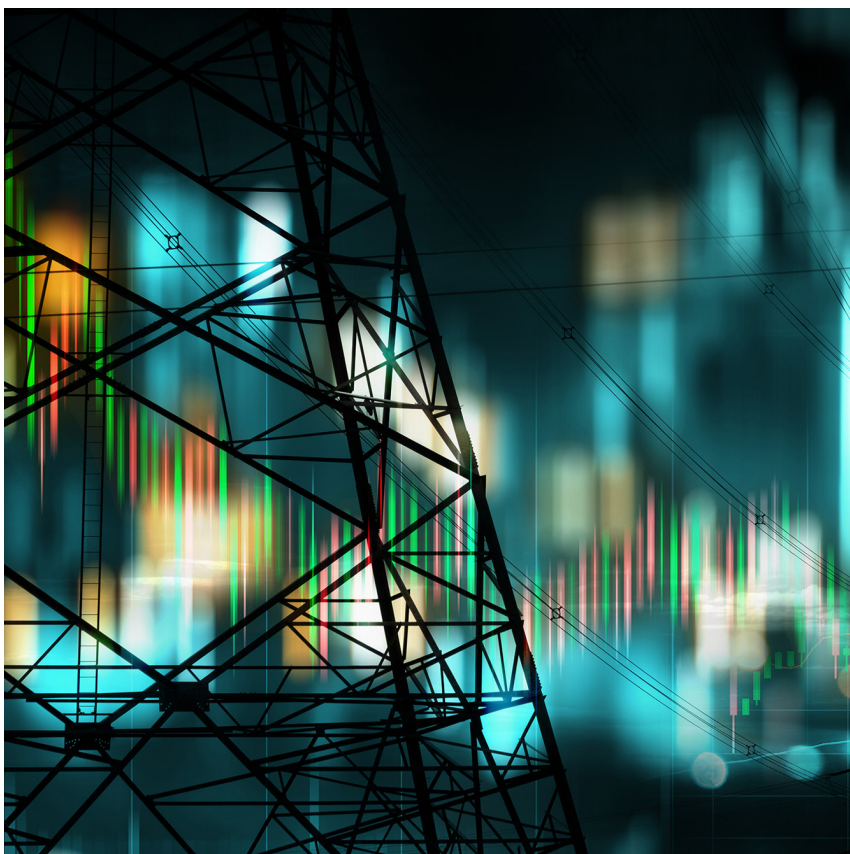


# VISUALISERING AV SVERIGES FRAMTIDA ELANVÄNDNING OCH EFFEKTBEHOV

RAPPORT 2023:913



# Visualisering av Sveriges framtida elanvändning och effektbehov

JOHAN HOLM, MIKAEL ODENBERGER, EBBA LÖFBLAD, STEFAN MONTIN

ISBN 978-91-7673-913-6 | © Energiforsk januari 2023

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: [kontakt@energiforsk.se](mailto:kontakt@energiforsk.se) | [www.energiforsk.se](http://www.energiforsk.se)

# Visualisering av Sveriges framtida elanvändning och effektbehov

*Ett uppdrag åt Energiföretagen Sverige*

Utförare:

Johan Holm, Mikael Odenberger och Ebba Löfblad, Profu samt Stefan Montin, Energiforsk

2022-11-28

# Förord

Denna rapport utgör en slutleverans av det uppdrag som Profu och Energiforsk har genomfört åt Energiföretagen Sverige i två etapper under 2022.

Under sommaren 2022 togs ett antal kartor fram över det framtida möjliga energi- och effektgapet i Sveriges fyra elområden år 2030 respektive år 2045. Kartorna presenterades under ett seminarium som Energiföretagen Sverige arrangerade under Almedalen 2022.

Under hösten 2022 kompletterades kartmaterialet med ytterligare analyser och underlag. Dels gällande det bedömda behovet av reinvesteringar i befintlig produktionskapacitet liksom investerings- och reinvesteringsbehov i nätinfrastuktur, dels i form av resonemang och exempel gällande behovet av effekt och flexibilitet, osäkerheter och utmaningar kring industrins framtida elbehov samt hur kriget i Ukraina kan påverka analysresultaten.

Uppdragets omfattning har inte möjliggjort någon detaljerad djupanalys och analyserna bygger på en rad antaganden och nödvändiga förenklingar som framgår av materialet. Rapporten ska därför främst ses som ett *underlag* till diskussionen kring riskerna för ett framtida energi- och effektgap.

# Innehållsförteckning

- [Kapitel 1.](#) Uppdragets syfte, omfattning, kontext och övergripande slutsatser
- [Kapitel 2.](#) Industrins elbehov – osäkerheter och utmaningar
- [Kapitel 3.](#) Det bedömda behovet av investeringar och reinvesteringar i nätinfrastuktur
- [Kapitel 4.](#) Reinvesteringsbehov i befintlig produktionskapacitet
- [Kapitel 5.](#) Kartor över effekt- och energigap
- [Kapitel 6.](#) Eleffektbehov över flera tidskalor och kopplingen till framtida flexibilitet
- [Kapitel 7.](#) En kvalitativ och övergripande beskrivning av hur kriget i Ukraina kan påverka framtagna resultat

# Kapitel 1

Uppdragets syfte, omfattning,  
kontext och övergripande slutsatser

# 1. Uppdragets syfte och omfattning

Inför Almedalen 2022 tog Energiforsk och Profu, på uppdrag av Energiföretagen Sverige, fram ett första underlag för att visualisera gapet mellan det framtida möjliga maximala el- och effektbehovet och dagens kända kapacitet av elproduktion (effekt och energi) fram till 2030 och 2045. *Denna del benämns härnäst "del 1"*.

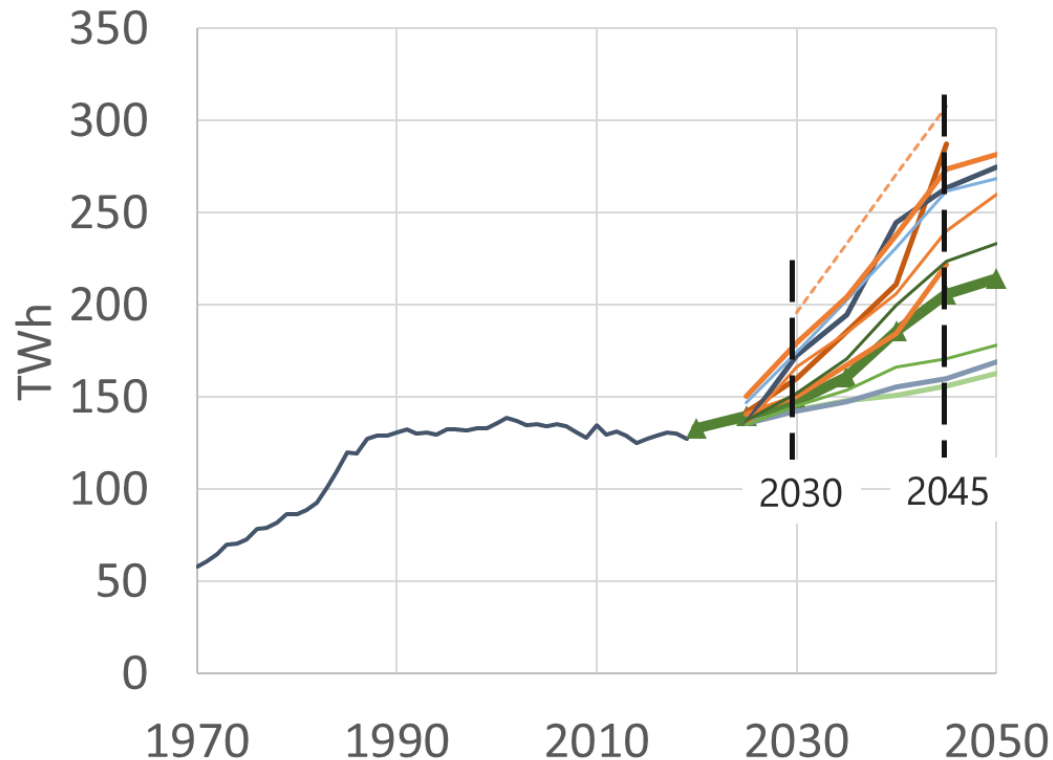
Energiföretagen Sverige har under hösten 2022 uppdragit åt Energiforsk och Profu att ta fram ett kompletterande underlag för att ytterligare belysa det framtida behovet av investeringar i elsystemet för att täcka det möjliga el- och effektbehovet till 2030 och 2045. *Denna del benämns härnäst del 2.*

Del 2 har omfattat följande delar:

- En beskrivning av effektbehovet över flera tidsskalor och hur framtida flexibilitet kan påverka eleffektuttaget.
- En uppdatering av tidigare material med reinvesteringsbehov i Sveriges olika kraftslag (inklusive uppdaterat kartmaterial).
- En komplettering av industrins elbehov, dels en genomlysning av eventuellt tillkommande industriprojekt sedan Almedalen 2022, dels en kvalitativ beskrivning av vilka större industrier som inte ingår i materialet.
- En uppskattning av investerings- och reinvesteringsbehovet i nätinфраstruktur.
- En översiktlig och kvalitativ beskrivning av hur kriget i Ukraina kan påverka analysresultaten.

