



Energisystem och energiförsörjning i framtiden, vindkraftens roll

Antoine Baudoin

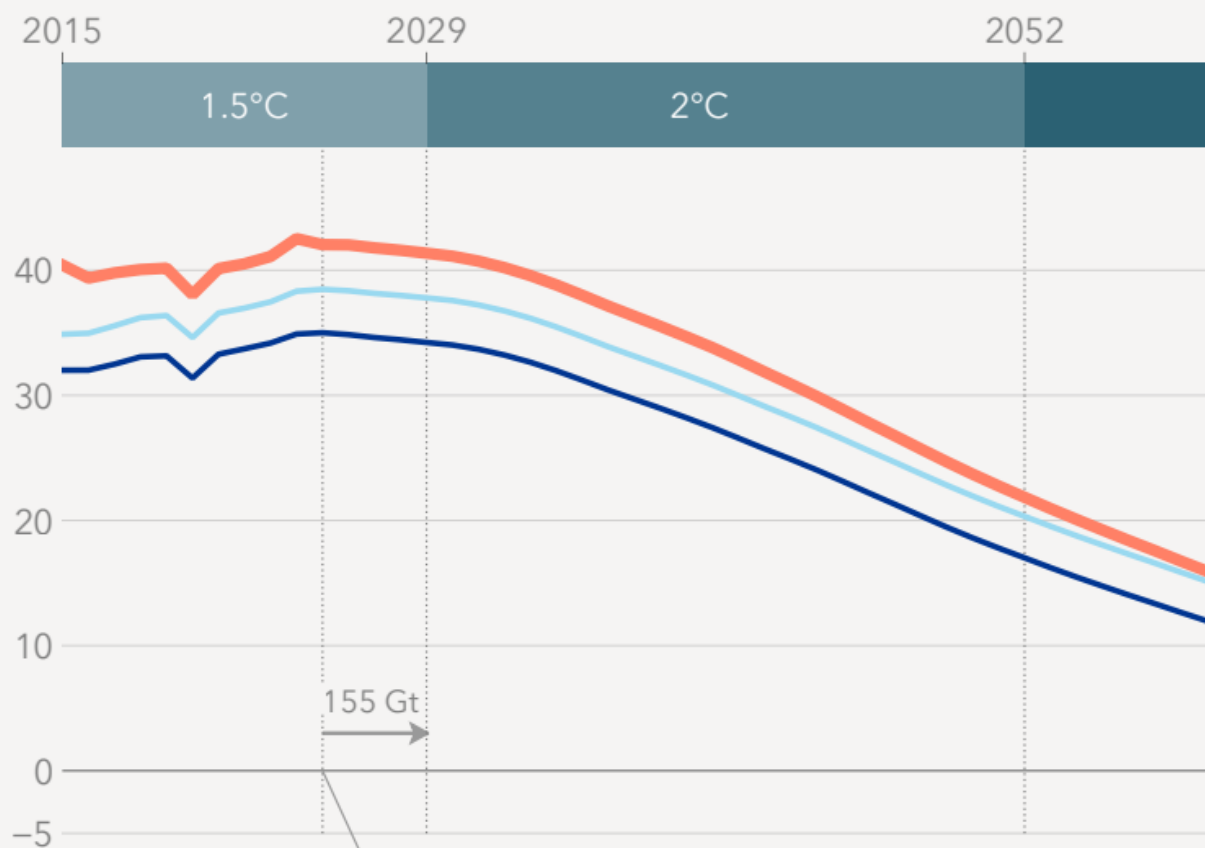
Energi sakkunnig, Klimat och Juridik avdelning,
Rikskansliet



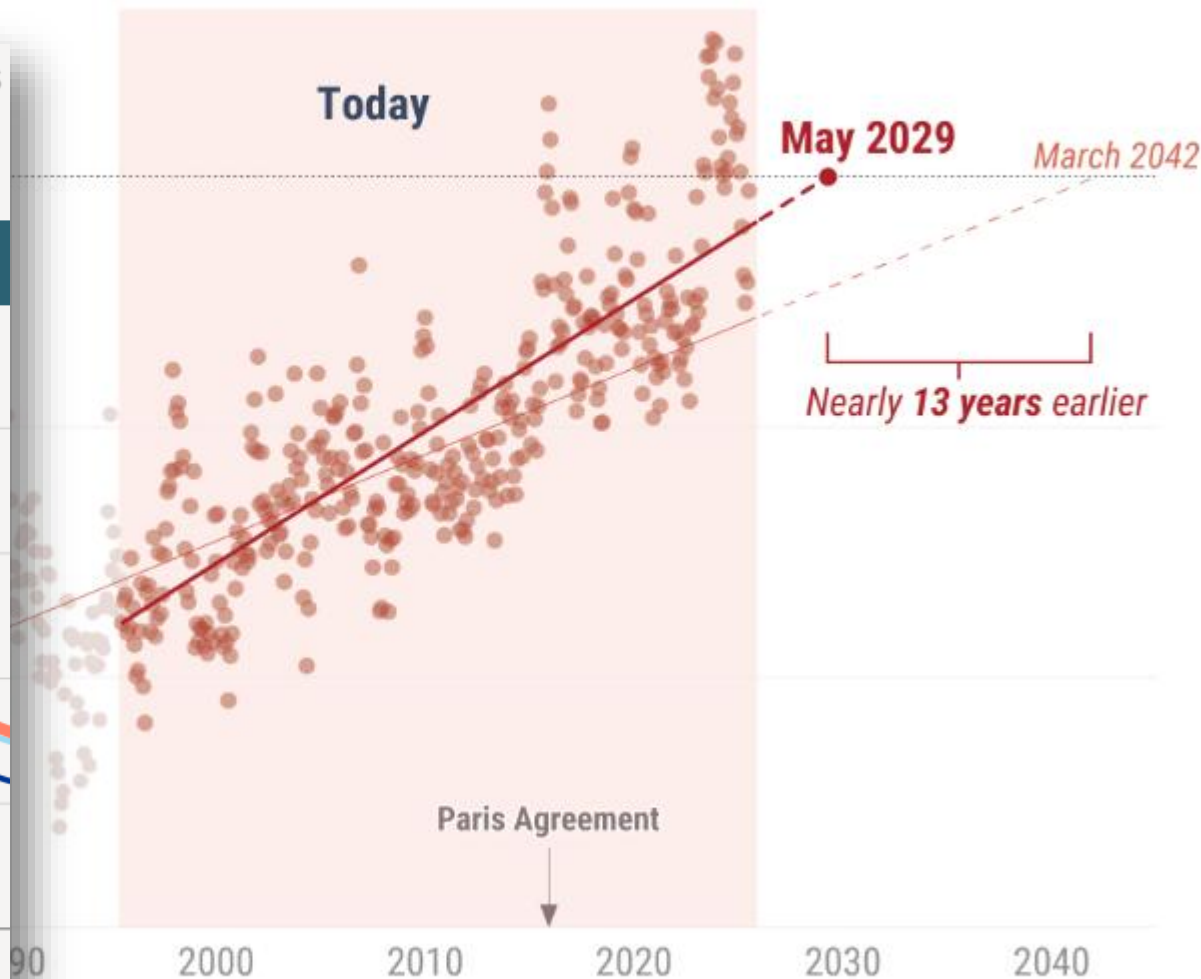
How close are we to a global warming of 1.5°C?

Global monthly temperature increase above 1850–1900 pre-industrial level (dots) and 30-year trend (solid line) extended into the future (dashed line).

