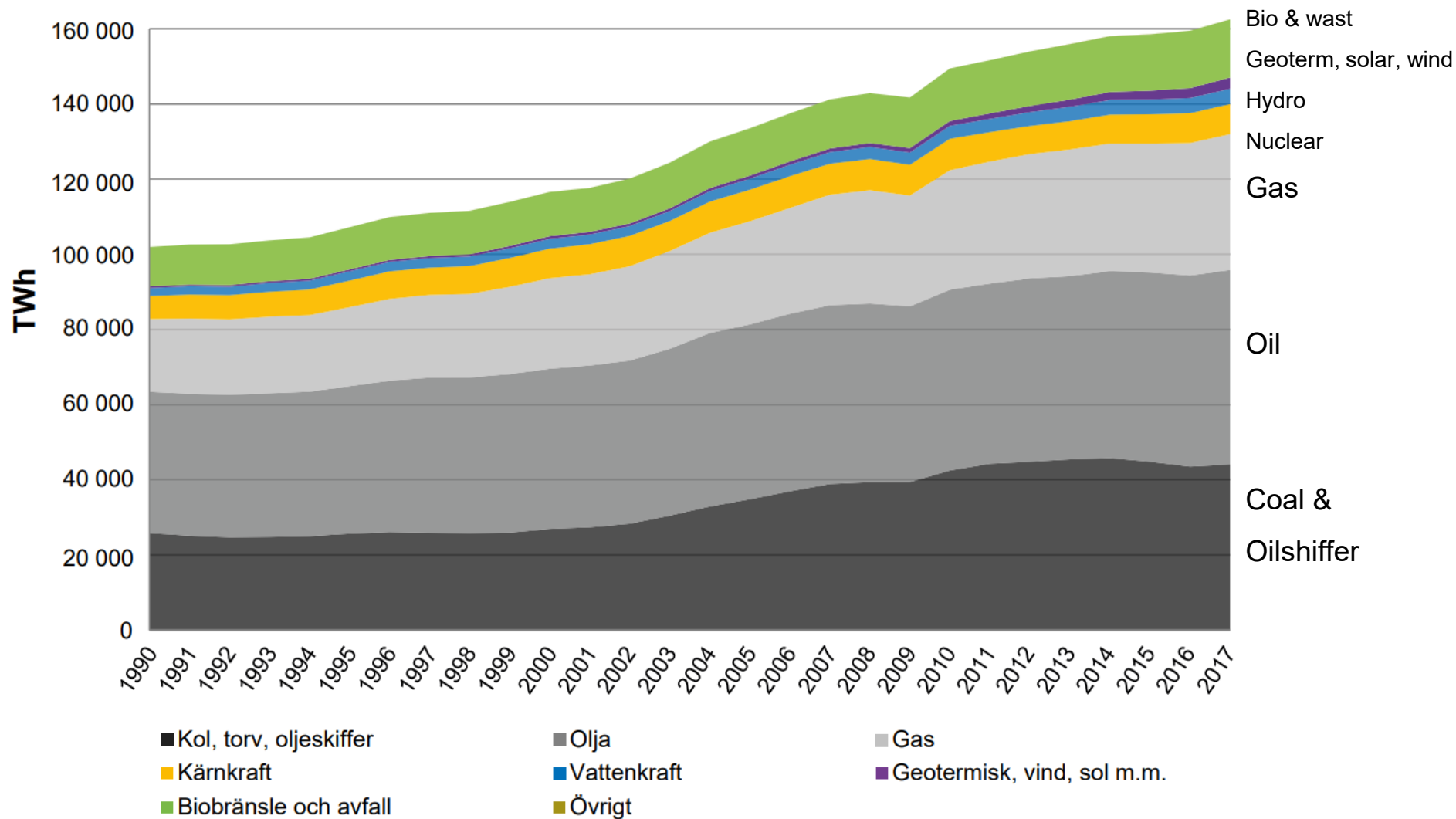
# World electricity generation by power station type

Units: PWh/yr

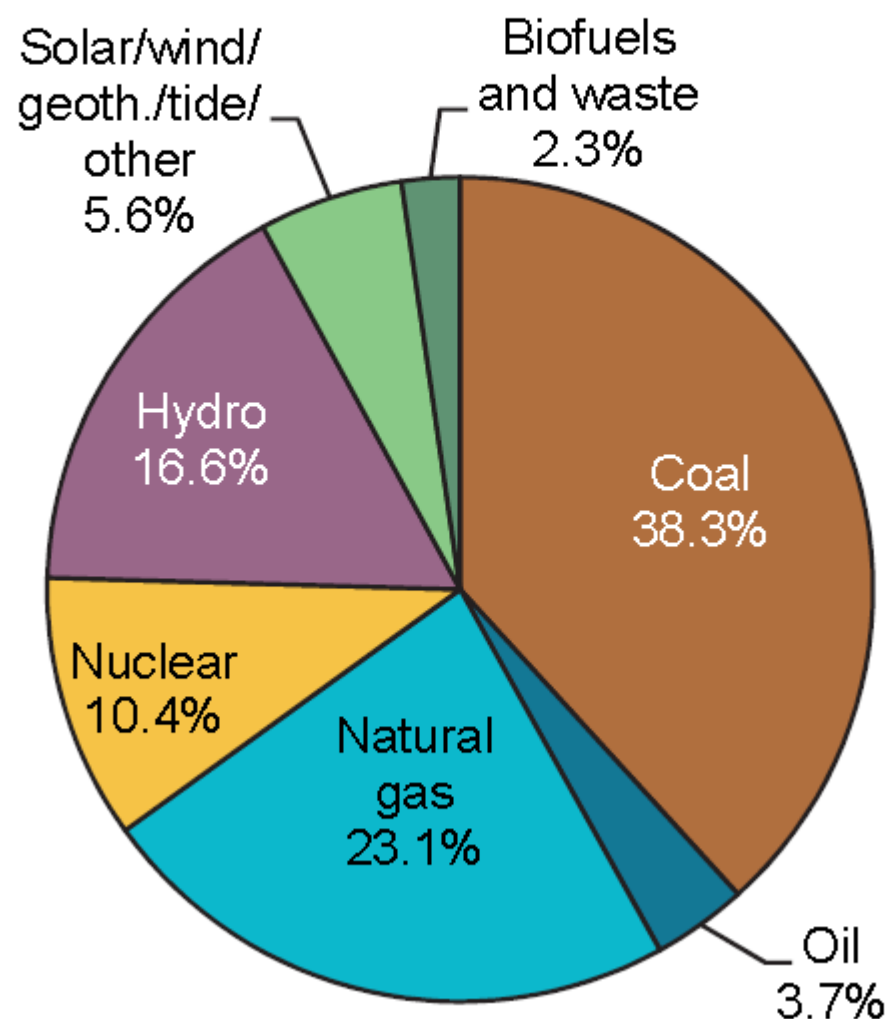


Historical data source: IEA WEB (2019), IRENA (2019)

# Global supply of energy from 1990-2017, TWh

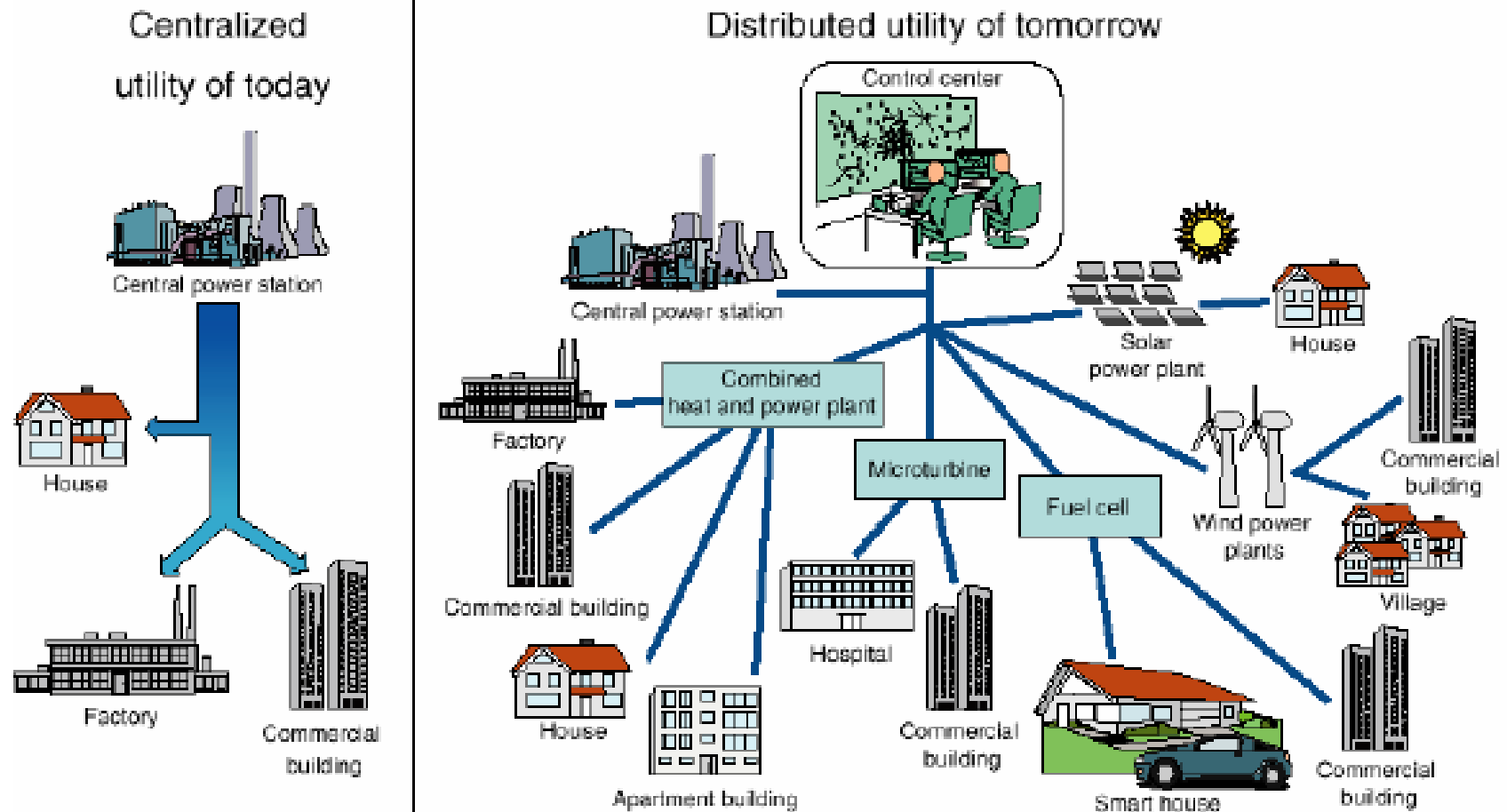


**Figure 2: World gross electricity production,  
by source, 2016**



# Power system complexity

## Islanding

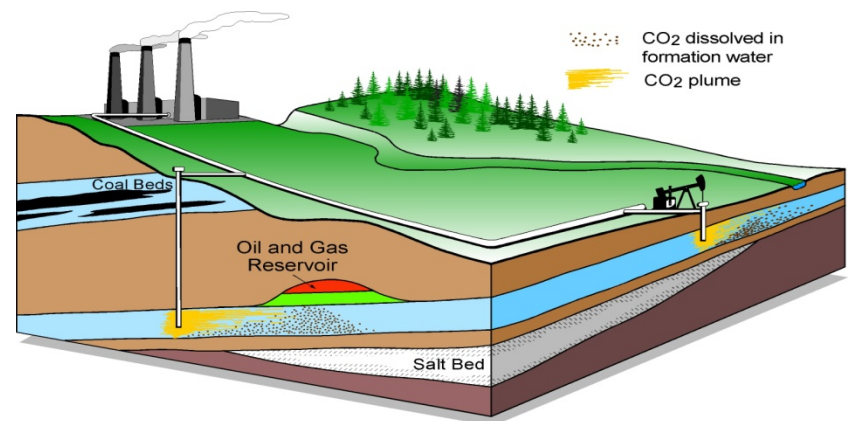
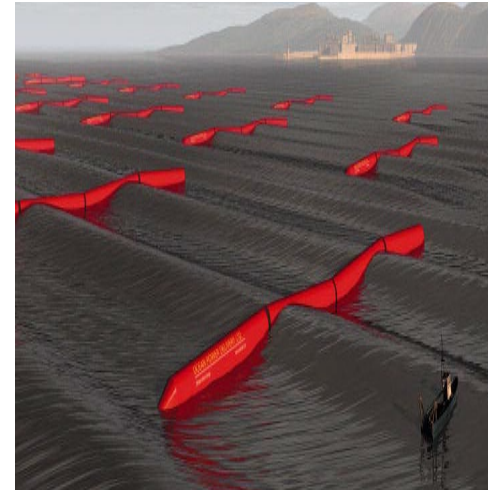


- How to maintain reliability?