Denna rapport utgör slutleveransen av del 2 inklusive en uppdatering av kartorna i del 1.

## Efterfrågan på el, och därmed effekt, är starkt beroende av vilka planer som realiseras



- Figuren visar skattad *netto*elförbrukning i ett antal olika studier
- Intervallet i figuren för 2030 ligger på ~140-200 TWh netto och för 2045 på ~150-310 TWh netto
- De mest aktuella studierna ligger i den högre delen av intervallet
- Detta projekt avser scenariot *Profu/Energiföretagen 2022*
- MEN: vissa studier (inkl. detta projekt) gör ingen rimlighetsbedömning utan utgår från att samtliga aviserade industriprojekt blir av
- Detta projektet omfattar en skattning av el och effektefterfrågan baserat på antagandet att ny elefterfrågan tillkommer som ren baslast, dvs jämn effektefterfrågan över årets alla timmar. Men samtliga nya användningsområden kommer ha en viss profil samt olika möjligheter till flexibilitet vilket endast bedöms schematiskt
- Studien omfattar inte explicita förändringar på tillförselsidan
- Osäkerheter kopplade till energieffektivisering och priskänslighet är stor och i detta projekt har ingen djupare analys av dessa potentialer utförts

### Slutsatser:

- **Osäkerheten är stor men mycket pekar på stora utmaningar oavsett den faktiska nivå som realiseras**
- **För närvarande finns risk för viss dubbelräkning vid sammanställningar utifrån industrins tilltänkta planer baserat på oklarheter kring hur långtgående analys, uppströms och nedströms, som ligger bakom uppskattningar per bransch**



Det möjliga elbehovet\* år 2045 har ökat med +20 TWh sedan förra våren...

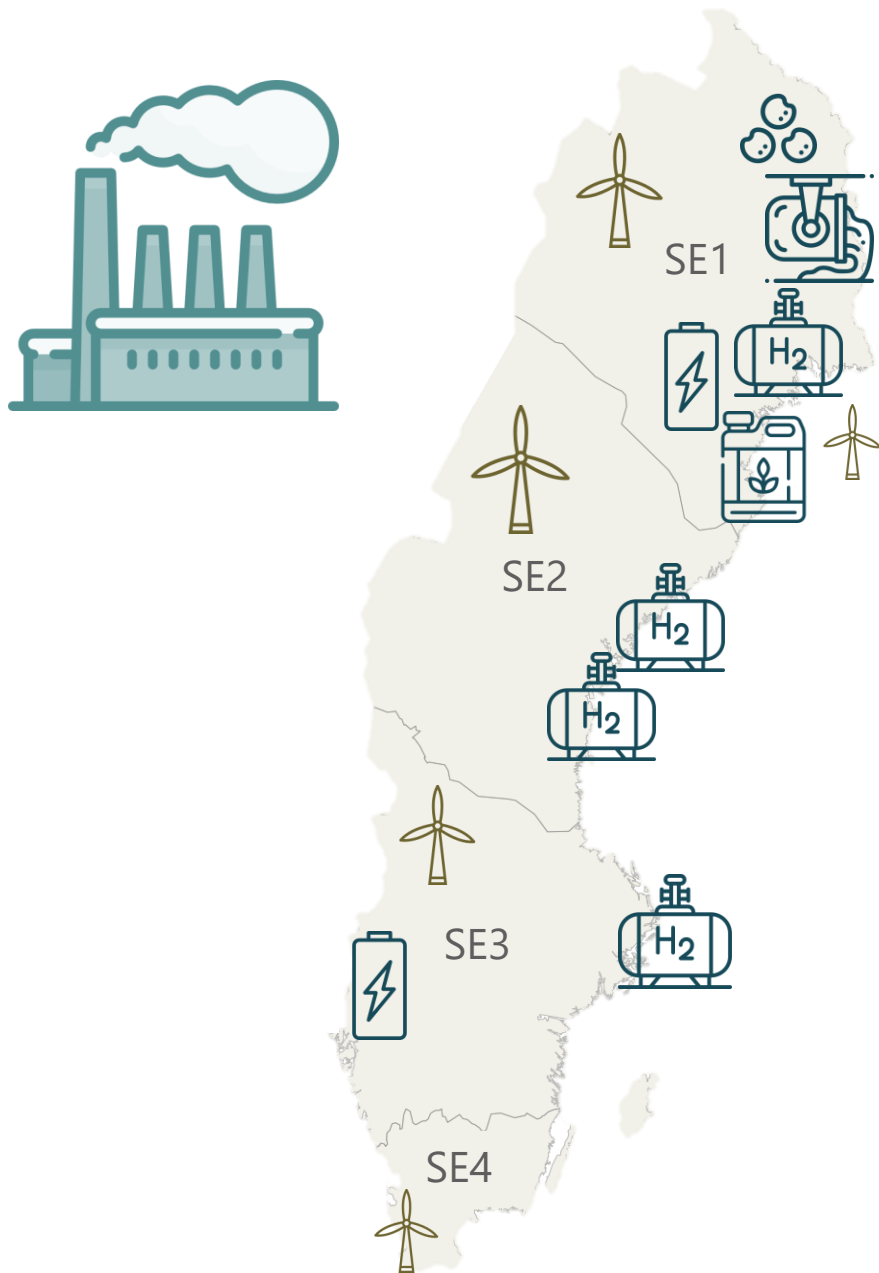
**310 TWh**

Energiföretagen Sveriges Högelscenario 2021



**330 TWh**

Nytt Högelscenario 2022



## 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 teknikspår. För mer om dessa osäkerheter, se kapitel 2.*

# Övergripande slutsatser

- Elektrifieringen som beskrivs i Högelscenariot 2022 leder till en ny fördelning av elbehovet i Sverige. De stora tillkommande behoven i norra Sverige gör att norra och södra Sverige år 2045 i princip har lika stor elefterfrågan.
- På knappt 25 år behöver vi rusta elsystemet för en situation där energibehovet ökat från 140 -> 330 TWh och eleffektbehovet ökat från 27 -> 49 GW. Detta samtidigt som det befintliga systemet måste förnygras då många anläggningar under de kommande 20-30 åren når sin livslängd.
- Bara att bibehålla dagens nivå av elproduktion krävs enorma reinvesteringar och uppskattningsvis minskar installerad effekt i befintliga anläggningar med upp till 30 GW\* till år 2045
- Bortfallet av kapacitet i befintliga anläggningar (som bidrar med s.k. tillgänglig kapacitet) + nytt eleffektbehov från elektrifieringen leder till ett totalt underskott "gap" år 2045 på 45 GW\*\* under årets mest ansträngda timmar. Om man bortser från reinvesteringsbehovet och bara ser till efterfrågeökningen är gapet 24 GW.
- *Innebörden av ovan är att all utbyggnad av fossilfri elproduktion behövs för att ens komma nära ambitionerna i Högelscenariot 2022.*

\* Två effektförändringar har beräknats när hänsyn tas till åldrande anläggningar. Grunden i detta är vattenkraften där livslängden har antagits vara 60 eller 75 år. Redovisat värde gäller för 60 års ekonomisk livslängd.

\*\* Eleffektbehovet behöver inte mötas av enbart elproduktion som byggts ut inom Sverige, för att hantera eleffekttoppar kommer produktionskapacitet + flexibilitet + import att tillsammans behöva tillhandahålla den effektnivå som krävs.