World CO₂ emissions (GtCO₂) and associated carbon budgets



From the start of 2025, only 155 Gt of the 1.5°C budget remains

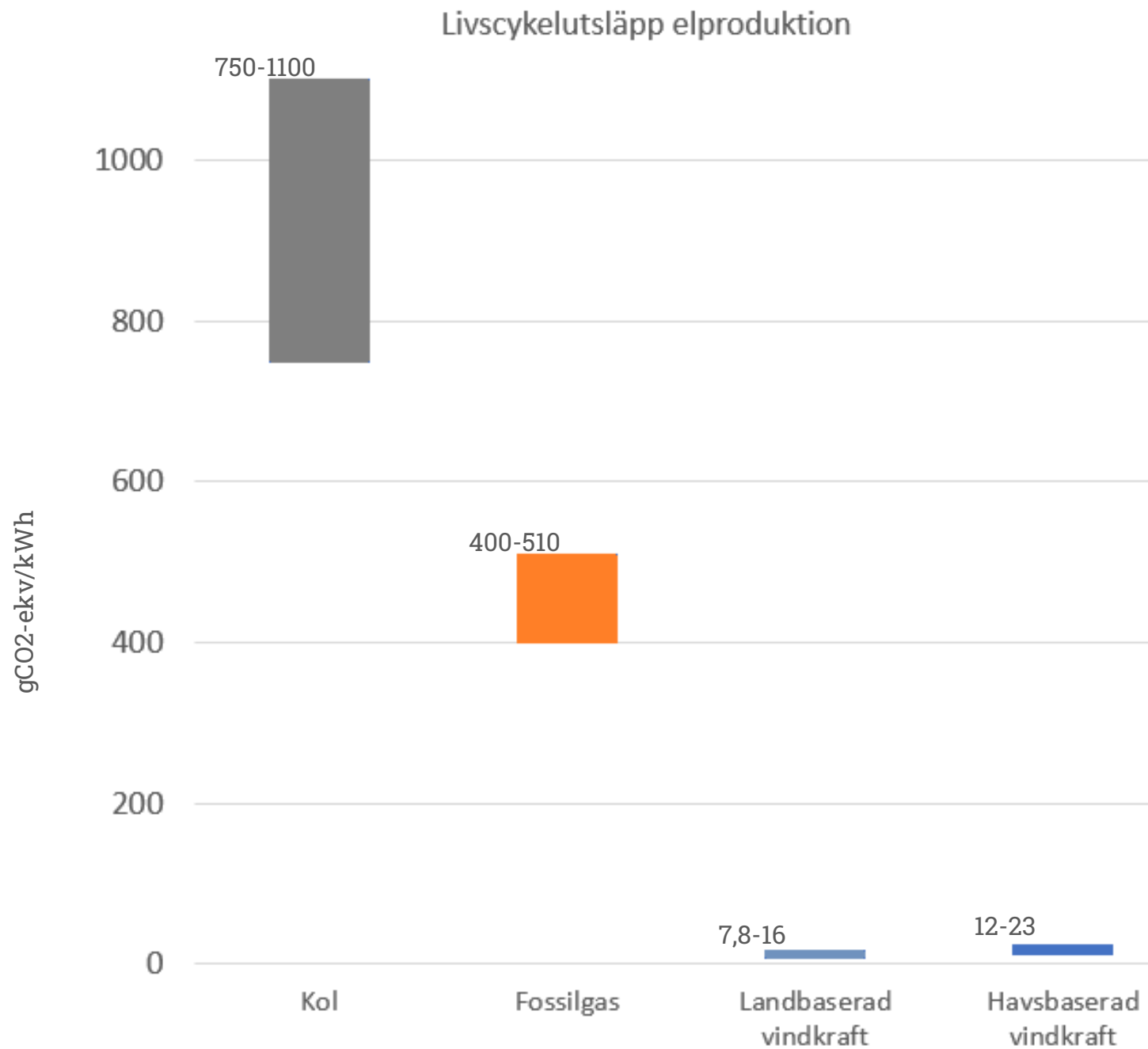


15 • Reference period: pre-industrial (1850–1900) • Credit: C3S/ECMWF



Vindkraft – för klimatets skull

Vindkraften är en av de energitekniker som har allra lägst utsläpp per kilowattimma

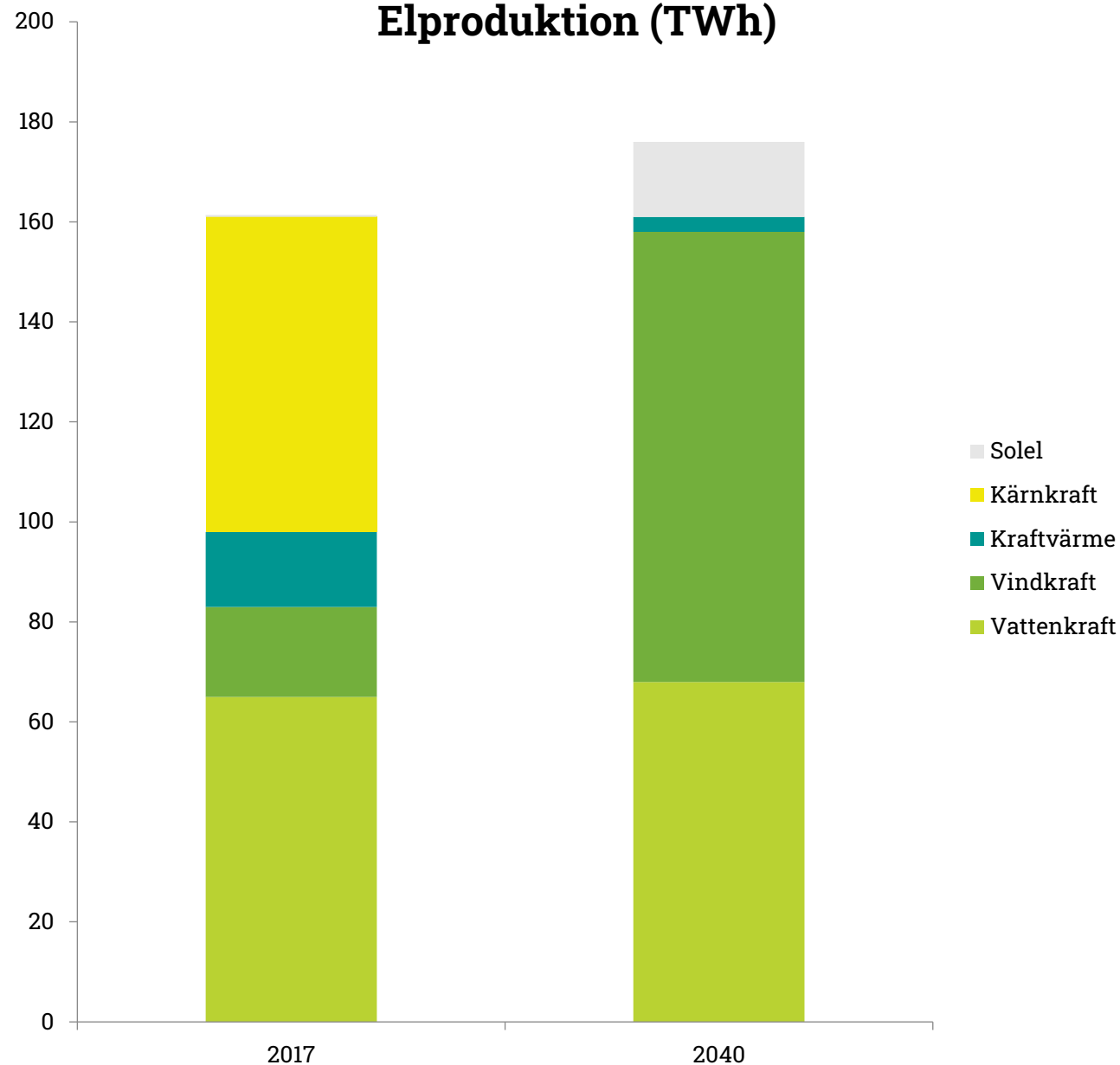




Andra scenarier

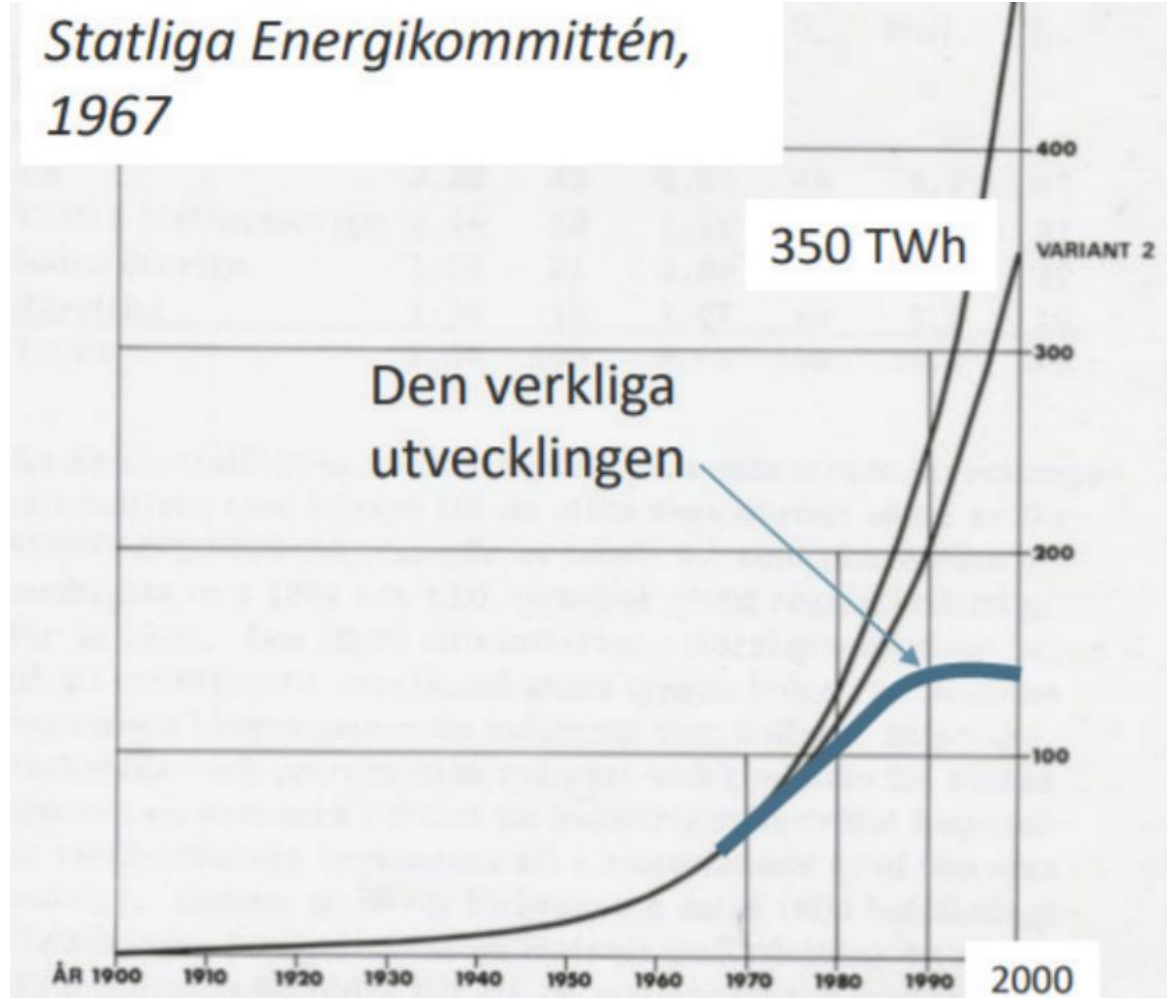
- [SVK](#): 103-234 TWh (2045)
- [Energimyndigheten](#): 96-196 TWh (2045)
- [Energiforsk](#): ca. 50-140 TWh (2035)