(ABB)

# Renewables and new energy systems

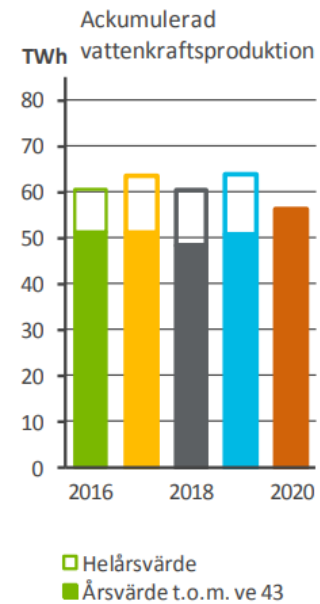
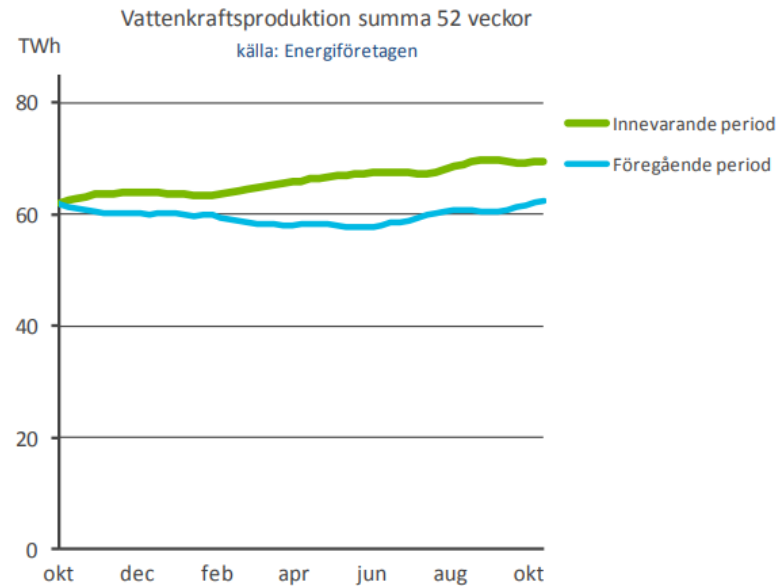
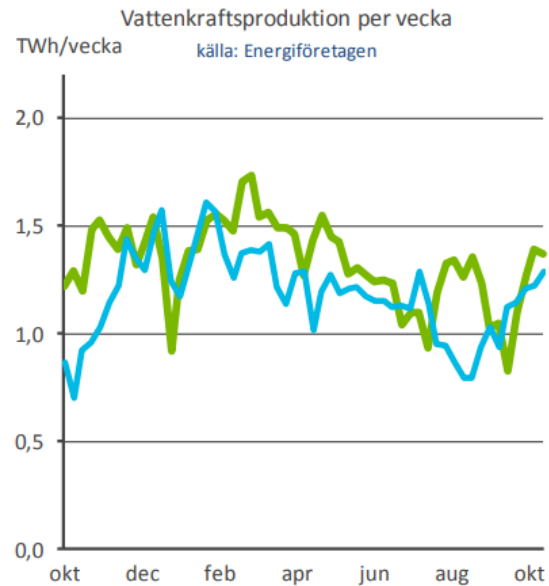
- Hydro power
- Wind power
- Solar energy
- Wave Energy
- CO<sub>2</sub> separation and storage for converting natural gas to power
- Green certificates trading



# Kraftläget i Sverige

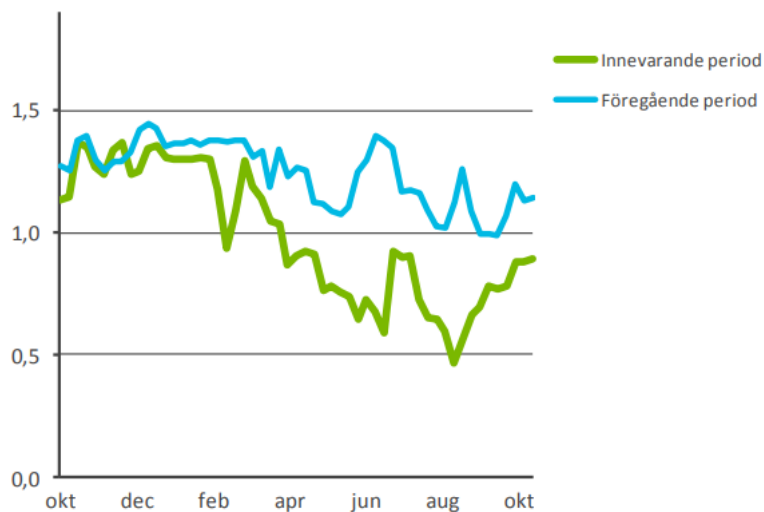
<https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/statistik/kraftlaget/aktuellt-kraftlage-sverige-veckorapport.pdf>

# Vattenkraft 2020

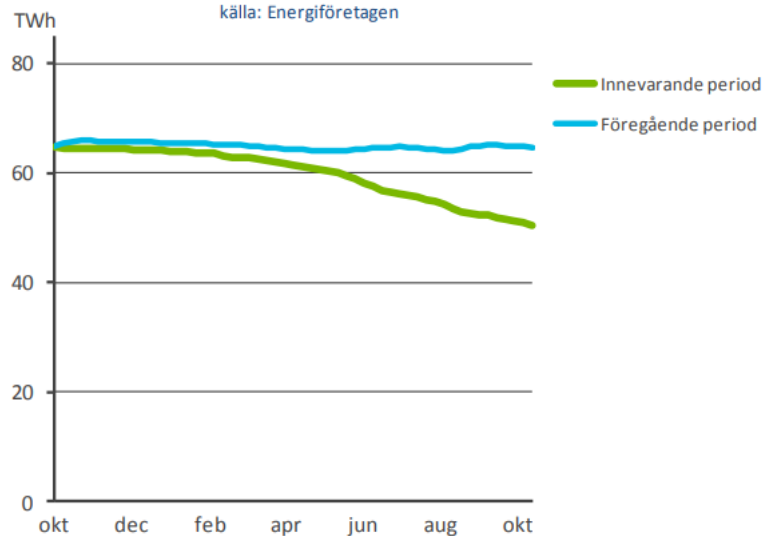


# Kärnkraft 2020

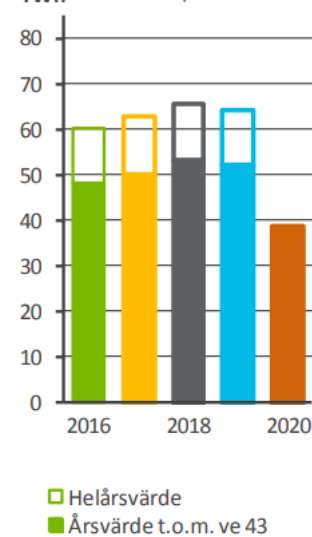
Kärnkraftsproduktion per vecka  
TWh/vecka källa: Energiföretagen



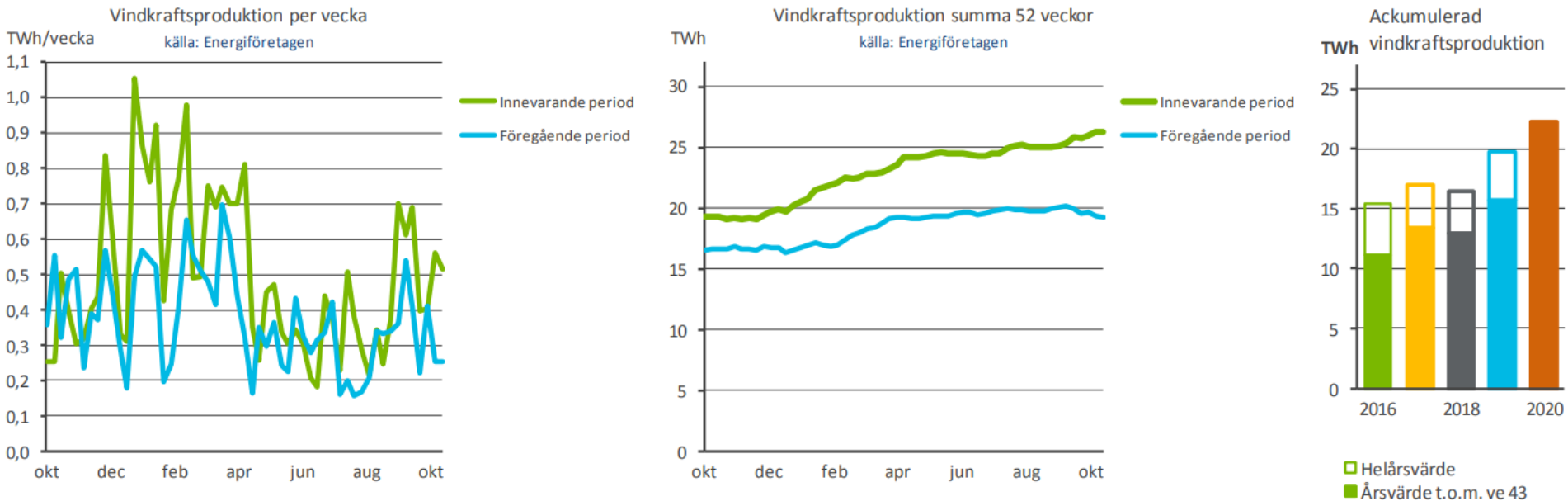
Kärnkraftsproduktion summa 52 veckor  
TWh källa: Energiföretagen