# Kapitel 2.

## Industrins elbehov – osäkerheter och utmaningar

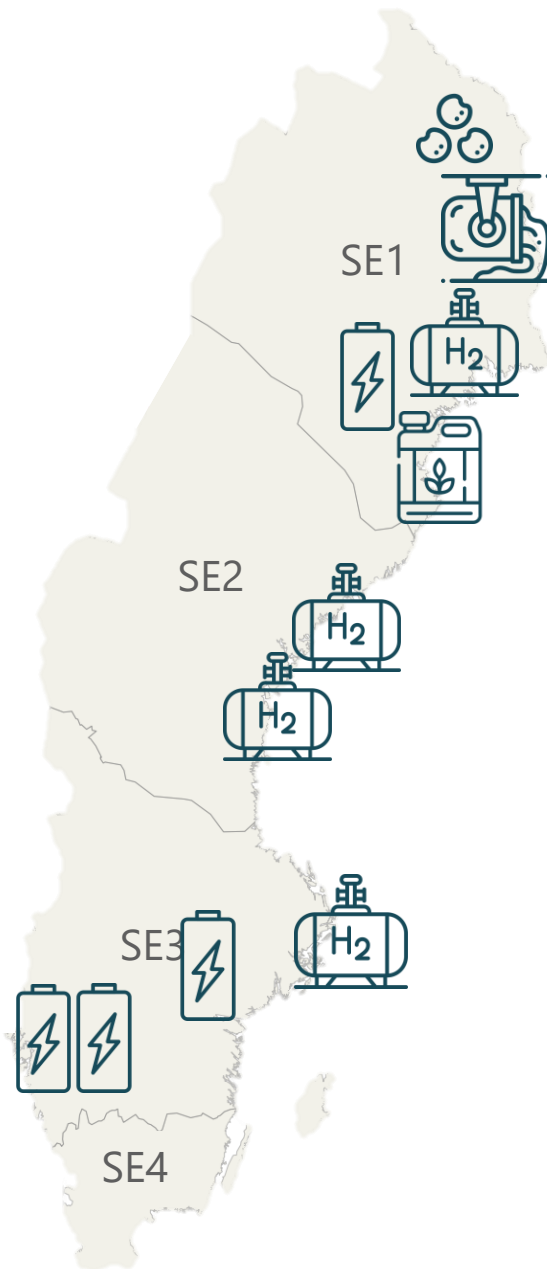
## **Inledande ord**

*Under våren 2021 tog Energiforsk och Profu, på uppdrag av Energiföretagen Sverige, fram ett scenario för att belysa det framtida behovet av el i Sverige. Syftet med scenariot (hädanefter benämnt Högelsscenario 2021) var att, utifrån alla de planer på elektrifiering som pågår i olika sektorer, utreda hur mycket el som kan komma att behövas i Sverige fram till 2045 ifall alla nu aviserade elektrifieringssatsningar faktiskt genomförs.*

*Högelscenariot 2021 landade i ett bedömt maximalt elbehov år 2045 för samtliga sektorer på 310 TWh (inkl. överföringsförluster).*

*Inom ramen för del 1 av detta projekt (sommaren 2022) gjordes en genomgång och uppdatering av Högelscenariot 2021. Det uppdaterade Högelscenariot, hädanefter benämnt Högelsscenario 2022, landade på ett totalt elbehov (samtliga sektorer) på 330 TWh till 2045 (inkl. överföringsförluster), dvs. en ökning jämfört med Högelsscenario 2021 på ca 20 TWh. Det bedömda totala maximala elbehovet till år 2030 landade i Högelscenariot 2022 på 210 TWh (inkl. överföringsförluster). Högelscenariot 2021 redovisade enbart behovet till 2045, varför någon jämförelse för nivåerna år 2030 inte är möjlig.*

*Detta avsnitt ska ses som ett kompletterande underlag till det material som redovisades i leveransen för del 1 gällande det framtida elbehovet, med syfte att, enligt önskemål från beställaren, ge en översiktlig och kvalitativ beskrivning vad gäller osäkerheterna gällande industrins möjliga framtida elbehov.*



## En stor del av den bedömda ökningen i elbehov till år 2030 och 2045 beror på stora investeringar i svensk industri, både befintlig och nyttillkommande industri.

En betydande del av den framtida efterfrågan på el från industrin kopplar till omställningen av järn- och stålindustrin, där det nu sker stora satsningar för att gå från kolbaserad till elbaserad tillverkning av stål. Utöver detta består den stora bedömda ökningen av elefterfrågan från industrin till 2030 och 2045 främst på stora aviserade nyinvesteringar i batteriproduktion, produktion av s.k. grönt konstgödsel (ammoniakproduktion via elektrolys) samt elektrobränslen.

Inom ramen för del 2 av uppdraget till Energiföretagen Sverige har en genomgång gjorts av Högelscenariot 2022 med syfte att eventuellt justera detta ytterligare utifrån eventuella, sedan Almedalen 2022, tillkommande aviseringar om industrisatsningar. Enligt vår genomgång har endast en ytterligare större industriprojektsatsning aviserats (Volvos batterifabrik i Mariestad). Någon specificering av det möjliga elbehovet för batterifabriken har vi ej funnit, men en möjlig bedömning är att elbehovet för denna fabrik skulle kunna komma att ligga i samma härad som Northvolts batterifabriker, dvs. ca 1-2 TWh till 2030.

Vi har dock valt att inte göra någon justering av det bedömda elbehovet för industrin till 2030 och 2045 utan bedömer att Högelscenario 2022 fortfarande står sig som ett (högst teoretiskt) maxscenario. Vi motiverar det med att det redan ingår så stora osäkerheter och att en justering av några TWh upp eller ner kan skapa intrycket att det är en exakt prognos som presenteras.

I detta avsnitt beskrivs vari några av dessa osäkerheter ligger.

# Industrins framtida elbehov

Liksom flertalet andra högelektrifieringsscenarier som har gjorts inom olika studier de senaste åren indikerar Högelscenariot 2022 att elbehovet fram till 2045 skulle kunna komma att fördubblas jämfört med idag.

En stor del av denna kraftiga ökning av det framtida elbehovet beror dels på det bedömda behovet för genomföra en storskalig elektrifiering av svensk industri med syfte att dekarbonisera sektorn (som en del i att möta Sveriges klimatmål), dels på ett flertal stora nyinvesteringar i industriproduktion i Sverige med stora elbehov som har aviserats under de senaste åren. Högelscenarierna 2021 och 2022 utgår från ett antagande om att samtliga idag aviserade industriprojekt genomförs. Scenarierna innehåller inga bedömningar om de enskilda projektens faktiska realiserbarhet eller vilken tilltro man sätter till utvecklingen av processtekniker. Som framgår i detta kapitel finns det stora osäkerheter gällande specifika utvecklingsvägar inom olika industribranscher, för dessa har vi valt att vara återhållsamma i våra antaganden om möjliga utvecklingsvägar (där vi har tagit höjd för vissa, men långt ifrån alla).

Högelscenariot 2022, som utgår från Högelscenariot 2021, bygger som alla framtidsscenarier på mer eller mindre säkra/osäkra antaganden och bedömningar. Scenariot inkluderar alla industribranscher i Sverige (SNI 05-33), men fokus ligger på de branscher som bedöms stå för den största andelen av det bedömda framtida elbehovet, dvs. massa- och papper (SNI 17), kemi (SNI 20), raffinaderier (SNI 19), järn- och stål (SNI 24.1-24.3), gruvor (SNI 05) och metallindustrin (SNI 24.4-SNI 24.5). Av dessa branscher bedöms de största och främsta osäkerheterna föreligga för kemiindustrin och raffinaderisektorn, några av anledningarna till dessa osäkerheter beskrivs i följande bilder.

# Utvecklingsvägar för kemiindustrin och raffinaderierna

Elektrifieringen av industrin i stort syftar till att, så långt möjligt, ersätta både de fossila råvarorna och de fossila bränslena. Det senare är relativt enkelt, medan det förra i flera fall är beroende av betydande teknikutveckling och processinnovationer som kan ta många år att utveckla och som sedan kommer vara förenade med stora investeringar. Just detta är en av orsakerna till de stora osäkerheter som föreligger gällande elbehovet inom kemiindustrin och raffinaderierna.