Elproduktion (TWh)





- "Kommer elen att räcka till?"
 - ...till vad?
 - ...till vilket pris?
 - När?
 - Var?
- [Wh] Energi
- [W] Effekt

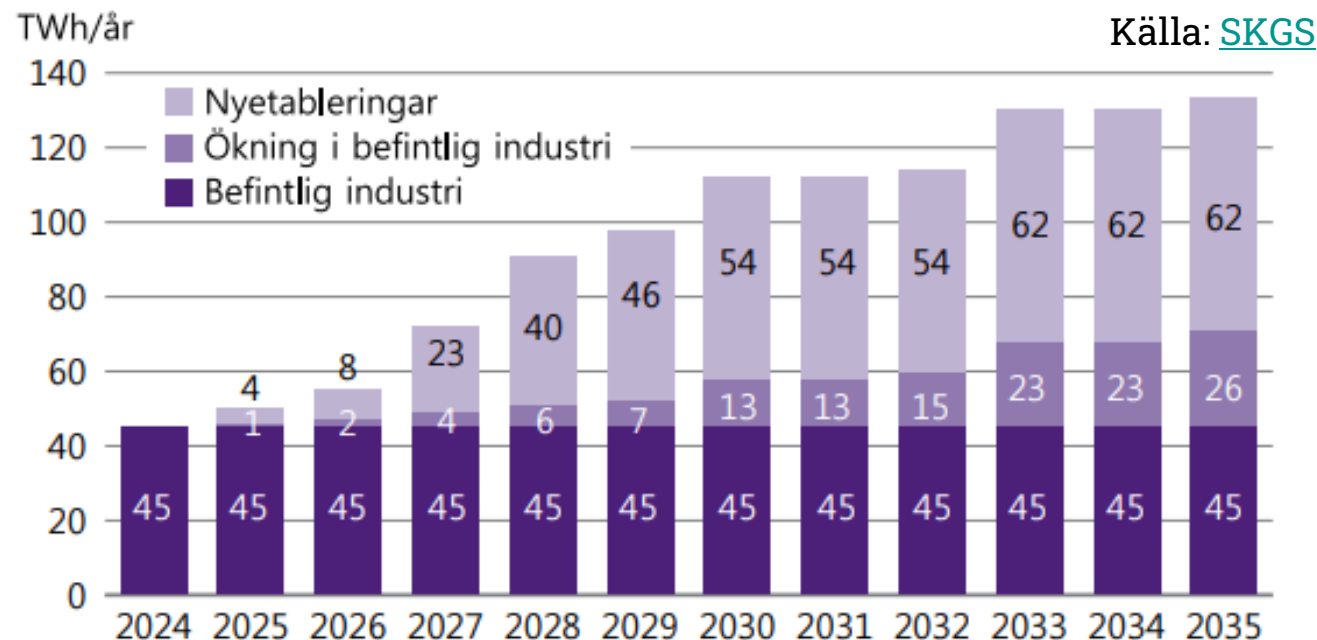


- Prognoser (kortsiktig) ≠ Scenarier (osäkra och baserade på antagande)

~~"Vi behöver minst fördubbla elproduktion för att klara av omställningen"~~



- Ny industrialisering vs. Omställning av befintlig industri
- De riktigt stora bitarna i pusslet
 - Stål
 - Vätgas
 - Skogsindustrin (72 TWh energi, varav 18 TWh el)



Elproduktion i Norrbotten och Västerbotten, vind- och vattenkraft år 2020	TWh
Norrbotten vattenkraft	15,3 TWh
Norrbotten vindkraft	3,3 TWh
Västerbotten vattenkraft	14,2 TWh
Västerbotten vindkraft	2,5 TWh
Totalt	37 TWh

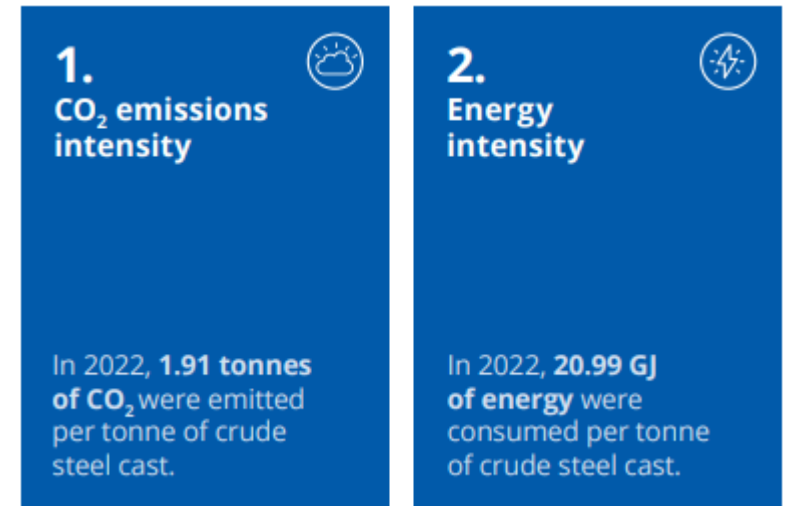
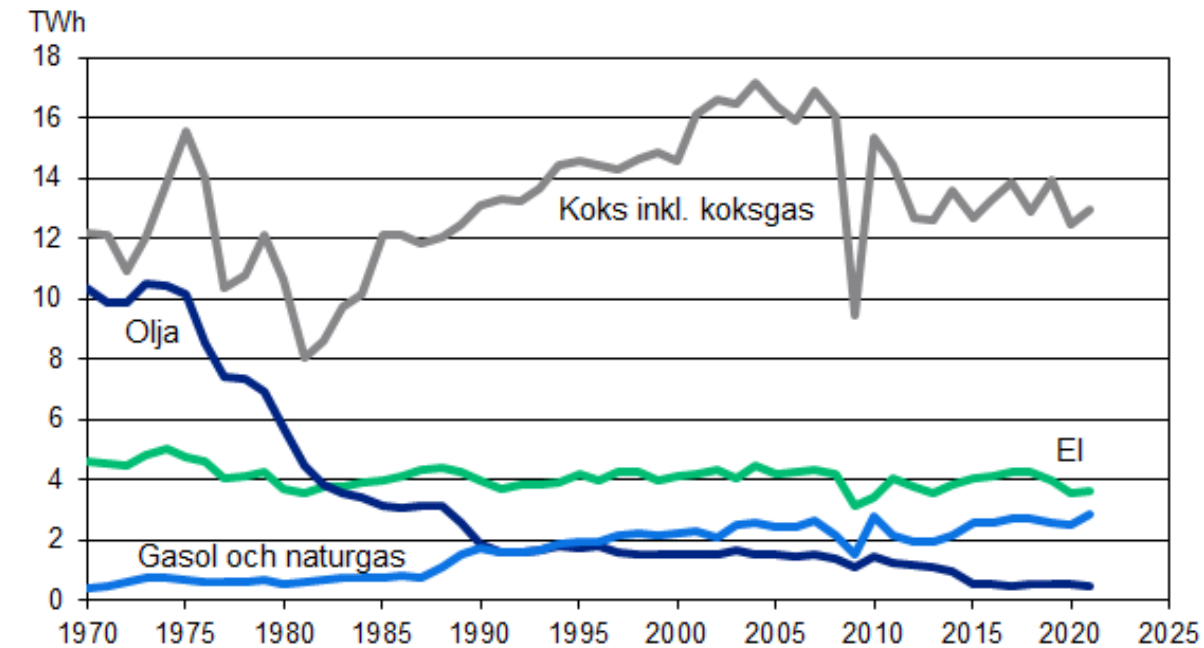
Energibehov, största satsningarna i norr (fullt utbyggda)	TWh
LKAB vätgasbaserad ståltillverkning	70 TWh
Stegra	15-16 TWh
SSAB	3 TWh
Northvolt	2-4 TWh
Fertiberia	5 TWh
Totalt	95-98 TWh

Observera att i dessa beräkningar ingår inte LKABs ReeMAP, Talgas fabrik för grafitförädling till batteriindustrin, eller de gruvor som är aktuella i norr. Samhällets övriga energibehov ingår inte heller. Northvolts beräkning är gjord på den ursprungliga planen med full kapacitet, och har inte tagit hänsyn till de förändringar som skedde hösten 2024 med konkurser inom bolaget. Beräkningar från boken *Norrskan - Drömmen om den gröna industrin* av Arne Müller.