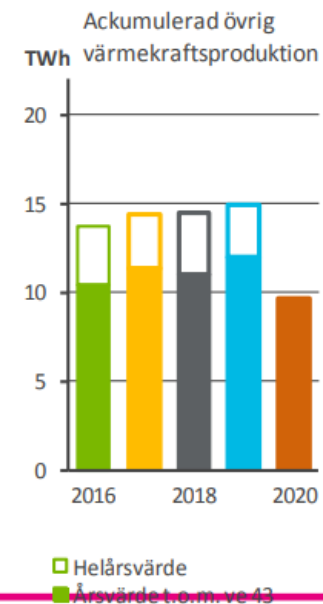
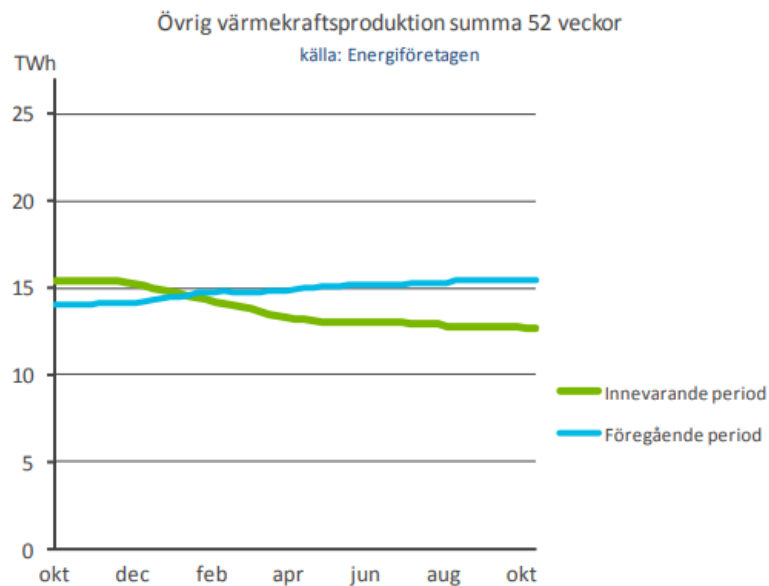
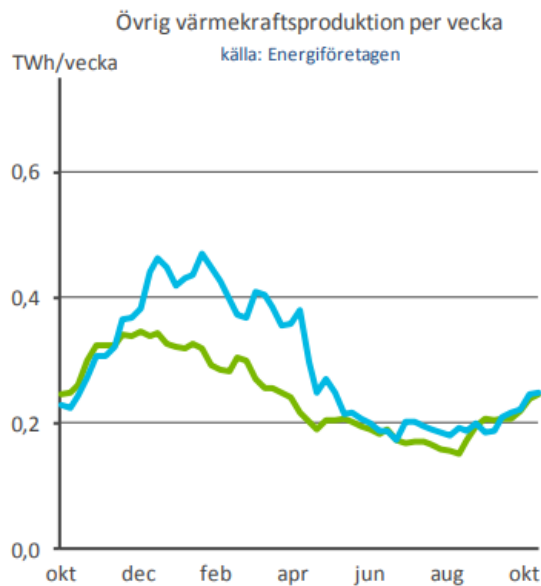
Ackumulerad kärnkraftsproduktion  
TWh



# Vindkraft 2020

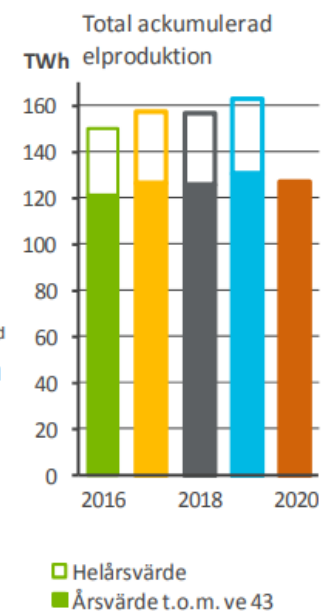
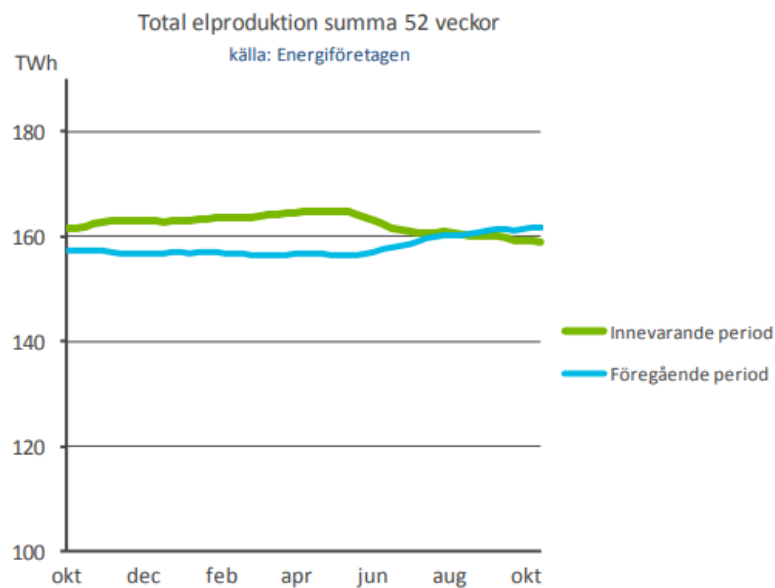
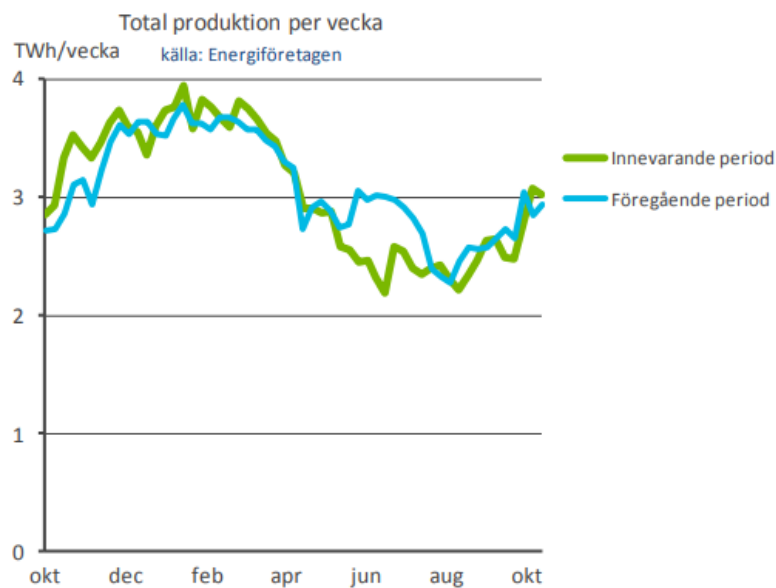


# Övrig värmekraftproduktion 2020

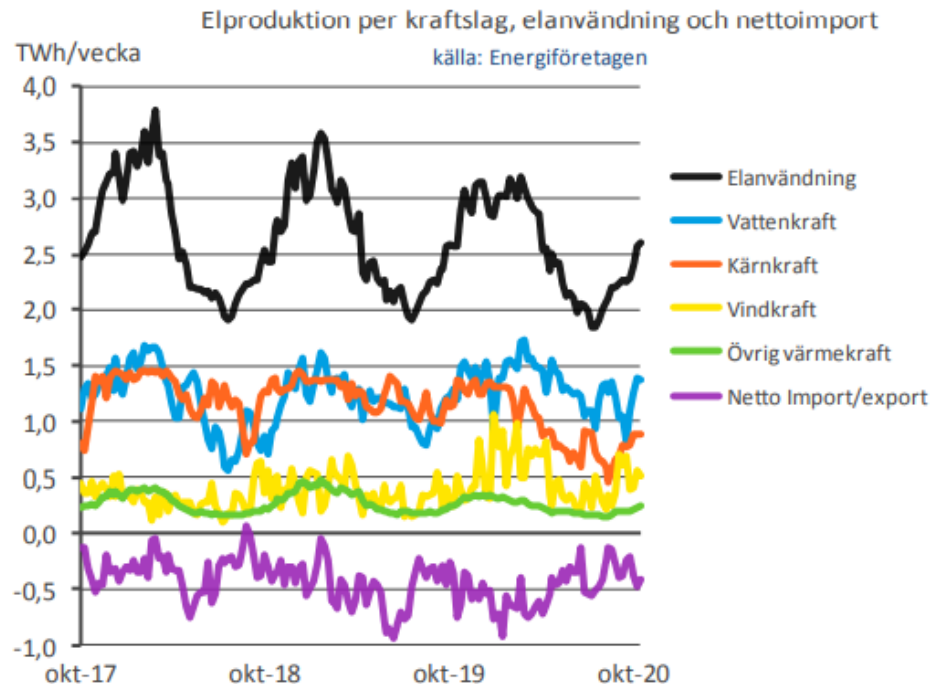
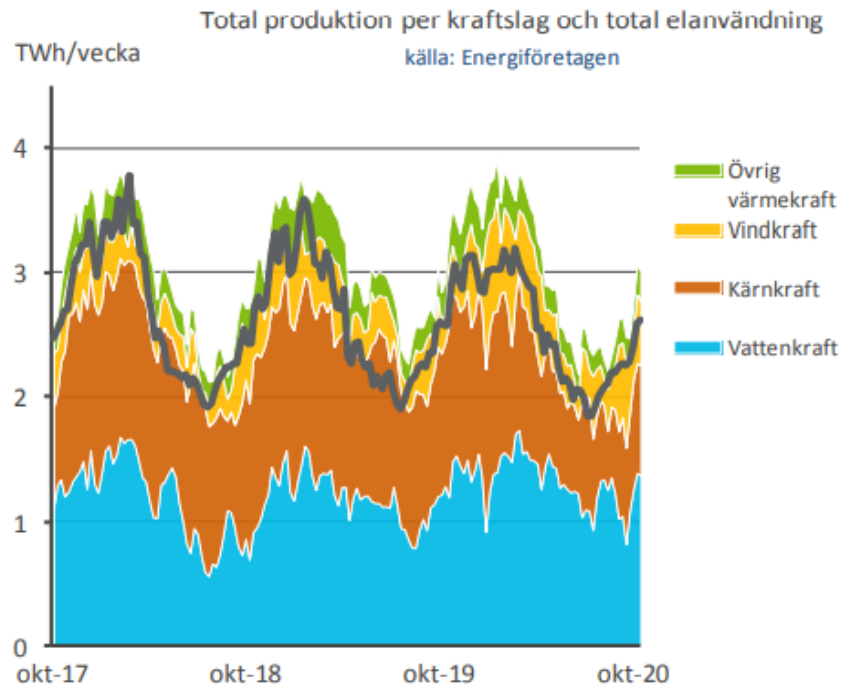