För raffinaderierna handlar det dels om att helt eller delvis ersätta den fossila råoljan med biogena råvaror, dels om att ersätta den fossila naturgas som idag används för vätgasproduktionen vid anläggningarna (s.k. grå vätgas) med antingen blå\* eller grön\*\* vätgasproduktion (alternativt en kombination av dessa). En konsekvens av raffinaderiernas övergång från fossila till biogena råvaror är bl.a. att biodrivmedelsproduktion ökar vätgasbehovet vid raffinaderierna. Ju mer biogena råvaror som ska processas till biodrivmedel, desto större blir vätgasbehovet inom raffinaderierna då det krävs mer vätgas för att ta bort den stora mängden bundet syre i bioråvaran om man jämför med vad som krävs för att processa fossil råolja. I grova drag handlar det om 3-4 gånger större vätgasbehov för biodrivmedelsproduktion i jämförelse med produktion av fossila drivmedel (se t.ex. Fossilfritt Sveriges vätgasstrategi, 2021). Hur stort det framtida behovet av el och vätgas ser ut för raffinaderierna beror således på vilka utvecklingsvägar man väljer.

\* Fossil naturgas plus avskiljning av koldioxiden för antingen lagring (CCS) eller användning av koldioxiden (CCU)

\*\* Vätgasproduktion via elektrolys



## Forts. Utvecklingsvägar för kemiindustrin och raffinaderierna

I Fossilfritt Sveriges vätgasstrategi anges att Preem kan behöva 5 TWh vätgas år 2030, men beroende på råvara till processerna samt den totala drivmedelsproduktionen skulle siffran kunna bli mycket högre. Om svensk skogsråvara ska användas för att producera de 5 miljoner kubikmeter biodrivmedel som Preem aviserat som målsättning till år 2030 kommer det behövas minst 40 TWh el (och minst 40 TWh biomassa) alternativt minst 80 TWh biomassa, alltså beroende på hur stor andel av den tillförda energin för processen som sker i form av el\*. Om de två större raffinaderierna i Göteborg skulle genomföra en storskalig satsning på elektrolytisk vätgas kan det på sikt handla om ett kapacitetsbehov på flera hundra MW framåt 2030-2040 (CIT, 2021\*\*). När det gäller Preem har man dock idag fokus på att i första hand satsa på elektrolytisk vätgasproduktion vid deras stora raffinaderi i Lysekil, där man tillsammans med Vattenfall nu undersöker förutsättningarna för 200-500 MW elektrolyskapacitet.

För kemiindustrin handlar det idag främst om att ersätta de fossila bränngaserna som används i processen, men på sikt kan det också bli aktuellt med kemisk plaståtervinning alternativt biogena råvaror som går in i processerna. Enligt Henrik Thunman, Chalmers tekniska högskola, krävs det – om vi ska gå över till 100 % cirkulärt kol i all plast i Sverige med hjälp av kemisk plaståtervinning – omkring 20 TWh energi form av antingen el eller klimatneutralt bränsle.

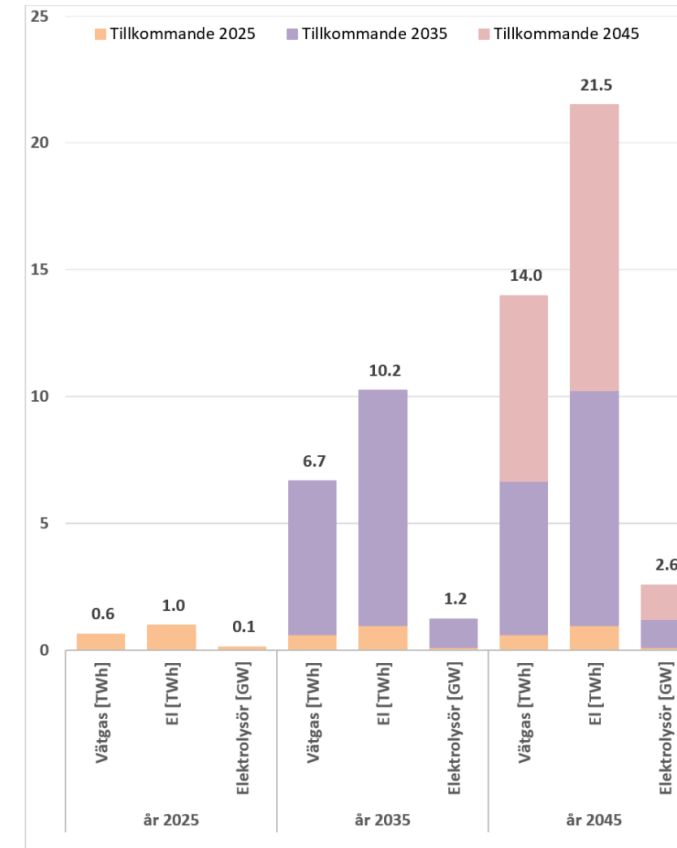
\* Johnsson m.fl. (2022). Elektrifieringens betydelse för omställningen. Uppdrag till Klimaträtsutredningen. Kommentar: St1 har i dagsläget en produktionsvolym på ca 5 miljoner kubikmeter drivmedel, men vi har inte sett någon siffra med explicit mål för biodrivmedel liknande det Preem aviserat mer än att de har ett mål att över tid gå över till att endast erbjuda förnybara drivmedel. Just nu uppförs deras första anläggning för produktion av biodrivmedel vid raffinaderiet i Göteborg.

\*\* CIT & Chalmers (2021). Göteborgs Stads Energiplan – Utvärdering och perspektiv. <https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=2008461>

## Forts. Utvecklingsvägar för kemiindustrin och raffinaderierna

Sammanfattningsvis råder det idag stora osäkerheter om det potentiella industriella el- och vätgasbehovet hos svenska raffinaderier (Preems båda raffinaderier samt St1:s raffinaderi) och petrokemin (främst Stenungsundsindustrierna). Det framtida behovet beror på vilka utvecklingsvägar som kommer att följas, vilken grad av direkt elektrifiering och elektrifiering via vätgas som dessa kommer att innehålla, samt hur stora mängder biodrivmedel som kommer produceras (samt vilka råvaror dessa processas ifrån, där skogsråvara kräver större mängder vätgas än "lättare" biogena råvaror som biooljor från grödor och animaliska fetter).

En figur från RISE & Chalmers (till höger) visar det möjliga behovet av el och vätgas framåt 2045 för ett antal av de större bolagen inom kemi- och raffinaderiindustrin i Västsverige baserat på de utvecklingsvägar man idag ser som möjliga.



Figur 12: Det maximala framtida vätgasbehovet över tid baserat på företagens uttalande planer om omställning från fossilt. Notera att det endast är för år 2025 som produktionen satts till elektrolys. För resterande vätgasbehov är produktionssätt inte bestämt men en kombination av olika, dvs inte enbart elektrolys, anges som trolig. Det innebär att även om maxbehovet realiseras i framtiden är det inte troligt att elbehov och elektrolysräskapacitet kommer bli så högt som anges i figuren.

Figur hämtad från RISE & Chalmers (2022). Vätgas på Västkusten.  
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1640678/FULLTEXT01.pdf>

# Övriga industribranschers teknikval och konsekvenser för det framtida elbehovet

Omställningen av övriga industribranscher innehåller naturligtvis också stora osäkerheter vad gäller deras framtida elbehov. Elbehovet för gruv/järn- och stålindustrin i Norrland handlar dels om en omställning av befintlig produktion för att få ner utsläppen av koldioxid (SSAB:s befintliga anläggningar), dels om nya, tillkommande anläggningar som i fallet H2GreenSteel.

De stora osäkerheterna när järn- och stålindustrin ska ersätta masugnar med DRI-teknik handlar, utöver den framtida produktionskapaciteten, om storleken på de elektrolysörer man investerar i (som ska försörja reaktorn med vätgas). Valet beror på hur man ser på behovet av redundans för sin produktion och storleken på vätgaslagret som kan försörja verksamheten under perioder med höga elpriser.