Ståltillverkning

- Råstålsproduktion 2023: 4,3 Mton (2023)
- Energianvändning 2021: drygt 20 TWh (2021)
- 5,7 Mton koldioxid (2022, enligt statistik från EU:s utsläppshandel)
- I Sverige: >300 kg stål per person

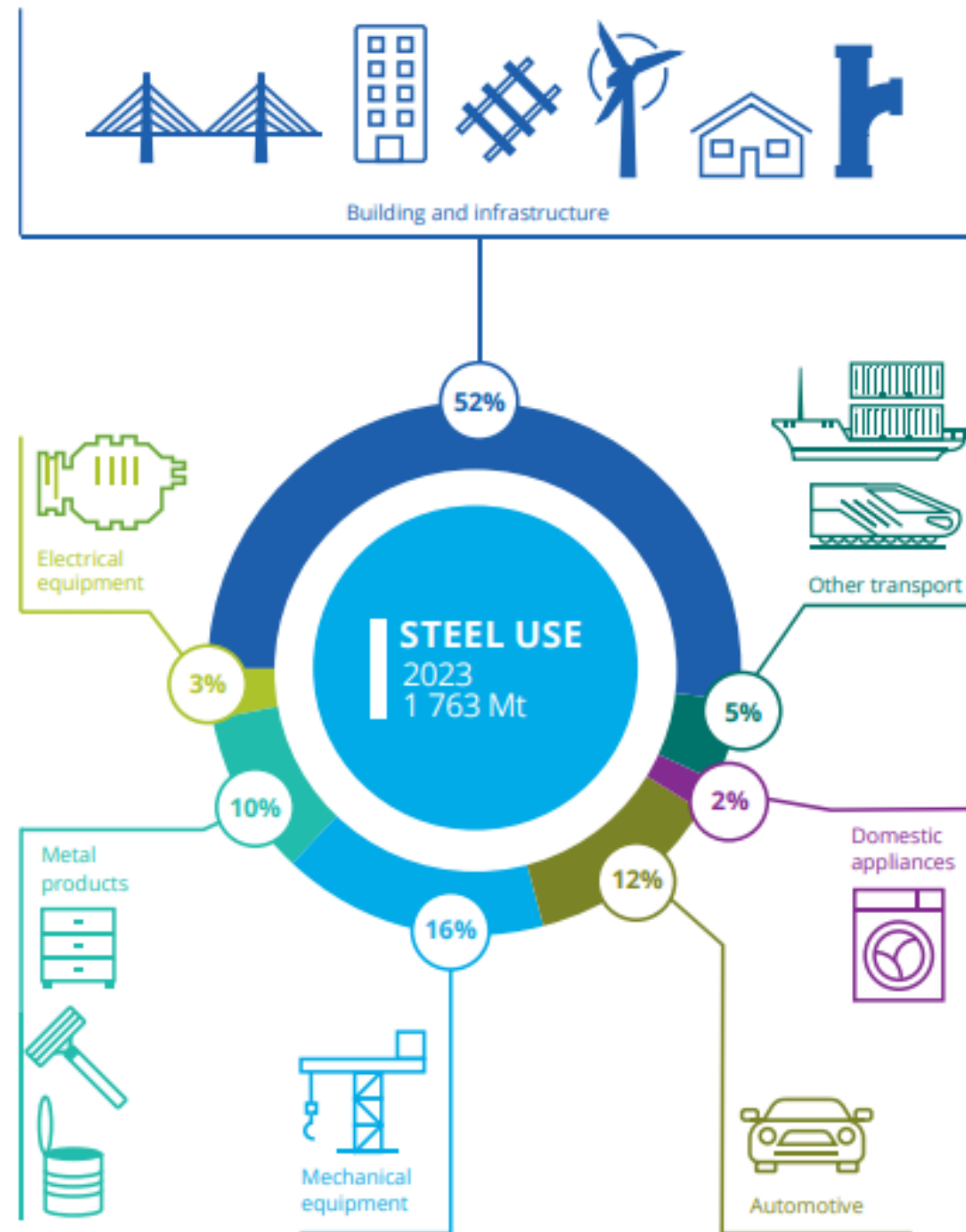




Ståltillverkning

- Setgra: 5 Mton stål till 2030
- HYBRIT: 25 Mton järnsvamp (5 Mton i Gällivare till 2030)

Hur mycket stål behöver vi?





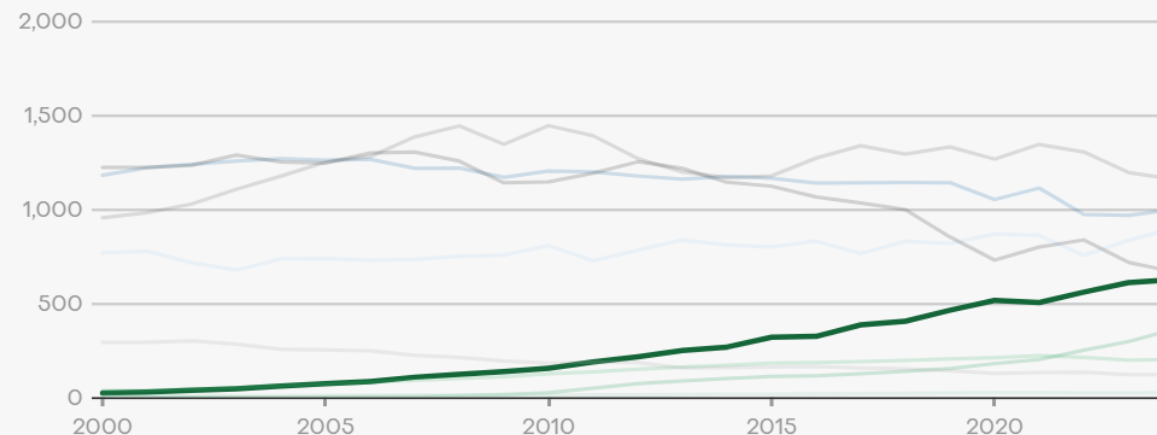
Vindkraft – en snabb utveckling

- Stark **ökning** av elproduktion från vind under 2 senaste decennier
- I Sverige vad **vindkraft störst i december 2024** med 5,5 TWh (40,8 TWh under 2024)
- Landbaserad nybyggnation i Sverige ligger mellan 37-39% i **kapacitetsfaktor**