Årsvärde t.o.m. ve 43

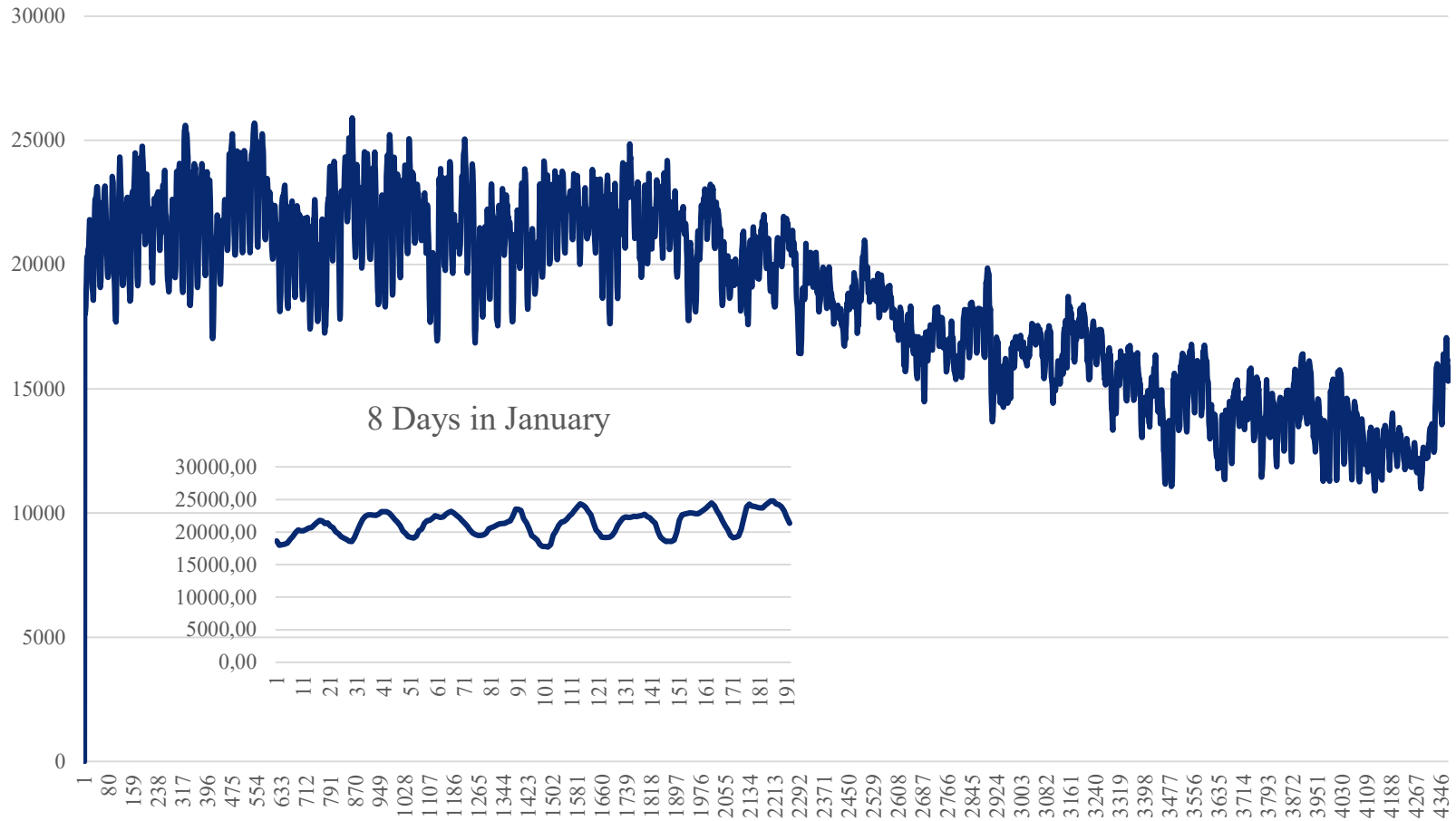
# Total produktion 2020



# Produktion och konsumtion 2017-2020

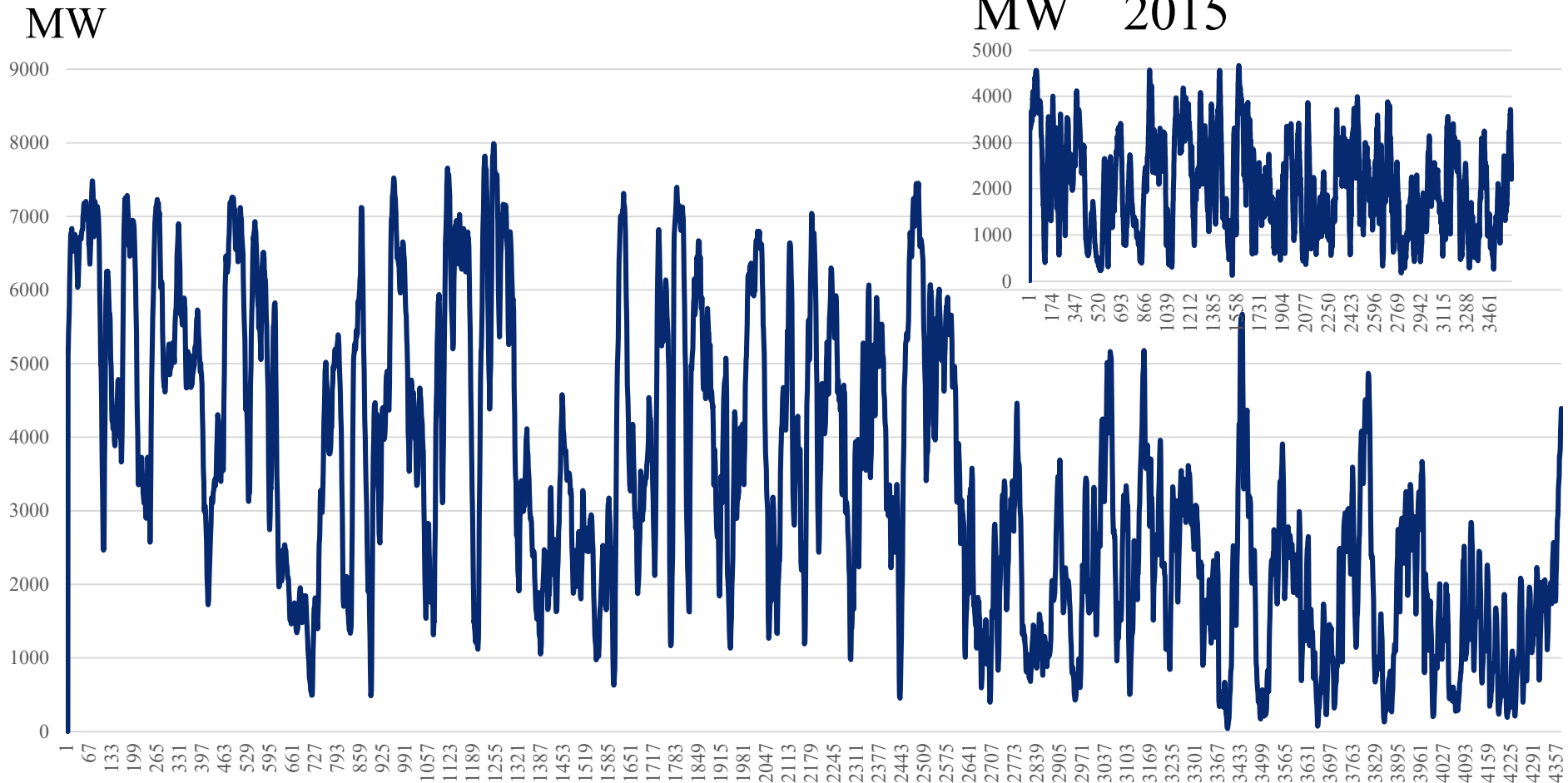


# Total produced Power in Sweden 20200101 – 20200630



# Wind Power in Sweden

## 20200101 – 20200630, max 8000

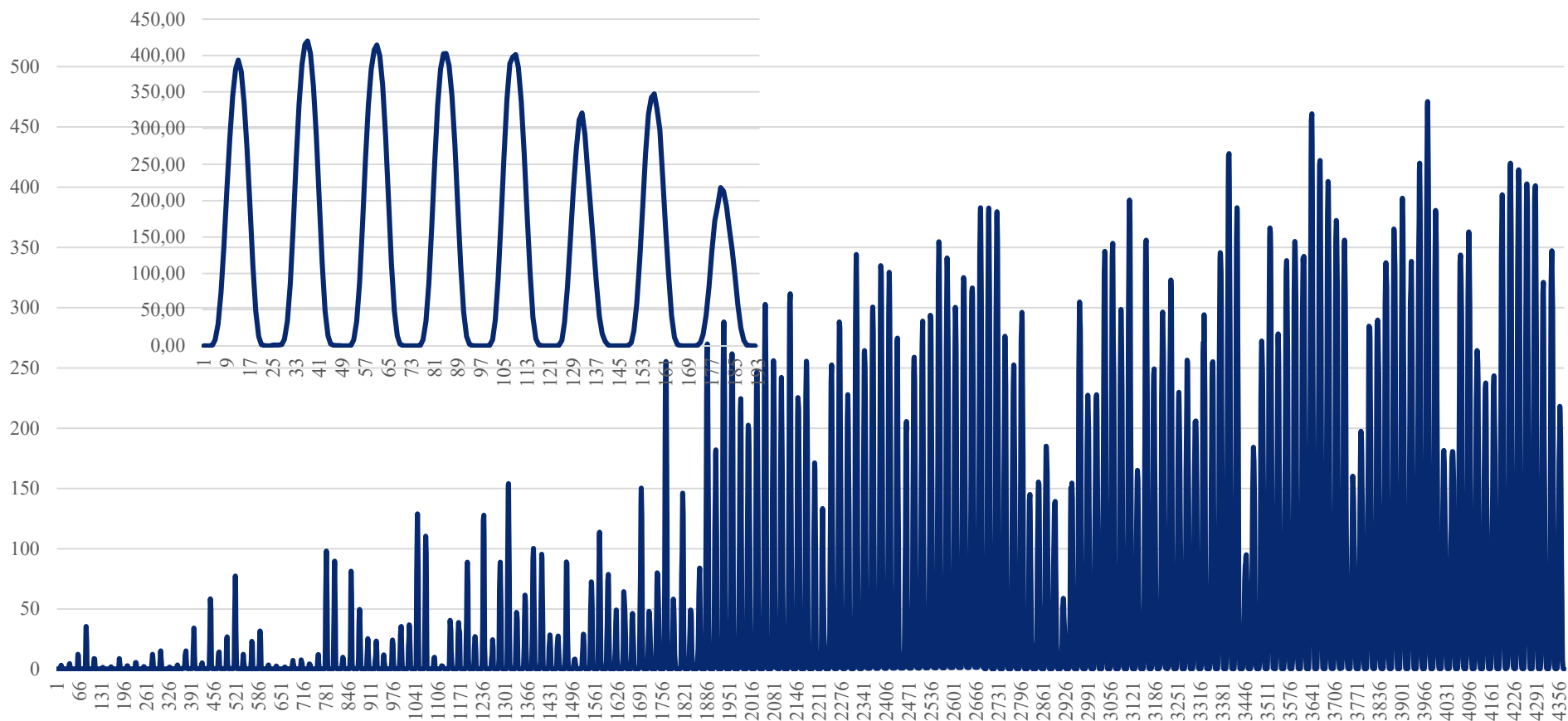