Det pågår även en elektrifiering av stålindustrins nedströmsprocesser, dvs. bearbetningen av stålämnen till plåt och andra slutprodukter. Inför bearbetning av stålämnena måste dessa värmas, vilket idag till största delen sker med fossila bränslen. Ovako är den aktör som ligger längst fram och som redan från och med i år, 2022, helt kommer att övergå till att värma stålet inför valsning med vätgas från elektrolys. Bränslebytet motsvarar i full skala med elektrolysörer på fyra orter där Ovako har produktion i Sverige) 80 MWeI. Även Sandvik ser vätgas som en möjlighet för att ersätta fossila bränslen i sina uppvärmningsugnar som idag använder flytande naturgas (LNG). Full implementering av motsvarande bränslebyte som hos Ovako i hela metallbearbetningsindustrin i Sverige uppskattas motsvara ca 4 TWh el (50 elektrolysörer motsvarande ca 800 MWeI)\*.

\* Johnsson m.fl. (2022). Elektrifieringens betydelse för omställningen. Uppdrag till Klimatråtsutredningen. Denna teoretiska siffra för hela metallindustrin har inte tagits med i sin helhet i Högelscenariot 2022 utan anses rymmas i de osäkra siffror som finns om andra mer teoretiska utvecklingsvägar som har tagits med i scenariot (t.ex. massa- och pappersindustrin, se nästa sida).

# Övriga industribranschers teknikval och konsekvenser för det framtida elbehovet

För massa- och pappersindustrins handlar storleken på det framtida elbehov om möjliga utvecklingsvägar mot en större produktion av biodrivmedel alternativt bio-CCS på bruken, tekniker/vägval som kan slå åt olika håll vad gäller elbehovet i denna bransch. Utan dessa teknikspår ser man för massa- och pappersindustrin snarare en stagnerande eller minskande produktion, och därmed elbehov, i Sverige fram till 2045, främst på grund av osäkerheterna för den mekaniska pappersindustrins framtid i Sverige.

I Högelscenariot 2022 har vi valt att ta med en uppskattning från Skogsindustrierna om dessa teknikval (biodrivmedelsproduktion och bio-CCS), eftersom det idag ser ut att finnas relativt goda möjligheter till denna typ av investeringar i massa- och pappersindustrin.

# Avslutande ord om osäkerheter och utmaningar för industrin och storleken på det framtida elbehovet

Förutom tillgång till elproduktion, priset på el och nätinфраstruktur så handlar industrins förutsättningar för investeringar i Sverige om faktorer som effektiviteten i tillståndsprocesser, mål- och markkonflikter, otydligheter i befintliga och framtida styrmedel och regelverk liksom tillgång till råvaror/metaller, komponenter och kompetens.

Högelscenariot 2022 omfattar ett bedömt maximalt utfall för industrins framtida elbehov baserat på de till dags dato aviserade planerna på industrisatsningar samt i vissa fall även för mer eller mindre säkra utvecklingsvägar för olika industribranscher. Elbehovsökningen beror dels på industrins omställning för att nå klimatmålen, dels på att det planeras för nya anläggningar för produktion av framförallt stål utan kol, konstgödsel och batteritillverkning\*.

Utöver osäkerheterna vad gäller huruvida alla de idag aviserade investeringarna i svensk industri i slutänden genomförs eller inte, råder det alltså även stora osäkerheter om vilka processval och utvecklingsvägar industrierna tar, och därmed det framtida elbehovet på både kort och lång sikt för flera industribranscher.

Trots de relativt stora osäkerheterna som föreligger vad gäller den exakta nivån på elbehovet fram till 2045 är det ändå troligt att det framtida elbehovet kommer att öka jämfört med idag (efter flera decennier av stagnerat elbehov). Med det sagt skulle även en ökning på "endast" 50 TWh innebära en stor utmaning att åstadkomma beaktat den tidsrymd vi talar om.

\*Utöver industrins utveckling beror en stor del av storleken på det totala framtida elbehovet på utvecklingen mot en storskalig elektrifiering av vägtransportsektorn. Även för denna sektor råder det delade meningar om hur snabbt omställningen kan gå, vilket skapar ett osäkerhetsspann som också är viktigt att beakta.

## Kapitel 3.

Det bedömda behovet av  
investeringar och reinvesteringar  
i nätinfrastruktur

# Inledning

- För att komplettera produktionsdelen av elsystemet inkluderas efter önskemål från beställaren en uppskattning kring behov av investeringar och reinvesteringar i elnätet för att möta morgondagens behov och produktion.
- För att **detaljerat** svara på denna fråga krävs ett antal indatakomponenter, t.ex.:
  - Efterfrågan
    - Hur mycket?
    - Geografisk utbredning?
    - Spänningsnivå?
  - Produktion
    - Hur mycket?
    - Vilken typ?
    - Geografisk utbredning?
    - Spänningsnivå?
  - Flexibilitet, antaganden gällande hur mycket flexibilitet kan minska behovet av elnäts kapacitetsexpansion.

# Inledning

Förutom nämnde komponenter behövs även flertalet komplexa samband beaktas, två nämns nedan:

- När ett nytt uttag sker i elnätet så skapas förändringar i det befintliga nätet vilket vid stora ändringar skulle kunna driva på mer investeringar för att hantera den nya balanssituationen. Det är inte alltid så enkelt som att bara dra en ny kabel och koppla på strömmen. En ny kabel kommer i olika grad påverka det omkringliggande nätet.
- Nya uttag på en viss spänningsnivå kan driva upp ett behov av investeringar på andra spänningsnivåer. Om mycket last kopplas in på ex. distributionsnätets nivå så lär det behövas någon form av förstärkning på regionalnätet (som skickar elen till distributionsnätet). Om regionalnätet förstärks kan det i sin tur innebära att någon förändring behöver göras på transmissionsnätets nivå.

Att kartlägga **detaljerat** hur det framtida elbehovet och tillkommande produktion kommer att påverka effektuttaget från elnätet på alla spänningsnivåer är ett mycket komplext arbete där en rad osäkerheter måste beaktas. Framförallt **behövs detaljerad information kring vilket utbud och vilken efterfrågan som råder i olika framtida scenarier**. Dessa två kategorier behöver även ha en viss upplösning när det kommer till volymer, geografisk utbredning samt spänningsnivåer för att på ett erforderligt sätt kunna göra en fullständig analys av det framtida investerings- och reinvesteringsbehovet. En sådan kartläggning ryms inte inom ramen för detta projekt.

*Föreliggande analys är istället en **uppskattning** av det framtida behovet baserat på en rad förenklingar och en betraktelse av de stora drivkrafterna för behov av elnätsinfrastruktur. Fördelen med vår ansats i detta projekt är att man inte behöver steget in i modellering av framtida energisystems produktion- och distributionssammansättning samt att metodiken är transparent och lätt att följa.*