Europe electricity generation by source

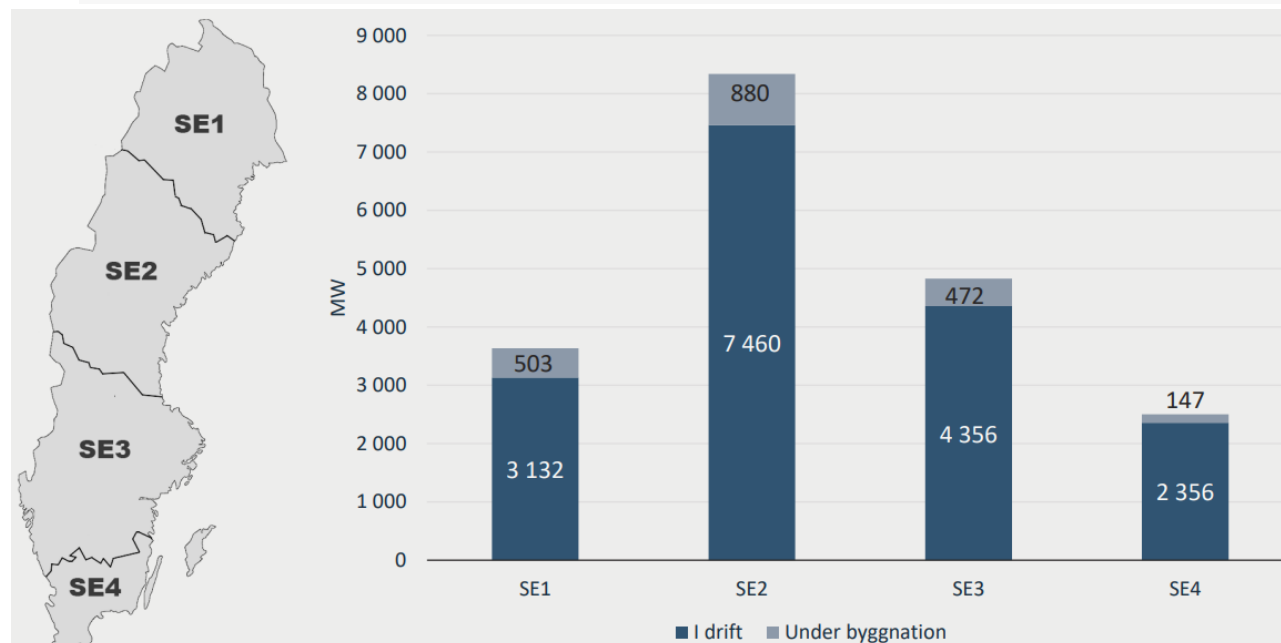
Terawatt hours

Wind Solar Bioenergy Other Renewables Hydro Nuclear
Other Fossil Gas Coal



Source: Ember Electricity Data Explorer, ember-energy.org

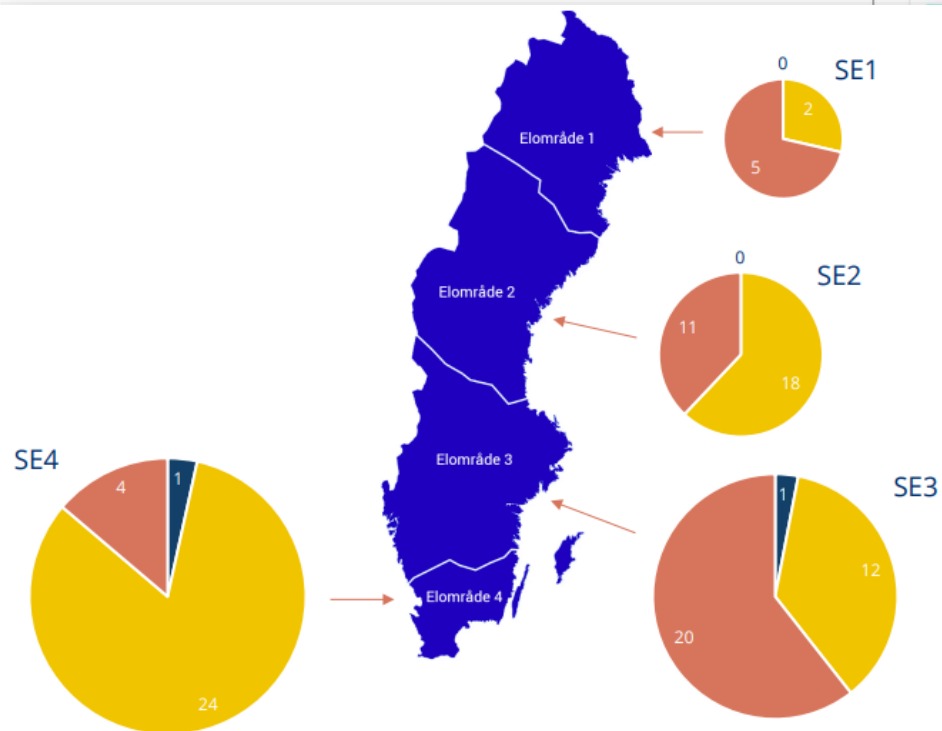
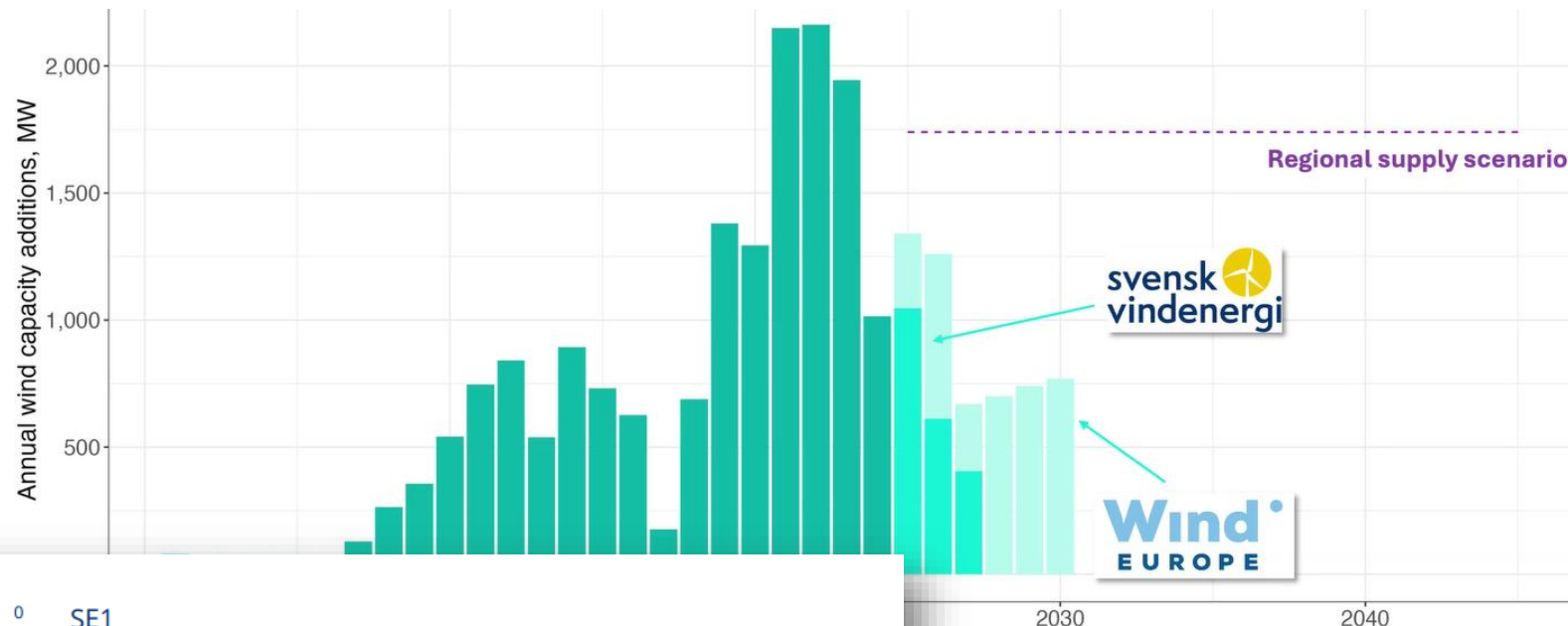
EMBER





- **Andra trender:**

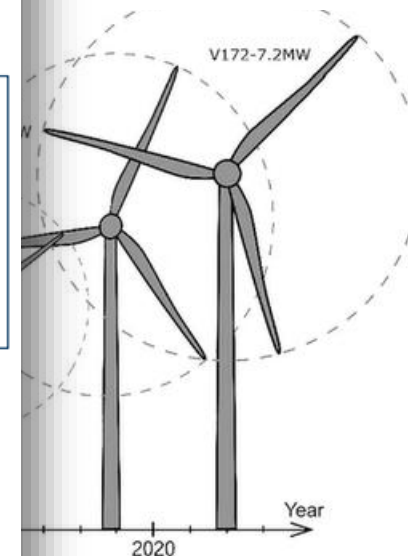
- Turbinerna fortsätter växa
- Utbyggnaden har saktats av



Totalt* 98 Gigawatt (GW) havsbaserad vindkraft under utveckling

- Tillståndsgivet i GW (totalt 2 GW)
- Tillståndsprövas i GW (totalt 56 GW)
- Samråd i GW (totalt 40 GW)

*Därtill finns drygt 39 GW i tidigt skede



Vestas onshore turbine evolution

(Source)



Vindkraftens negativa påverkan:

- Globalt: resursanvändning, mineralbehov, mm
- Fåglar dör i kollisioner
- Renar och andra däggdjur skräms
- Kan orsaka dödsfall bland känsliga arter – t ex Östersjötummlare
- Djur förlorar sina habitat
- Viktiga naturområden fragmenteras





- Risk för **kollisioner** med fåglar och flädermöss och roterande bladen
- Viktigt med tillräcklig **skyddsavstånd**
- Tillfällig avstängning när risken är för hög kan minska dödlighet ("bat mode")
- 0,4 döda fåglar per GWh
eller 10 döda fåglar per verk (per år)

! Statistiken säger ingenting om vilka arter som dödas !

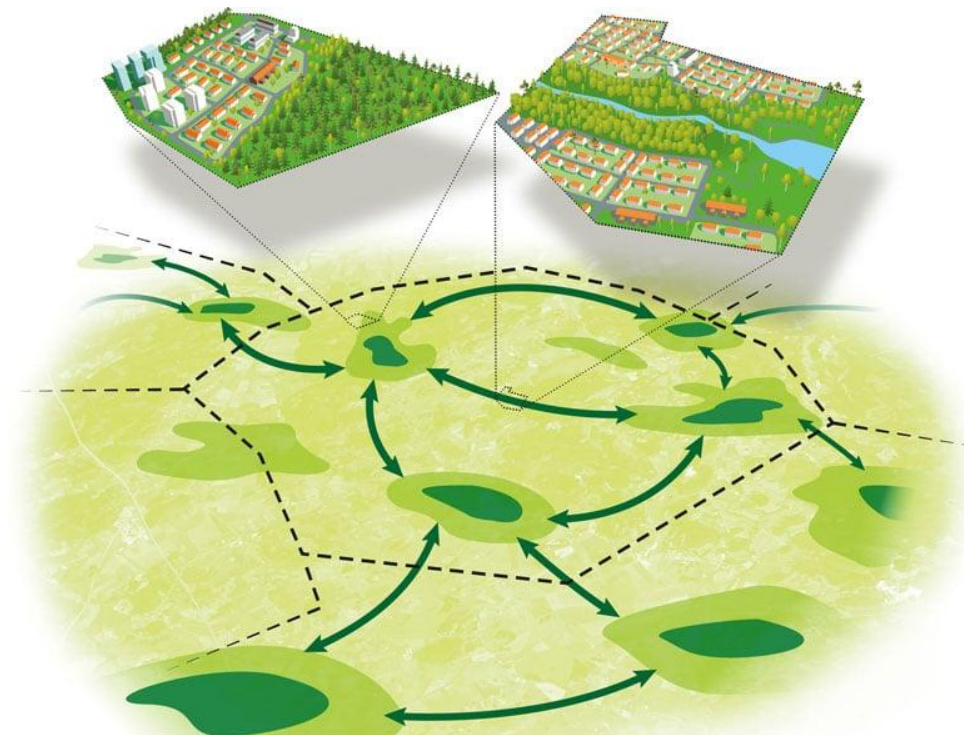


Fågelart	Skyddsavstånd (km)	Ta hänsyn till	Områden
Kungsörn	1,3-3,1 km från boplatser ¹²	Skyddszonerna utformning bör anpassas efter hur örnnarna använder sina hemområden.	Föredrar hyggen för jakt och slutna skog. Främst i mogen, lavrik barrskog. Vindkraftsparker bör placeras på behörigt avstånd från branta bergsryggar, klippbranter och liknande
Havsörn	2-3 km från boplatser	Viss anpassning av utformning utifrån omgivande geografi	Jagar främst i blöta miljöer
Andfåglar	0,5 m från rastningslokaler		
Lommar	1 km från vatten där lommar häckar	Hålla så fria flygvägar som möjligt mellan häcknings- och fiskevatten	
Jaktfalk	3 km runt boplatser		
Pilgrimsfalk	2 km runt boplatser		
Vadare	0,5 km (för särskilda rödlistade arterna brushane, dubbelbeckasin, sydlig kärrsnäppa och rödspov rekommenderas 1 km)		
Måsar, trutar och tärnor	1 km från kolonier med minst tio häckande par av arter inom dessa grupper		
Berguv	2 km från boplatser		
Tärnor	1 km från häckningskolonier		
Orre	1 km från spelplats		
Övriga medelstora och stora rovfåglar (röd glada, brun glada, bivråk, fiskgjuse, fjällvråk, blå kärrhök, ängshök och jorduggla)	1 km från boplatser eller områden där fåglarna regelbundet vistas eller häckar		