# Solar Power in Sweden

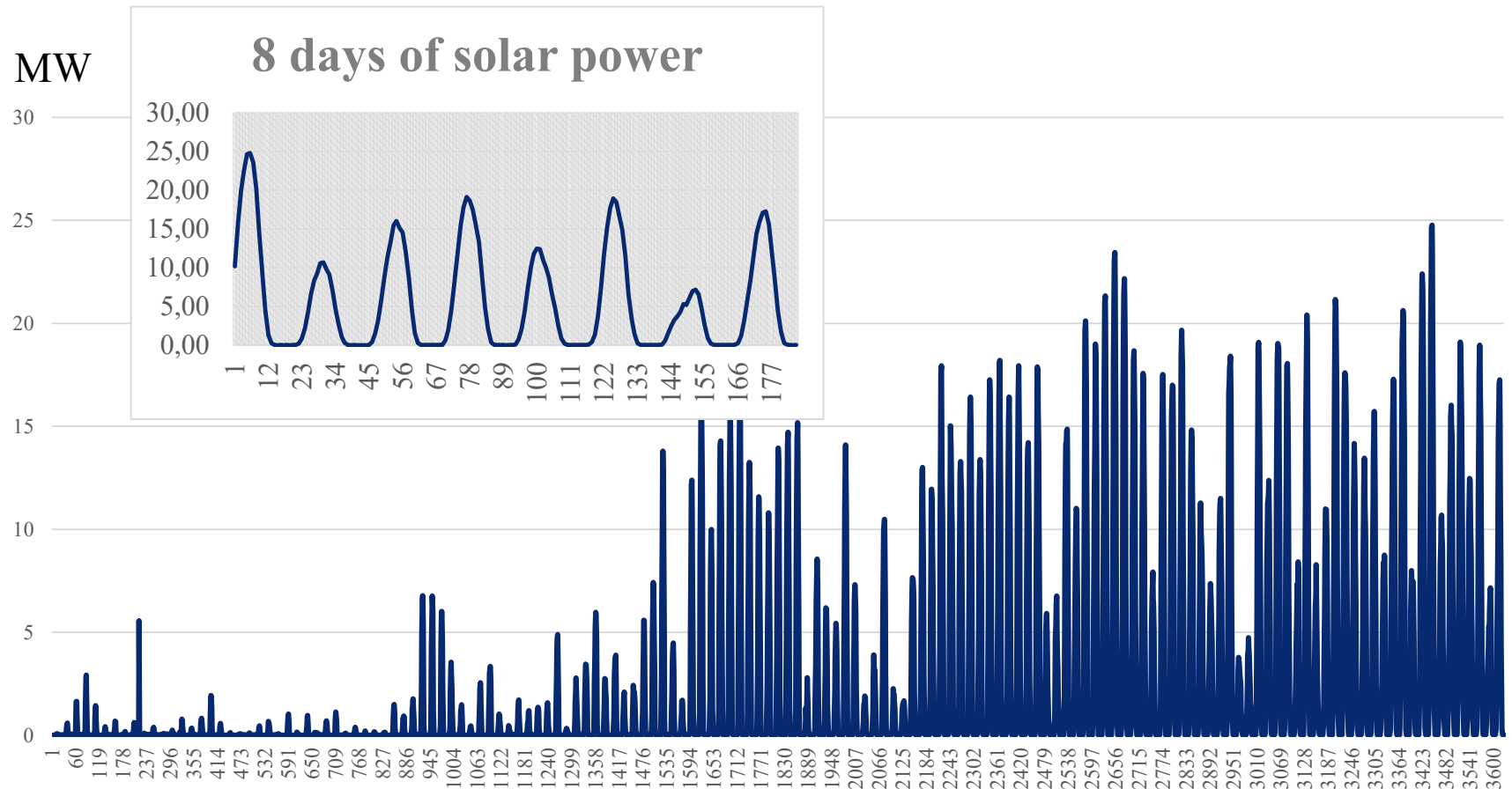
## 20200101 – 20200630, max 475

MW

Solar power last week in June -20

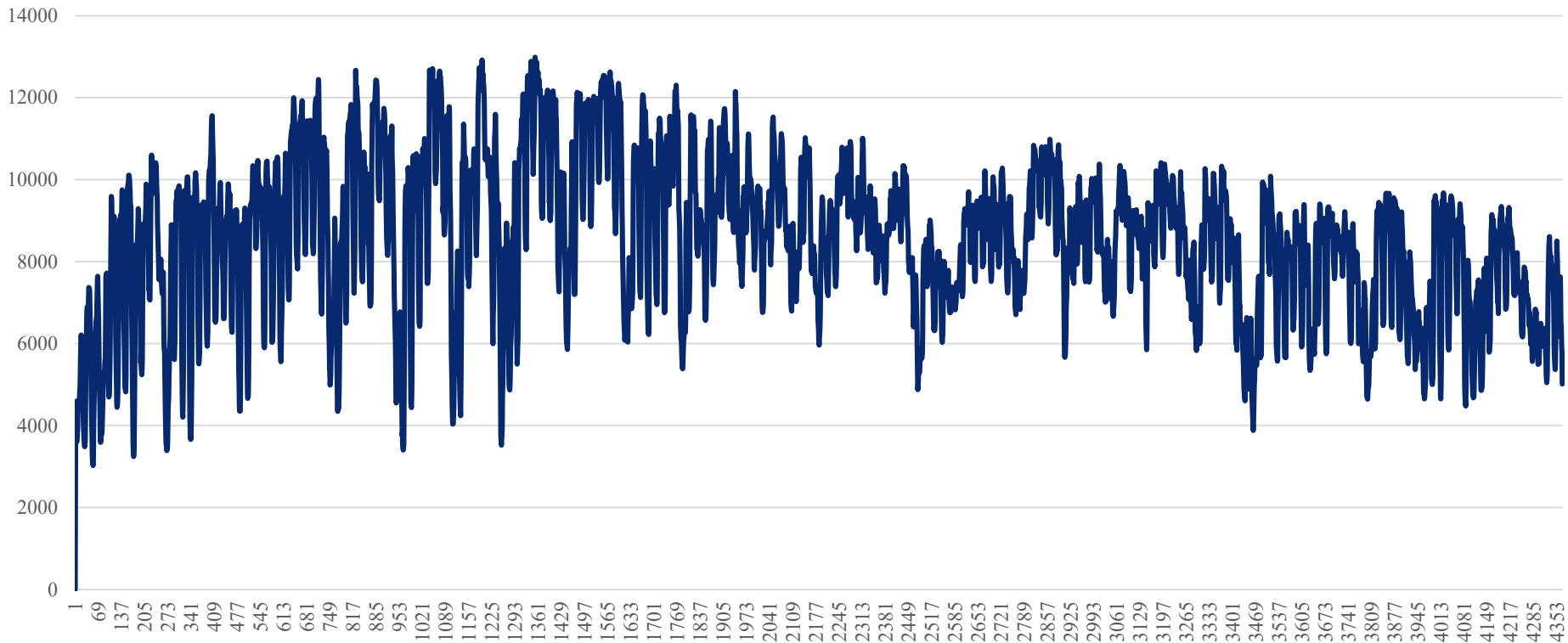


# Solar power in Sweden 20150101 - 20150531



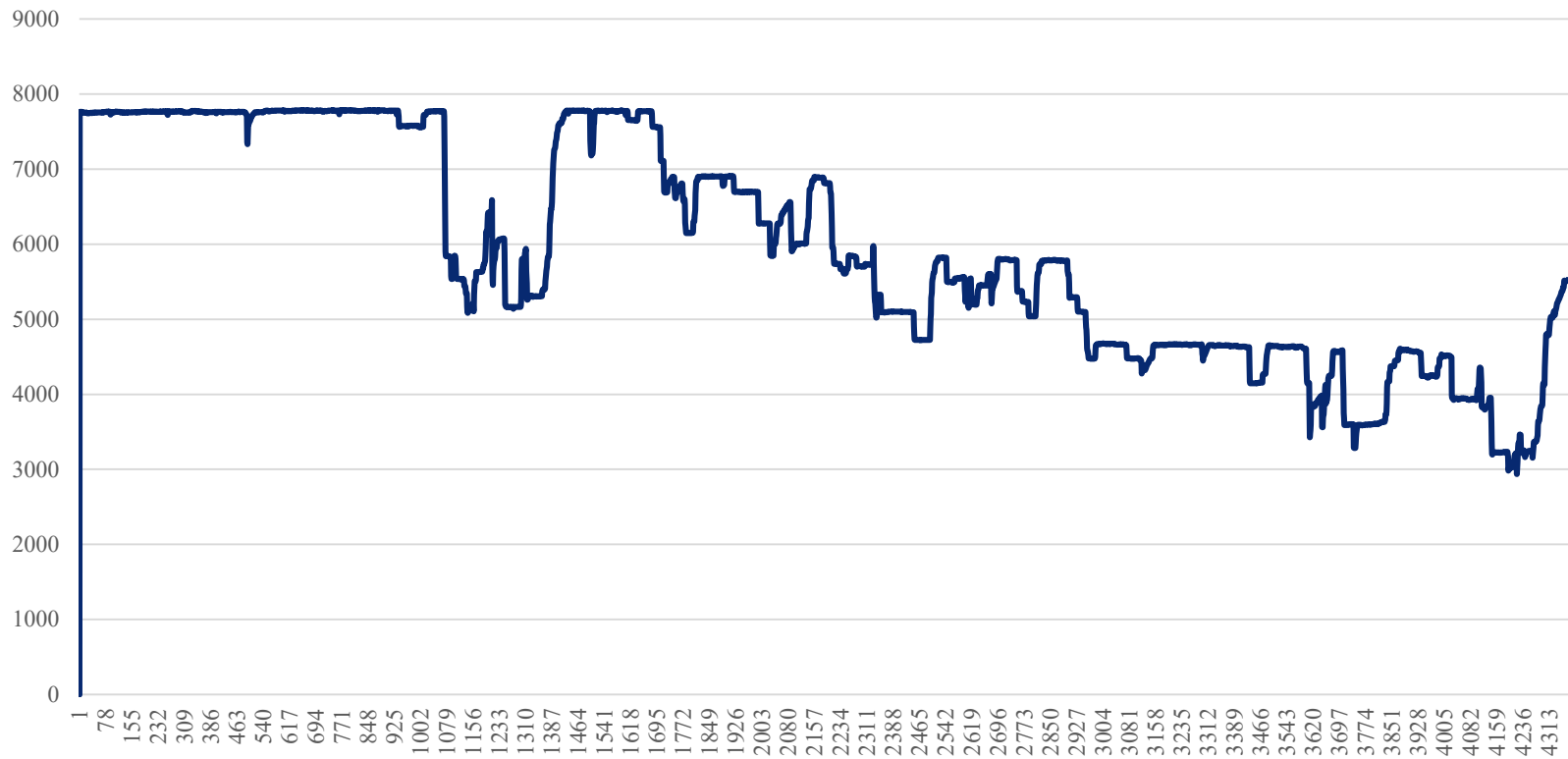
# Hydropower in Sweden 20200101 - 20200630