# Metodik och antaganden

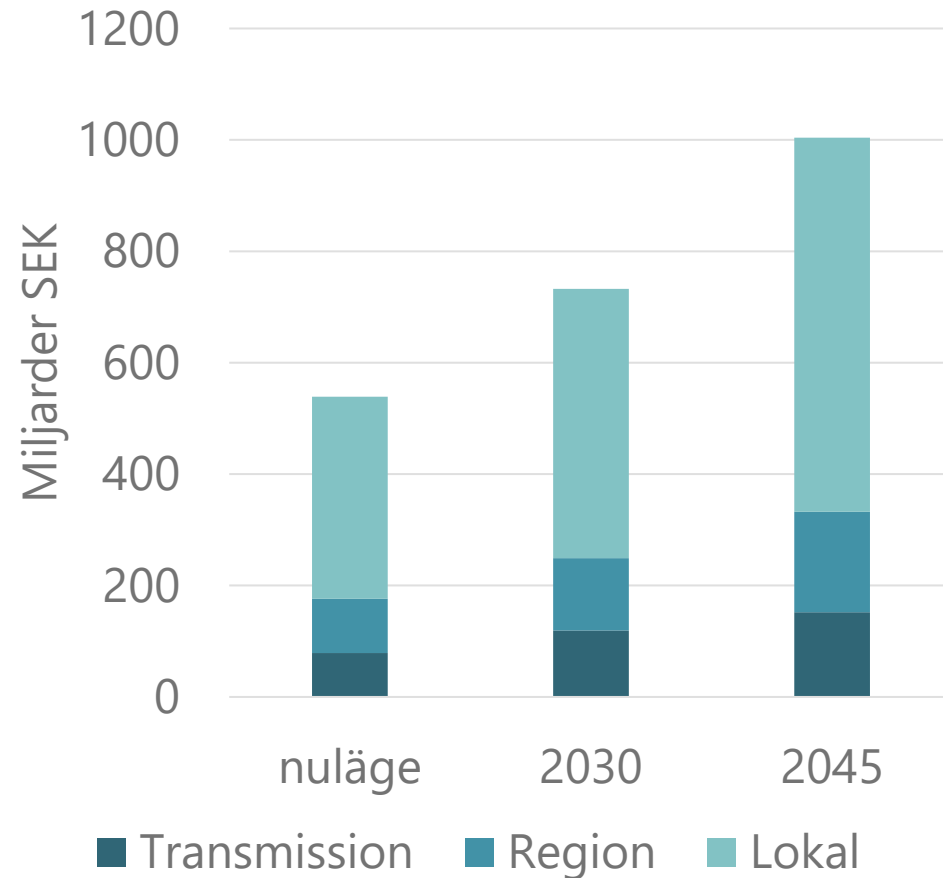
- Utgångspunkten för investeringskalkylen är de inrapporterade kapitalbaser som lämnas in för att EI ska kunna ta ett intäktsramsbeslut. Från dessa kapitalbaser erhålls nuanskaffningsvärden (NUAV) för alla elnät inom Sveriges gränser, vilka beskriver värdet av den nätinfrastuktur som finns på plats idag. NUAV går att dela upp på lokal-, regional- och transmissionsnivå.
- För lokal- och regionnät används följande metodik:
  - Reinvesteringar beräknas utifrån en antagen livslängd på komponenter, i denna rapport 40 år. Man måste därmed reinvestera 2,5 % av NUAV per år för att bibehålla elnätets skick. Ökar investeringarna följer reinvesteringarna med.
  - Idag har vi ett elnät, med tillhörande NUAV, som behövs för att tillgodose den maximala elast som elsystemet kan väntas uppleva varje vinter (cirka 27 GW). För att beräkna investeringskostnader antas att det framtida elnätets indikerade maximala elast kräver en proportionellt lika stor nätinfrastuktur som idag och därigenom en linjär skalning av NUAV. Framtida nätinvesteringar beräknas genom att skala befintligt elnät från idag till 2030 och 2045.

	Elbehovseffekt, GW	Ökning av elbehovseffekt/NUAV jämfört med nuläge, %
nuläge	27	
2030	36	+33
2045	50	+85

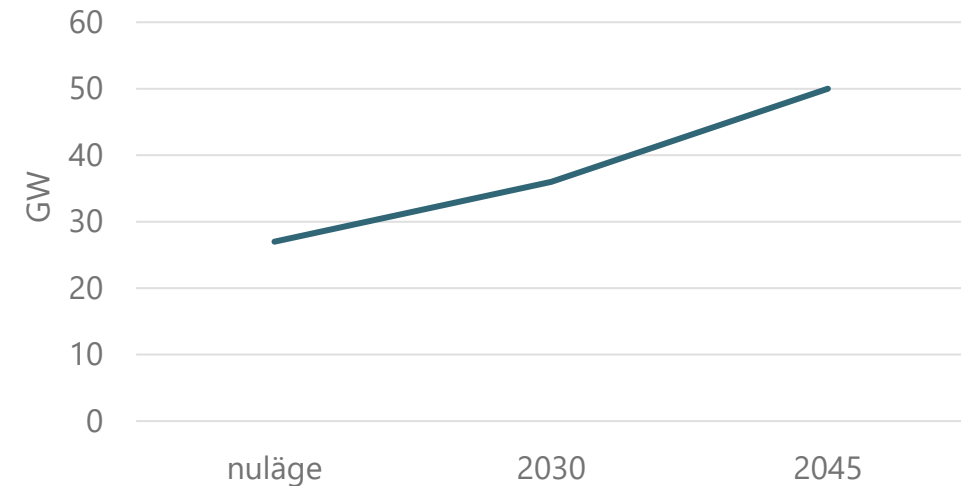
- För transmissionsnätet skiljer sig metodiken något då det finns mer underlag att utgå ifrån:
  - SvK har publicerat en systemutvecklingsplan fram till 2032 utifrån vilken kommande investeringsbehov (både reinvesteringar och nyinvesteringar) kan utläsas. Vidare beskrivs i SvKs rapport vilken investeringsnivå för nya projekt som finns inom deras horisont (totalt sett från idag och efter 2022), detta värde (170 miljarder SEK) har antagits gälla fram till 2045. Investeringsnivån mellan 2032 och 2045 blir ett resultat av en interpolering mellan kända värden, givet antaganden, år 2032 och 2045.
  - Reinvesteringar i transmissionsnätet efter 2032 har beräknats utifrån antagandet om 40 års livslängd.
- Nuanskaffningsvärdet utgår från **2018 års penningvärde** och ingen diskontering används för framtida investeringar eller reinvesteringar.

# Framtida maximalt eleffektbehov och nuanskaffningsvärdet på Sveriges elnät

Utveckling av nuanskaffningsvärdet (2018 års penningvärde)



Utveckling av maximalt eleffektbehov i Sverige

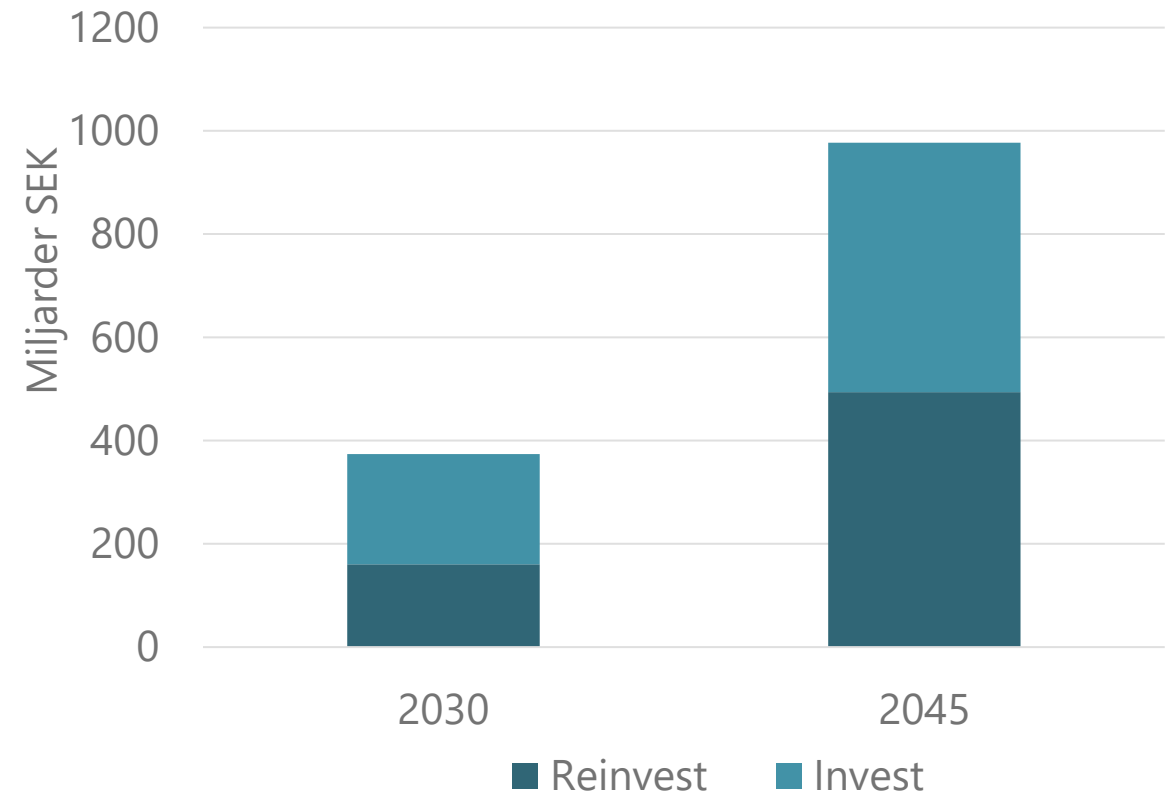


# Totalt investeringsbehov

Figuren visar investeringsbehov uppdelat på reinvesteringar och investeringar. För alla nätnivåer och inkluderar all infrastruktur för ett fungerande elnät.