Biotopförluster

- Direkta förluster när man bygger fundament och de hårdgjorda ytorna runt dem, som vägnät och ledningar
- Vissa **fåglar undviker** vindkraftparker (när de kan)
- Barriäreffekter kan orsaka fragmentering, vilket påverkar **skogsområden** negativt
- Renar och andra däggdjur skräms av fragmentering av livsmiljöer och hinder för genflöde, bullereffekter, vibrations





Påverkan på människor

- Praxis från 2001 verken inte får placeras närmare 400 meter från bostadshus
 - (Energimyndigheten använder 800m för Riksintressen energiproduktion-vindbruk)
- Buller: riktvärdet på 40dBA utomhus
 - 10% av befolkning kan störas
 - Beräkningsmodell enligt naturvårdsverket
- Skuggor
 - Riktvärdet: den faktiska skuggtiden bör inte överstiga 8 timmar per år och 30 minuter om dagen
- Varningsljus
 - Högintensivt vitt ljus är krav för verk med totalhöjd över 150 m



Naturskyddsföreningen

Naturskyddsföreningens viktigaste slutsatser om hållbar vindkraft





- Det är möjligt att kombinera högt ställda miljökrav med kraftig vindkraftsutbyggnad
- För att det ska gå behöver vindkraften spridas ut över landet
- Både havs- och landbaserad vindkraft kommer behövas
- För att den hållbara utbyggnaden ska vara möjlig måste **Försvarsmaktens** och **kommuners** möjligheter att stoppa vindkraft begränsas





- Vindkraft ska inte byggas i skyddade områden eller i områden med höga naturvärden. Detta inkluderar:
 - Natura 2000-områden,
 - naturreservat,
 - nationalparker,
 - biotopskyddsområden,
 - riksintresse obrutna fjäll,
 - skogliga värdekärnor,
 - nyckelbiotoper,
 - viktiga fågel- och fladdermusområden,
 - Utsjöbankar
- Vindkraft ska inte heller byggas där omfattande risker finns för rödlistade arter och livsmiljöer





- Lokal fastighetsskatt eller annan **ersättning** behövs
 - Ny lagproposition ute på [remiss](#)
- Vindkraft kan göra nytta för den **biologiska mångfalden!** Detta bör tas i beaktan vid planering av havsbaserad vindkraft





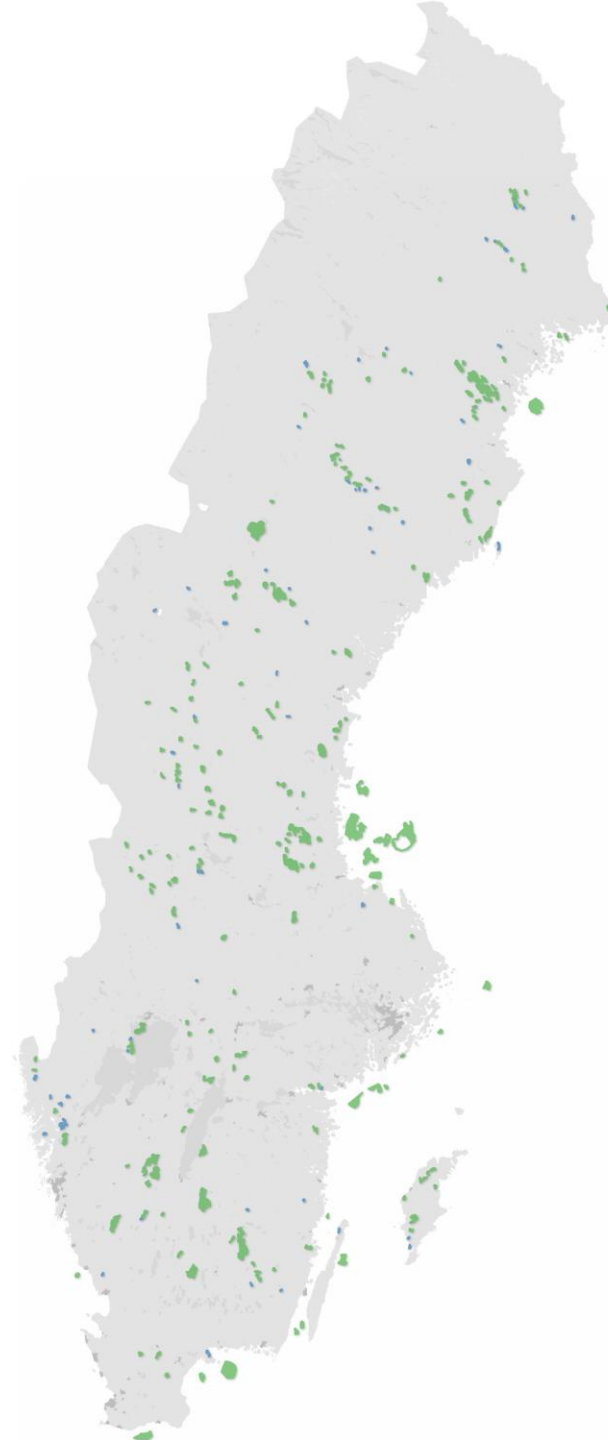
Naturskyddsföreningen

Hur mycket hållbar vindkraft kan byggas?

Var ska den byggas?



- Drygt 5 000 km² teoretiskt möjliga för hållbar vindkraft
- 1 % av Sveriges landyta, 2 % av havsytan
- Potential ca **130 TWh** vindkraft
- Kartan pekar endast ut områden baserat på övergripande analys – inventering av varje område fortfarande nödvändig inför etableringar
- Anpassningar krävs av Försvarsmakten och kommunerna