MW

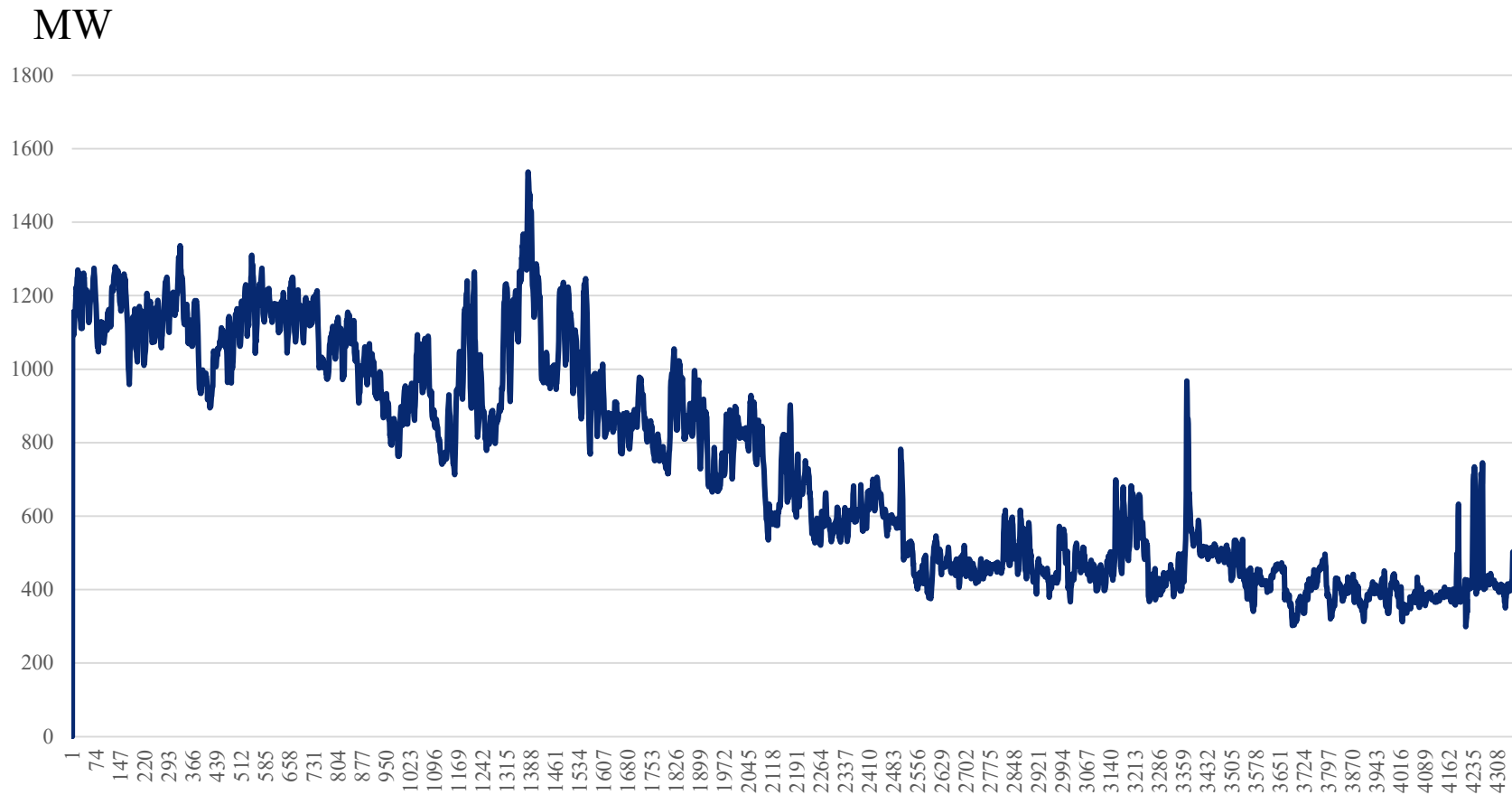


# Nuclear power in Sweden 20200101 - 20200630

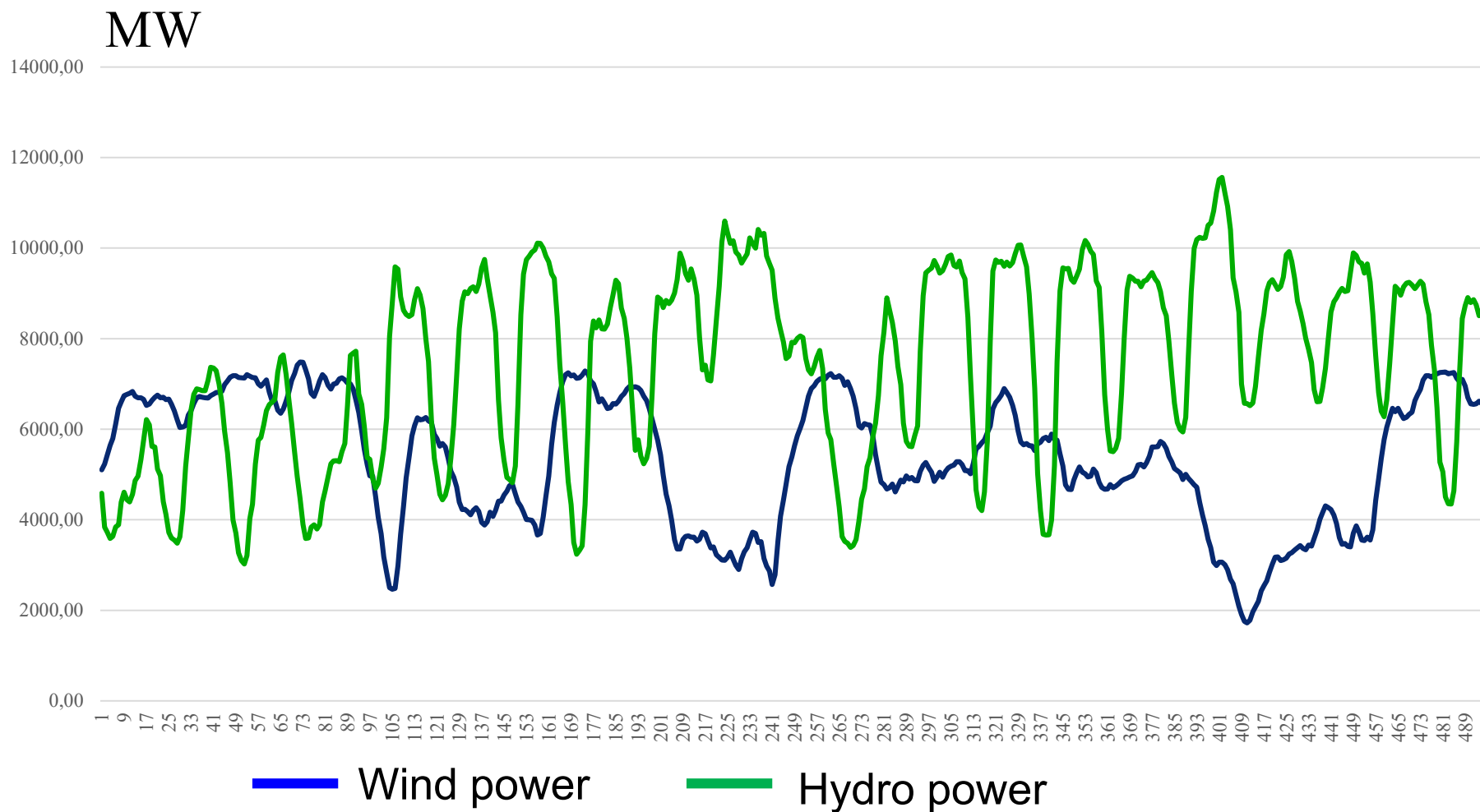
MW



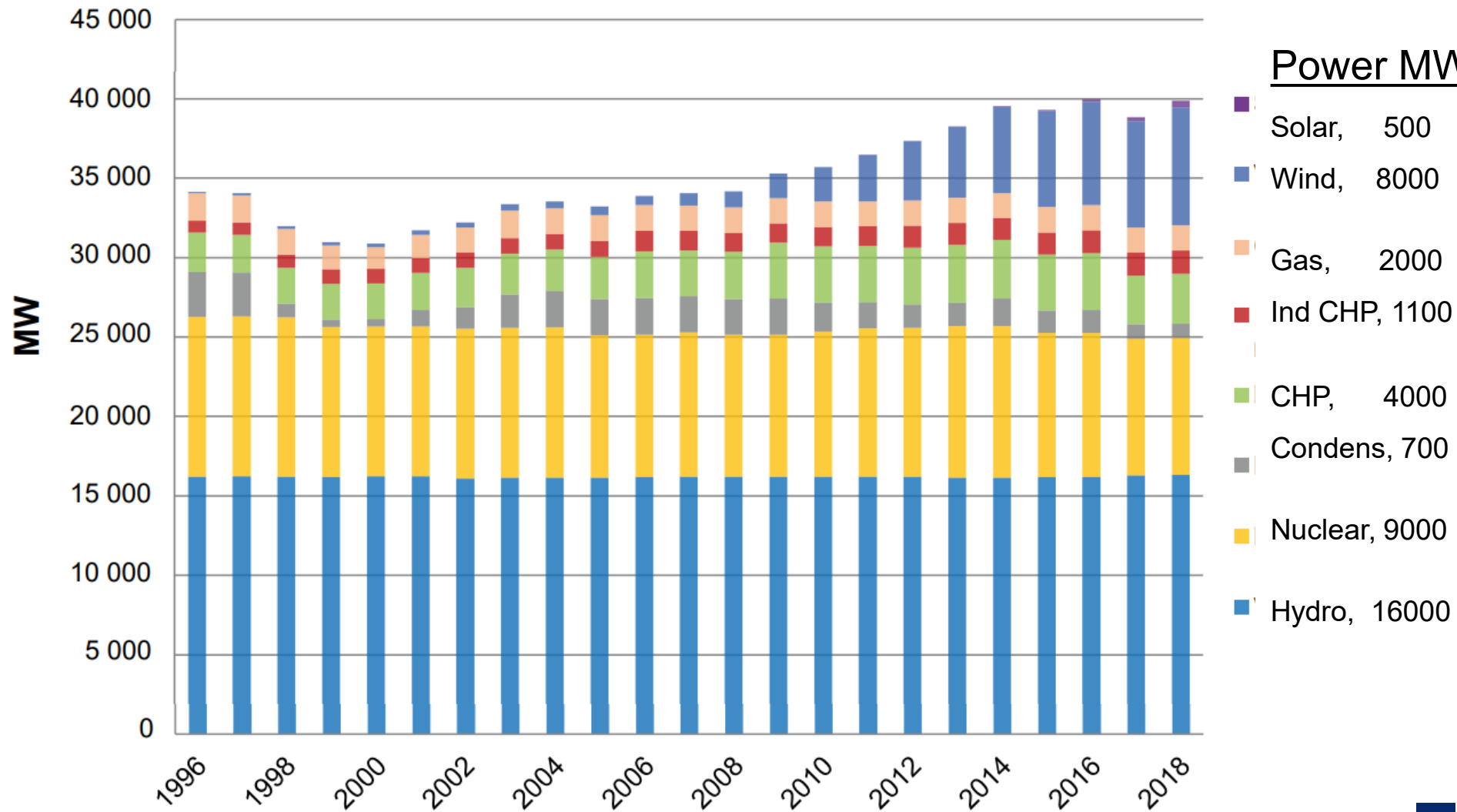
# Biomass and Waste power in Sweden 20200101 - 20200630