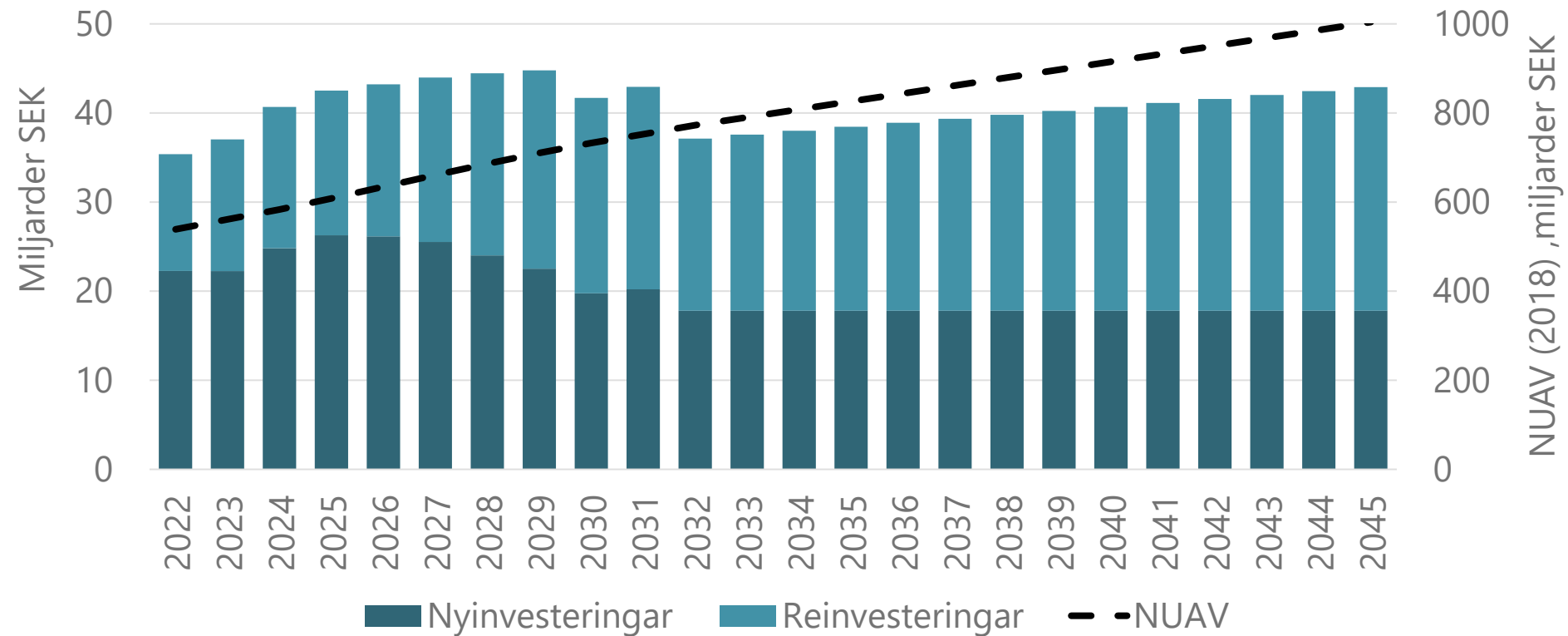
Totalt investeringsbehov:

- 2030: **400** Miljarder SEK
- 2045: **1000** Miljarder SEK



# Nyinvesteringar och reinvesteringar per år summerat för alla nätnivåer

Diagrammet nedan visar nyinvesteringar och reinvesteringar per år. Summeringen av dessa till 2030 och 2045 redovisas på föregående bild



# Kapitel 4.

## Reinvesteringsbehov i befintlig produktionskapacitet

# Introduktion

- I del 1 av detta projekt (sommaren 2022) beräknades "gapet" mellan utbudet på elproduktion och efterfrågan på el. Gapet differentierades mellan eleffekt och elenergi. Efterfrågan på el följer Energiföretagens högelscenario som togs fram under hösten 2021 och som kompletterades med ny information i del 1 av projektet.
- Gällande utbudssidan exkluderas framtida potentiell utbyggnad av elproduktion, detta projekt tar alltså inte ställning till hur mycket eller vilka tekniker som kan komma att möta det framtida behov. Utbudet hanteras istället genom att frysa den befintliga produktionsmixen i Sverige men samtidigt ta hänsyn till att det redan finns färdiga kontrakt för att bygga ny vindkraft. Svensk vindenergi har data om utbyggnadstakten av vindkraft fram till och med 2024. De gap som identifierades i del 1 representerar därmed det under-/överskott av effekt och energi som behöver hanteras fram till 2030 och 2045, **givet att all tillgänglig produktion idag reinvesteras i och finns kvar för att möta den framtida efterfrågan.**
- I detta avsnitt kompletteras gapanalysen i del 1 med en bedömning av hur stor denna reinvestering kan tänkas vara, sett till effekt och energi, och hur den fördelas mellan de olika produktionslagen.

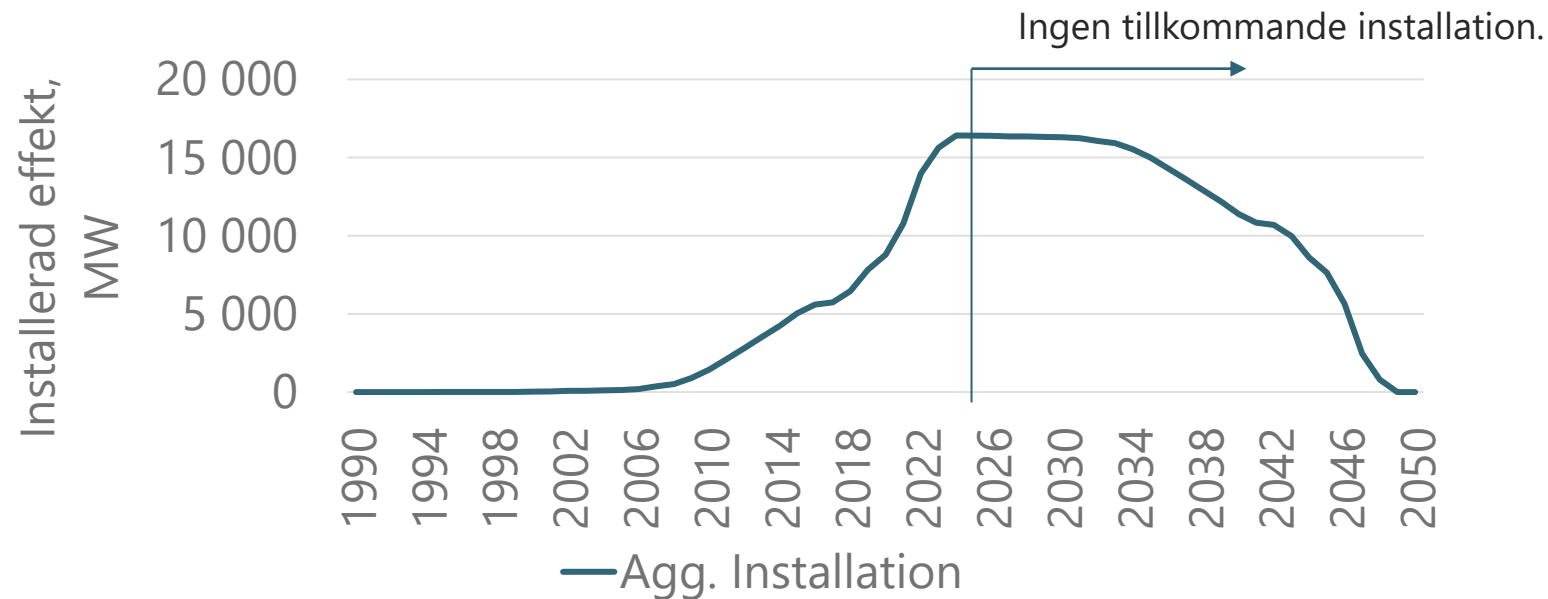
# Antaganden och metodik

- Vi har ett antal produktionsslag i Sverige som justeras med stigande ålder, vi använder SvKs gruppering<sup>1</sup> av kraftslag:
  - Vindkraft
  - Kärnkraft
  - Vattenkraft
  - Kraftvärme (industri + fjv)
  - Kärnkraft
  - Kondensdrift
- Gasturbiner och solkraft har exkluderats i analysen då dessa vid tillgänglighetsberäkningarna viktas med 0 eller nära 0.
- På följande bilder beskrivs antaganden och metodik för respektive kraftslag (exklusive gasturbiner och solkraft).
- Frågan kring anläggningars livslängd är något filosofisk då anläggningar i många fall kan användas längre än den indikerade livslängden, givet att ett kontinuerligt underhåll med stundom större insatser utförs. Som exempel antas livslängden för kraftvärmeanläggningar vara 30 år men många kraftvärmeverk används långt längre än denna indikerade livslängd. Dock gäller att någonstans vid 25-30 års drifttid börjar underhållskostnader att öka och det behövs ta beslut på att göra en större revision av anläggning om den ska användas en längre tid framöver. Så även om anläggningen inte läggs ner och ersätts av en ny så krävs det stora insatser för att hålla igång denna el och värmeproduktion. Att räkna med 30 års livslängd indikerar därmed hur mycket effekt som kommer stå inför signifikanta investeringsbelopp oavsett om anläggningen reinvesteras i eller läggs ner (och då ersätts av en nyinvestering)