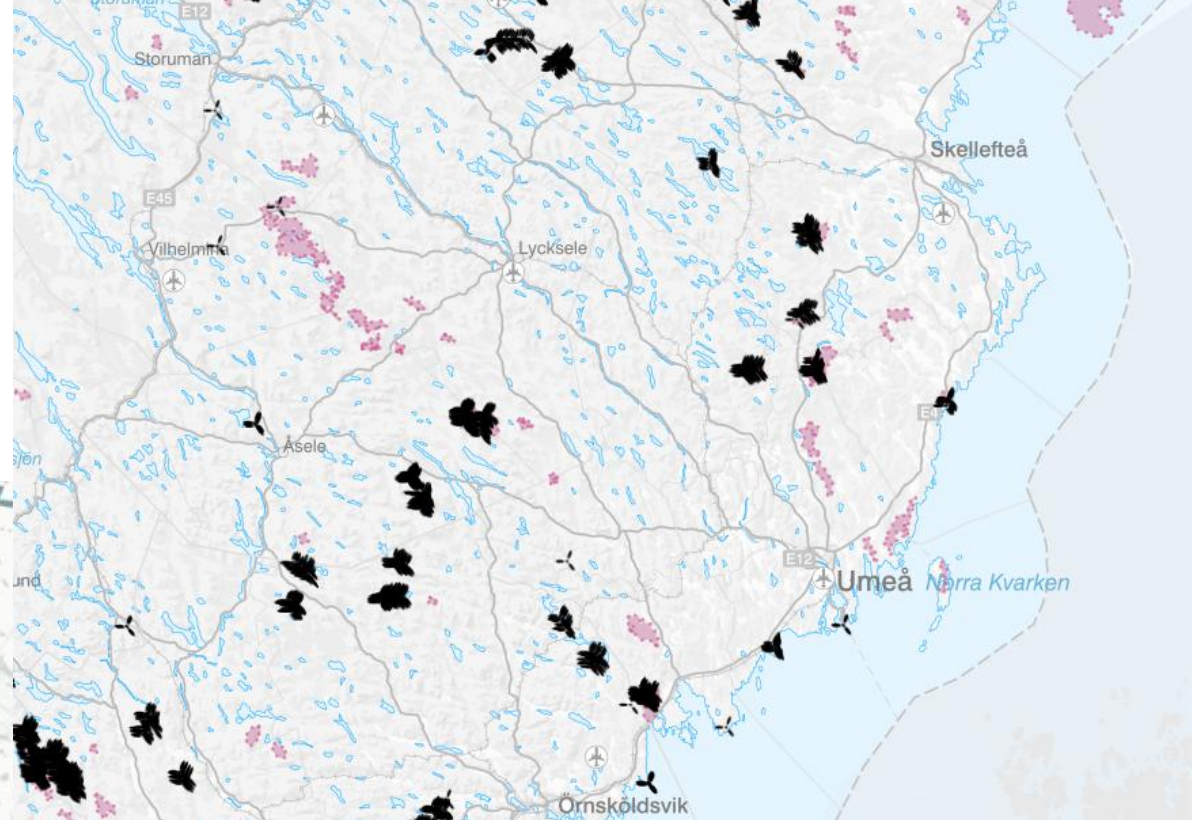
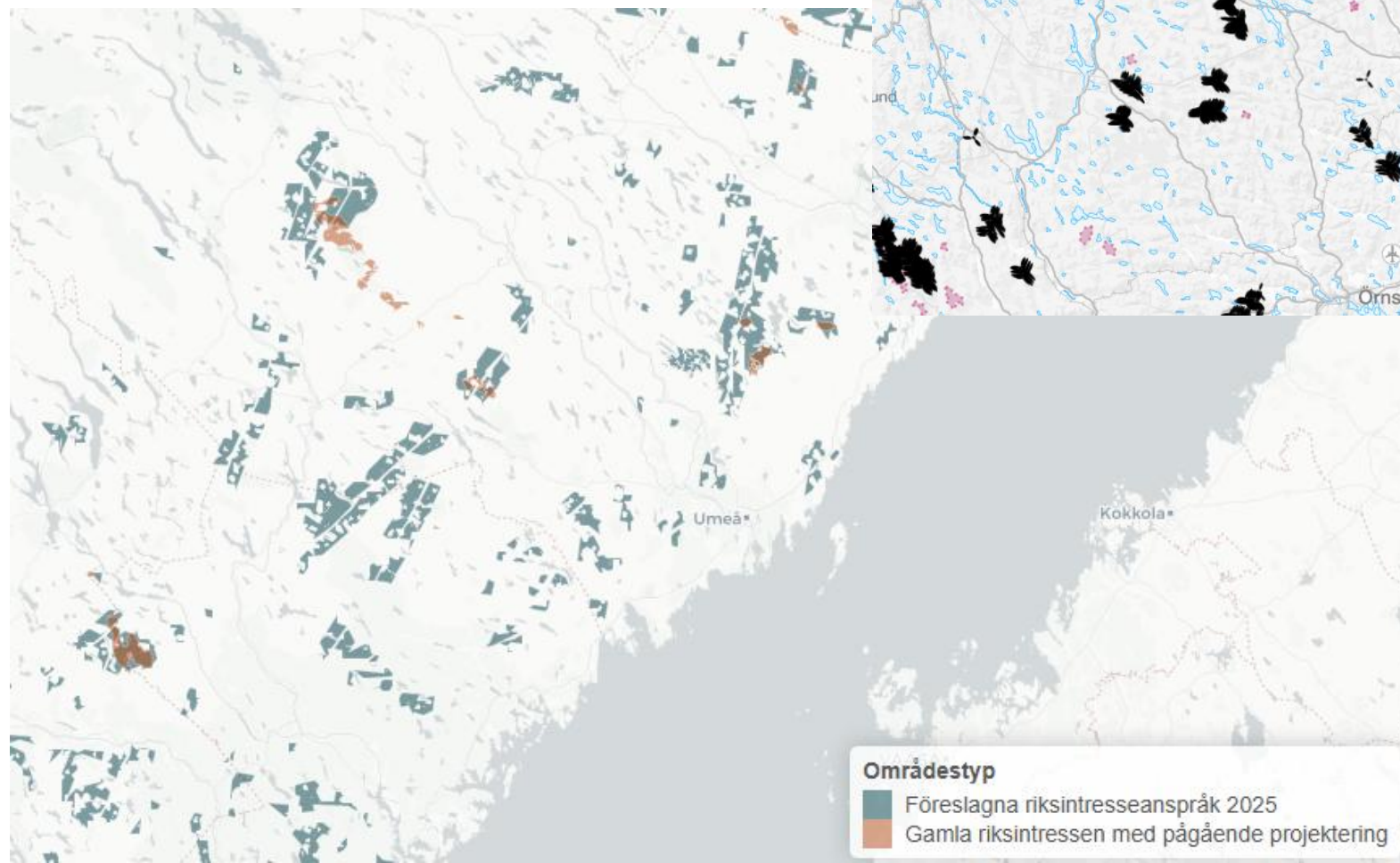




Naturskyddsföreningen

Nya riksintressen anspråk från Energimyndigheten

- Samråd pågår





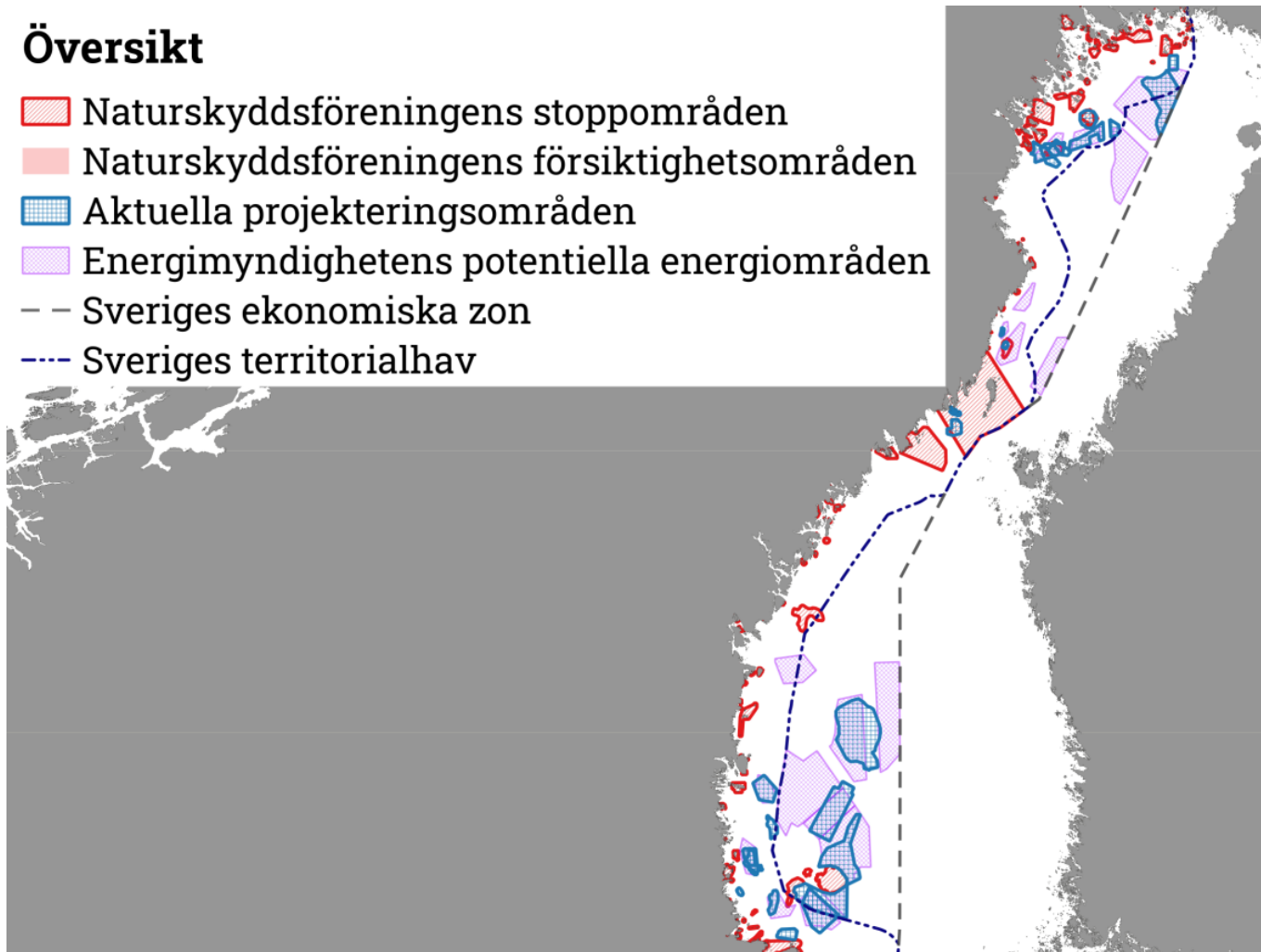
Havsbaserad vindkraft

Stoppområden och försiktighetsområden i hela Sverige



Översikt

-  Naturskyddsföreningens stoppområden
-  Naturskyddsföreningens försiktighetsområden
-  Aktuella projekteringsområden
-  Energimyndighetens potentiella energiområden
-  Sveriges ekonomiska zon
-  Sveriges territorialhav