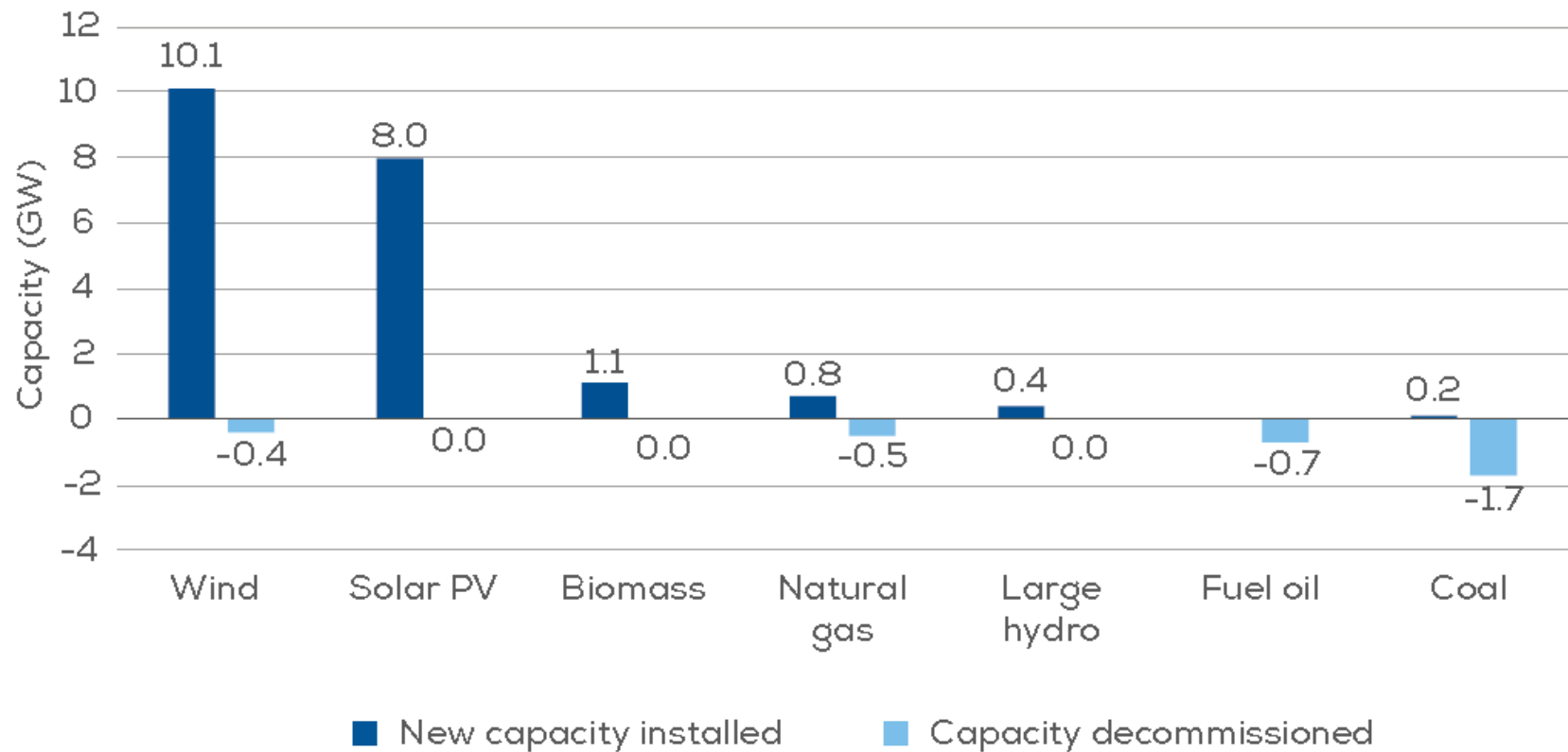
# Wind and Hydro during 21 days in January 2020



## Sweden installed electric power units from 1996 - 2018

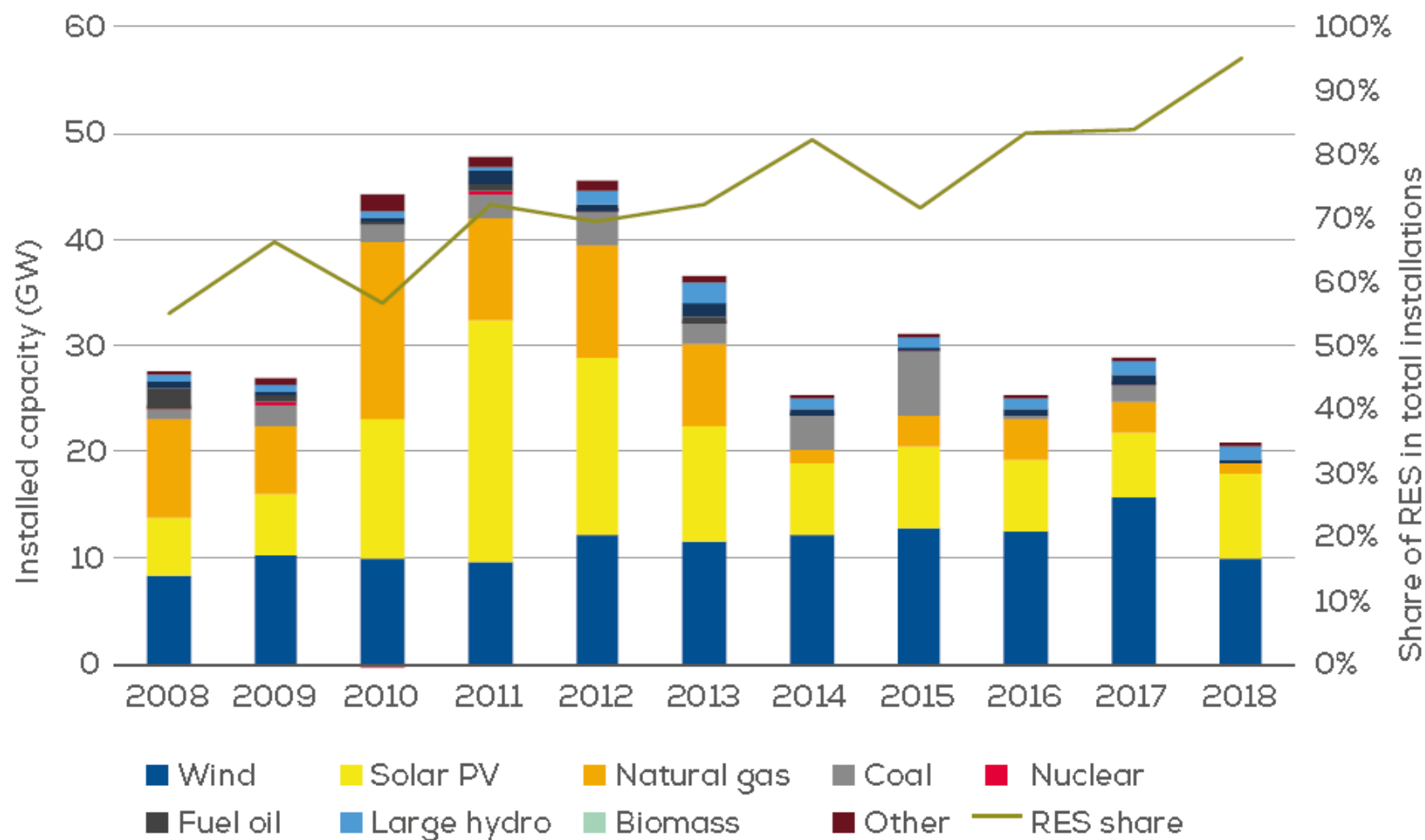


## Newly installed and decommissioned capacity in the EU-28 2018



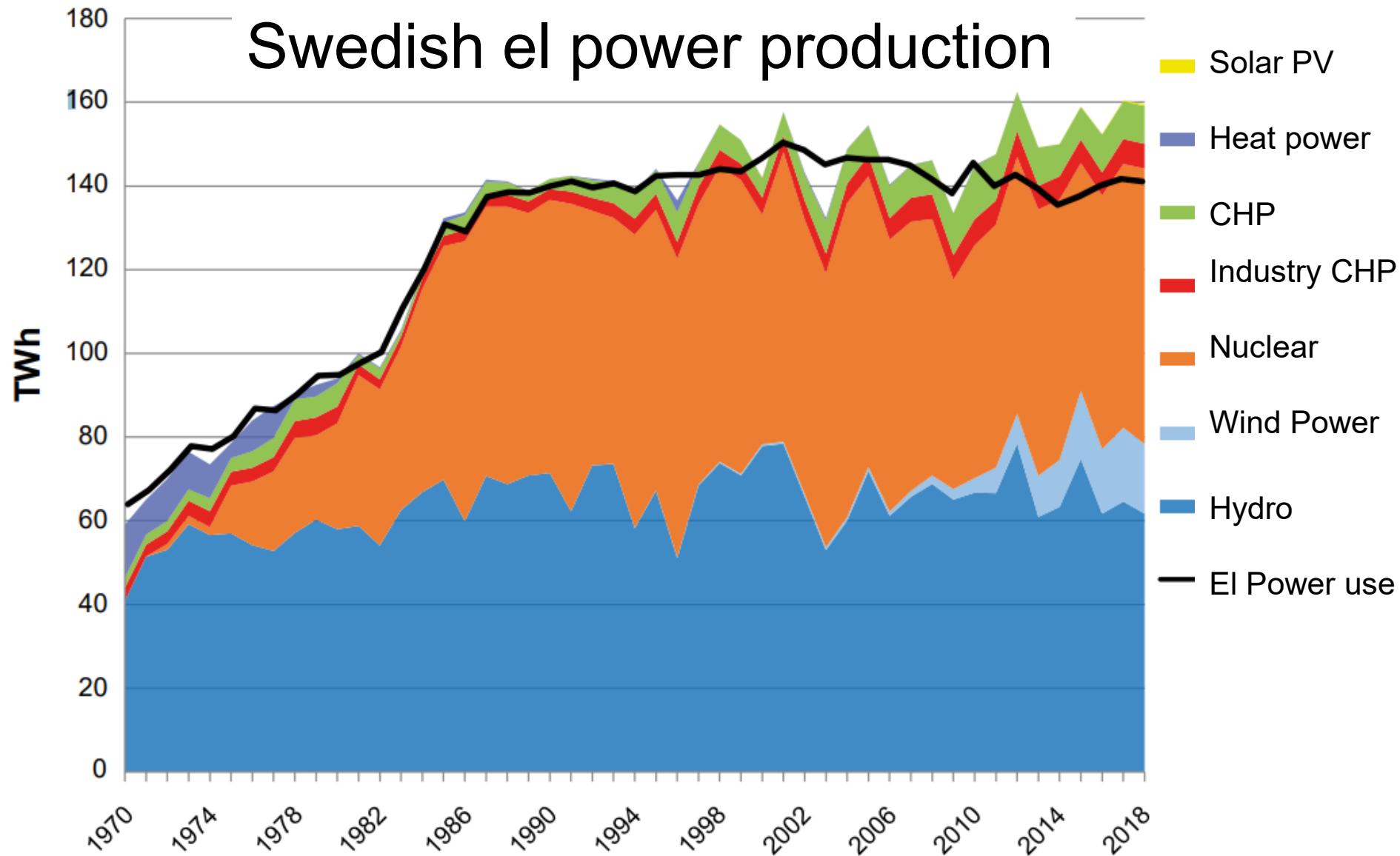
Source: Platts, SolarPowerEurope, WindEurope

## Annual installed capacity and renewable share in EU-28



Source: Platts, SolarPowerEurope, WindEurope

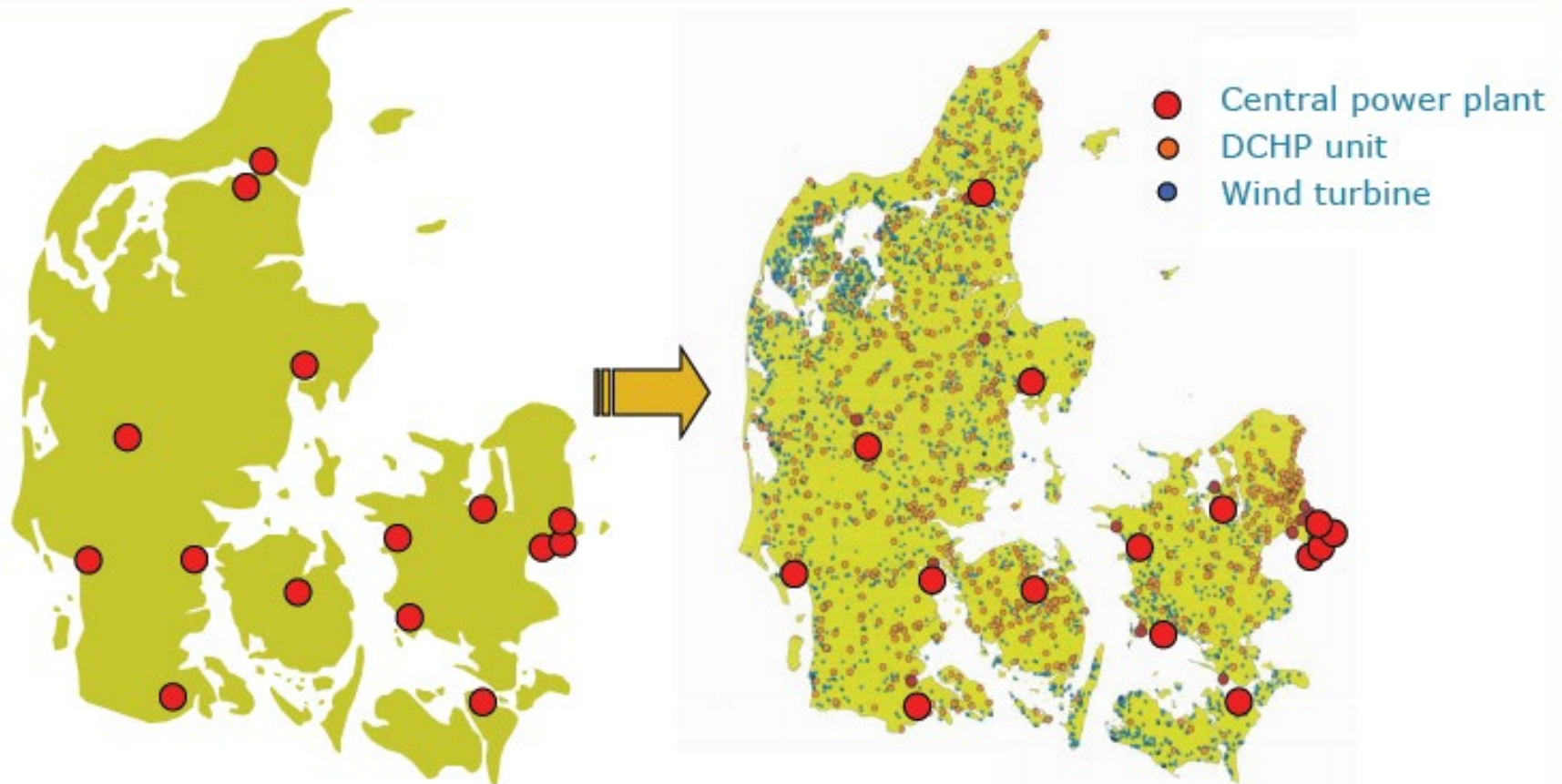
# Swedish el power production



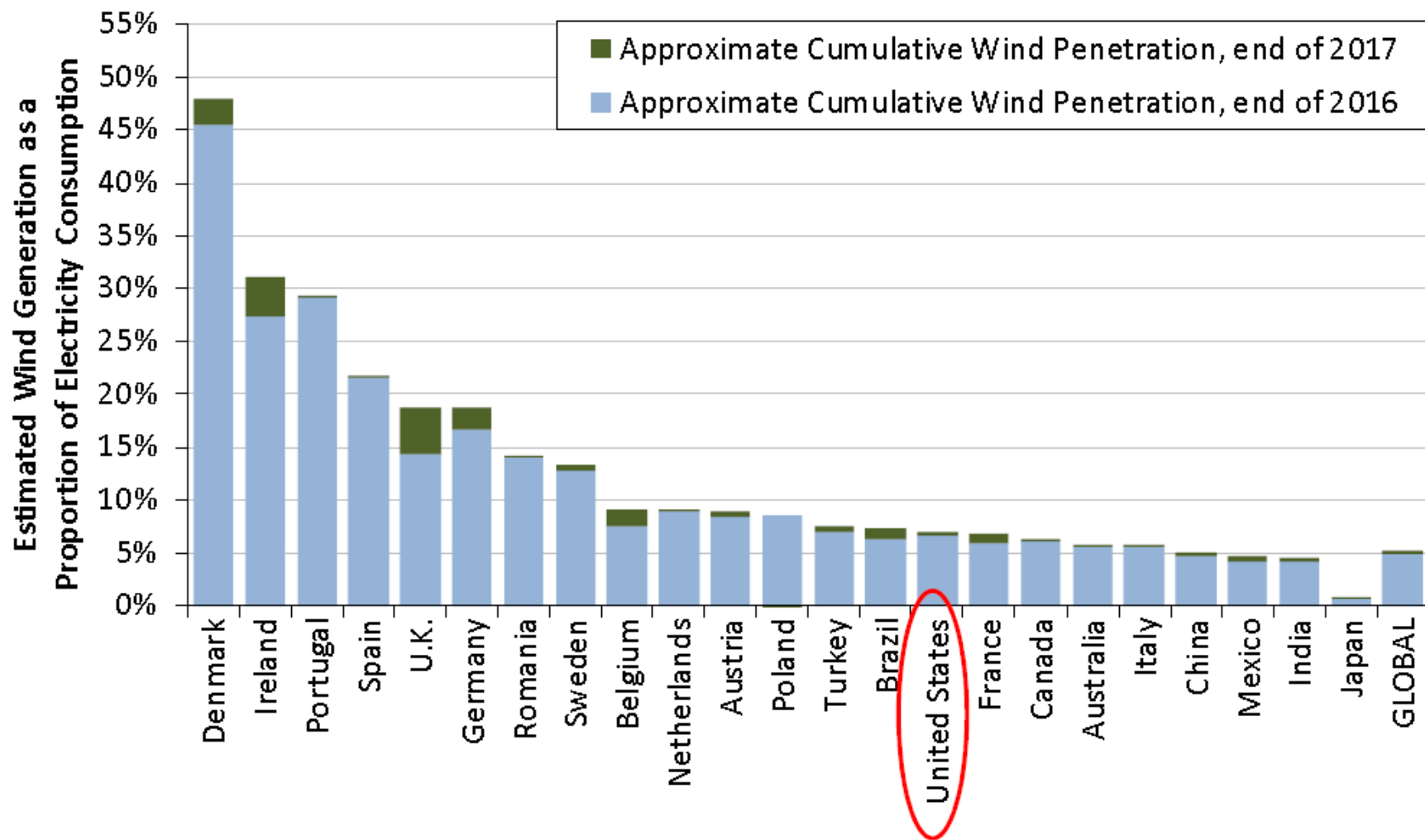
## Development from the late 1980s to present

Primary Generation

Local Generation

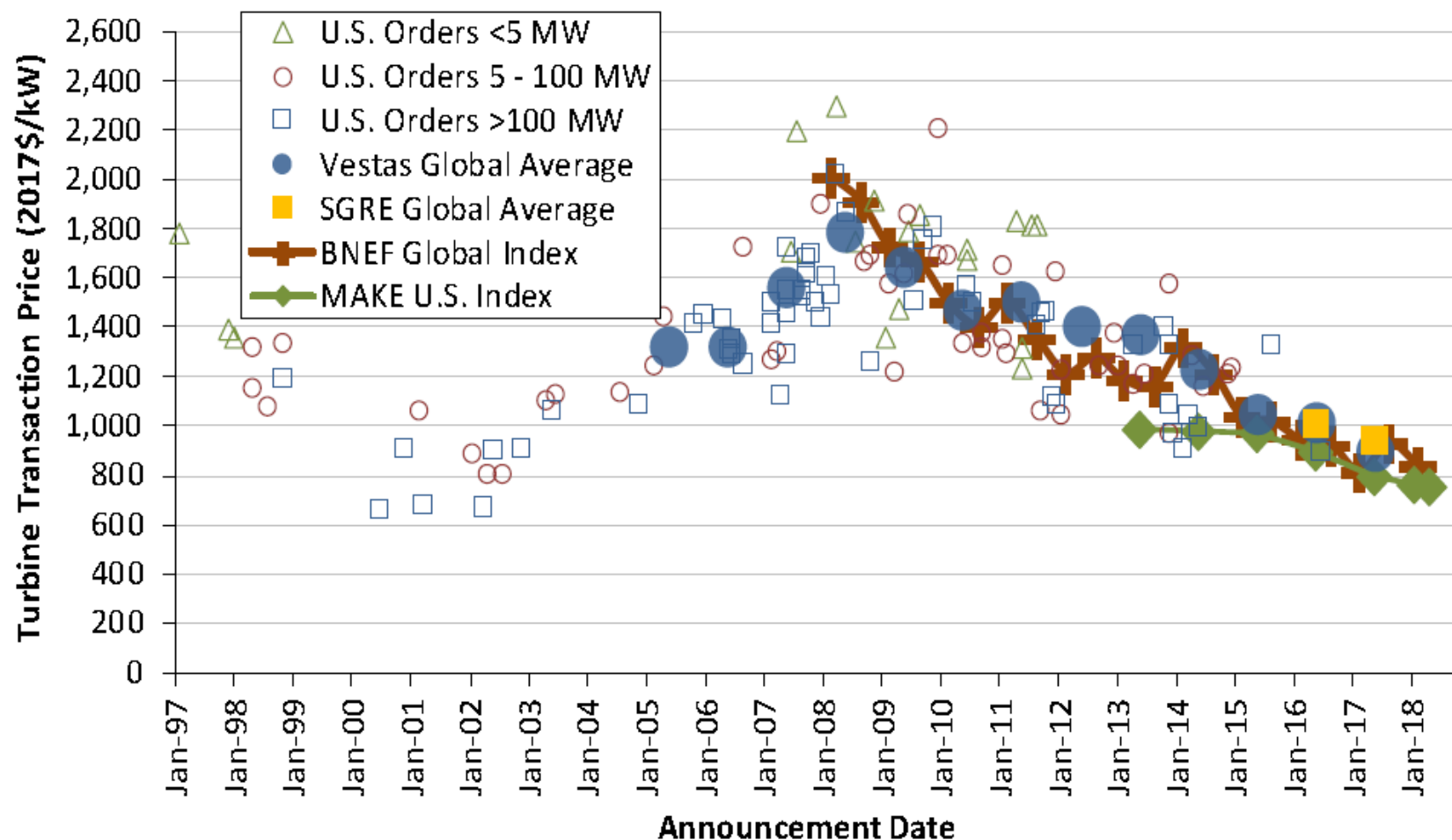


# The United States is Lagging Other Countries in Wind as a Percentage of Electricity Consumption



Note: Figure only includes the countries with the most installed wind power capacity at the end of 2017

# Wind Turbine Prices Remained Well Below the Levels Seen a Decade Ago



- Recent turbine orders in the range of \$750-950/kW