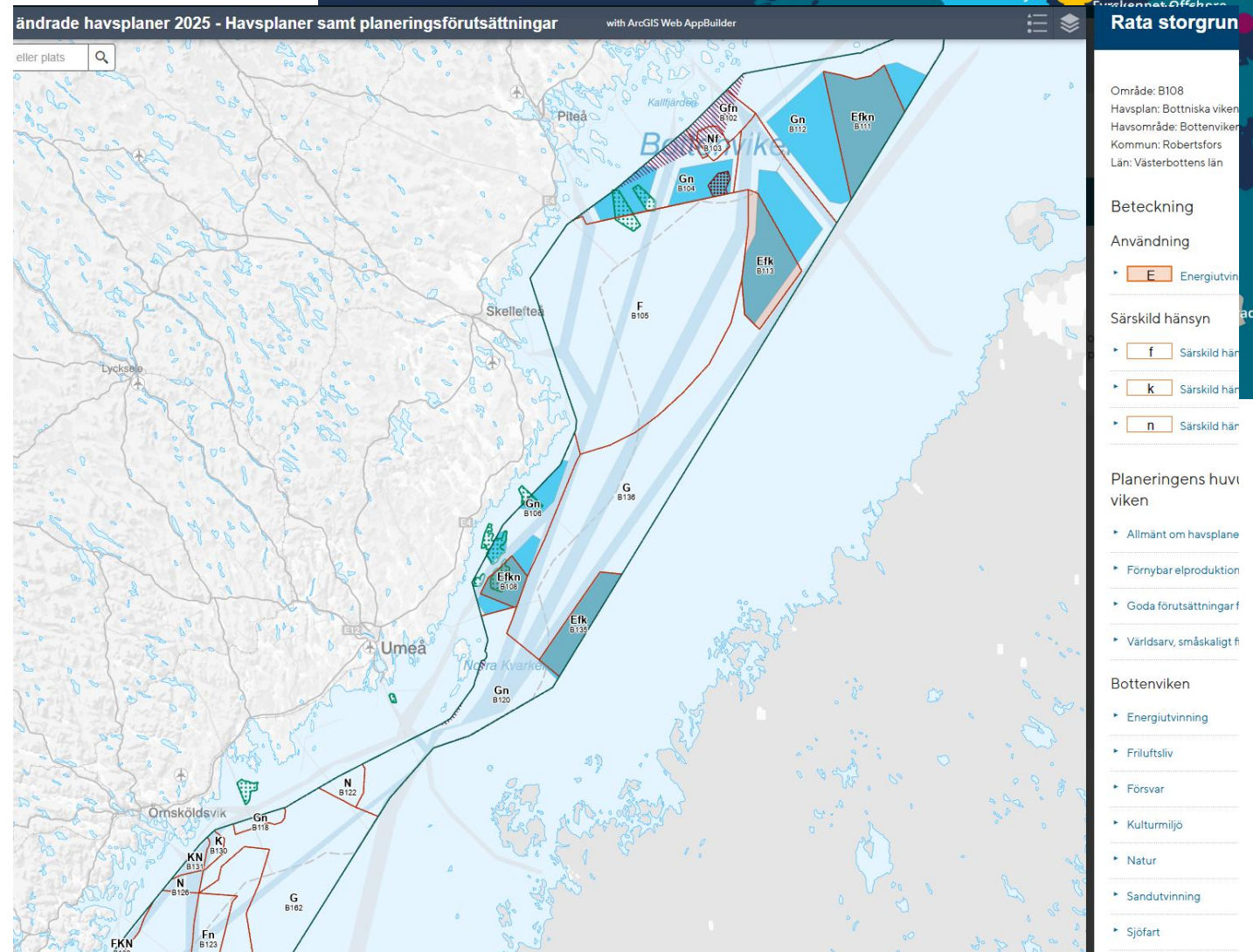




Avslag på 13 havsvindparker i Östersjön

Trender i havsbaserad vindkraft

- Olönsam
(Elmarknadsutredningen och "Vindkraft i havet")
- Nya havsplaner
 - Förslaget har lämnats till regeringen för beslut
- Övergång till ett auktionssystem
 - Det kommunala vetot kan komma att tas bort



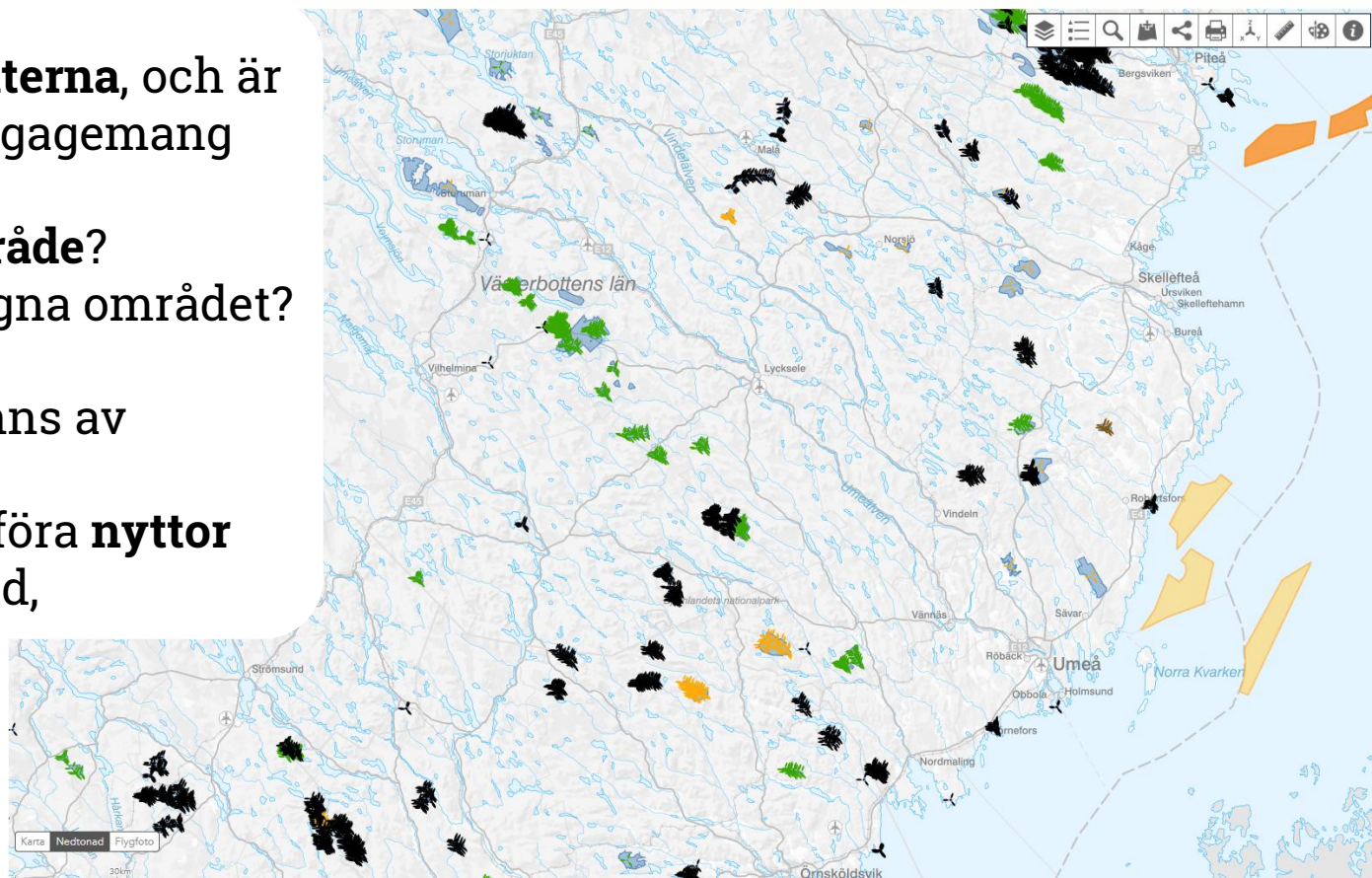


Checklista för vindkraft projekt

1. Överväger de **positiva eller negativa aspekterna**, och är de tillräckligt stora för att motivera ditt engagemang för eller emot etableringen?
2. Är parken planerad i ett **naturskyddat område**?
3. Vilka **höga naturvärden** finns i det föreslagna området?
4. Finns det **bättre lokaliseringar** att föreslå?
5. Vilka **alternativa användningsområden** finns av området?
6. Skulle vindkraftsetableringen kunna medföra **nyttor till lokalområdet** – jobb, biologisk mångfald, ekonomiskt?

Karttjänster:

- [Skyddad natur \(naturvardsverket.se\)](https://naturvardsverket.se)
- [Kartor \(skogsstyrelsen.se\)](https://skogsstyrelsen.se)
- [Vindbrukskollen \(lansstyrelsen.se\)](https://lansstyrelsen.se)
- Översiktsplaner (kommuner)





När det är vindstilla och mulet

När vädret svänger så har vi fortsatt stabilitet i energisystemet genom smart lagring, användning och produktion.

ELNÄT

Vi importerar el från andra elområden och länder vid behov.

VATTENKRAFT

Vattenkraften startas för att producera el när vinden inte blåser.

SOLKRAFT

Solkraften producerar begränsade mängder el.

UPPVÄRMNING

Smart värmestyrning och välisolerade byggnader säkerställer komfort även om fjärrvärme och värmepumpar inte levererar full effekt. Kraftvärmen kan istället leverera el till nätet.

ELFORDON

Elfordonens batterier kan laddas ur till en bestämd nivå för att leverera el till nätet.

GASTURBINER

Gasturbiner använder lagrade bränslen som biogas eller vätgas och levererar el till nätet.

TILLVERKNING

Industrin stänger automatiskt ned vissa processer som kräver mycket energi eller som inte behöver vara igång hela tiden.

VINDKRAFT

Vindkraften producerar begränsade mängder el.

BATTERIPARKER

Batterier laddas ur för att balansera systemet.

HEMBATTERIER

Energi lagrad i hembatterier används för hemmets behov och kan även stötta elnätet.



Naturskyddsföreningen

Lyfta blicken från produktion och prata om användning



"Energieffektivisering först" principen



Energieffektivisering
= "första bränsle"