<sup>1</sup> <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/kraftbalansen-pa-den-svenska-elmarknaden-rapport-2021.pdf>

# Vindkraft

- Uppskattning av ålder: genom data från Vindbrukskollen som är en nationell karttjänst för projekterade och befintliga vindkraftverk. Databasen uppdateras kontinuerligt. <https://vbk.lansstyrelsen.se/>
- Teknisk livslängd: 25 år





# Kärnkraft

- Uppskattning av ålder:
  - Ringhals: <https://powerplants.vattenfall.com/sv/ringhals/>
  - Forsmark: <https://group.vattenfall.com/se/var-verksamhet/forsmark>
  - Oskarshamn: <https://www.okg.se/oskarshamn-3>
- Teknisk livslängd: 60 år
- Projektet har inte tagit ställning till eventuella livstidsförlängande åtgärder som skulle kunna öka total livstid ytterligare.
- Alla reaktorer som är i drift idag finns kvar till 2030 men bara Forsmark 3 och Oskarshamn 3 finns kvar till 2045.

# Kraftvärme (industri och fjärrvärme)

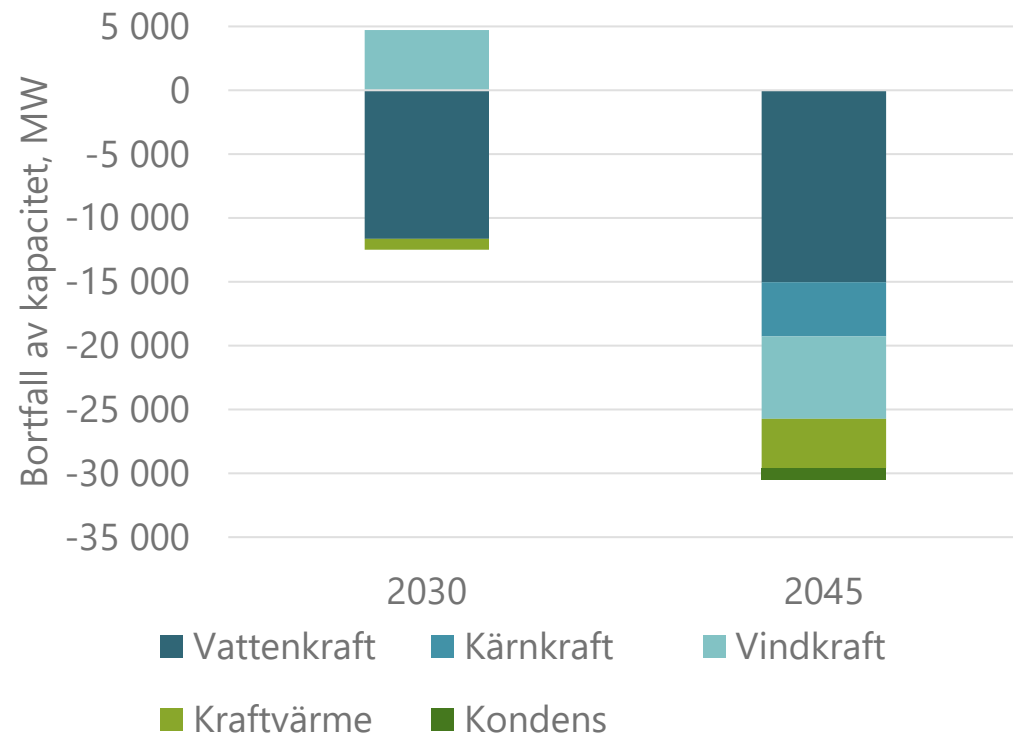
- 2018 gjordes en enkätstudie inom NEPP där merparten av Sveriges energiföretag svarade på frågor kring kraftvärmeanläggningar. Svaren sträcker sig fram till år 2030 och sammanställningen från denna enkät utgör installerad effekt år 2030 i kraftvärme kopplad till fjärrvärme. [http://nepp.se/pdf/12\\_Kraftvarmens\\_framtid\\_Johnsson.pdf](http://nepp.se/pdf/12_Kraftvarmens_framtid_Johnsson.pdf)
- Enkäten ger ingen vidare information efter 2030 och för att uppskatta reinvesteringsbehovet fram till 2045 har en databas över merparten av Europas kraftanläggningar använts. [Databasen](#) har skapats och underhålls av Jan Kjærstad på Energiteknik, Chalmers tekniska högskola.
- För industriella kraftvärmeanläggningar samt kondenskraftverk har enbart databasen använts för att uppskatta reinvesteringsbehovet.
- Antagen teknisk livslängd:
  - Industriella kraftvärmeanläggningar: 30 år
  - Kondenskraftverk: 60 år

# Vattenkraft

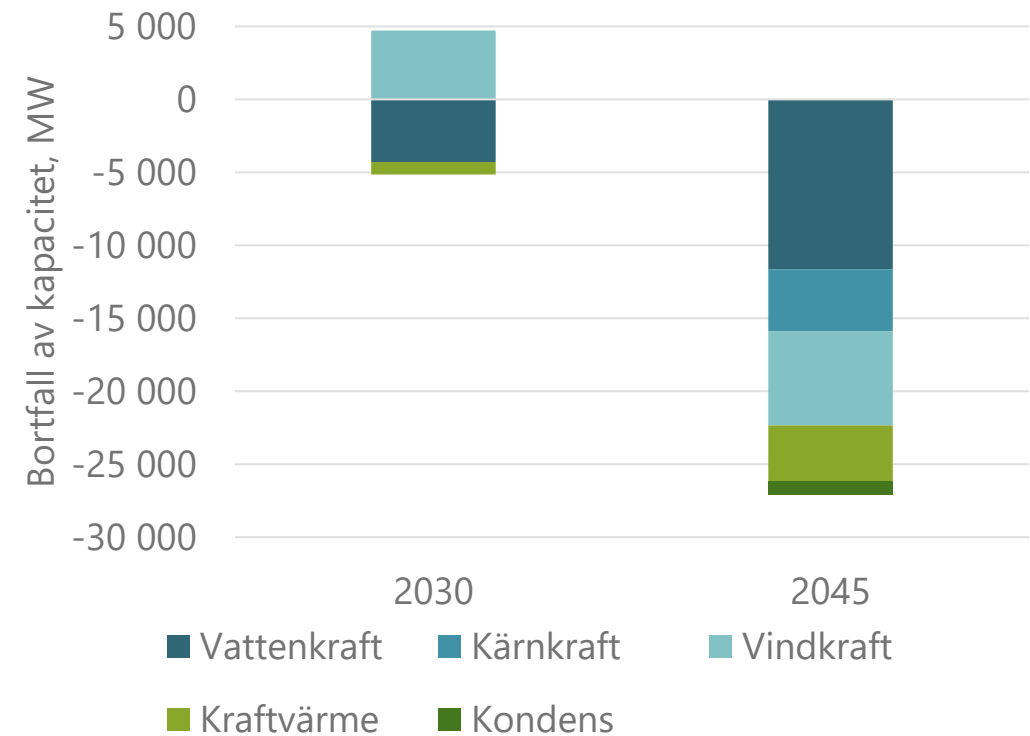
- Reinvesteringsbehovet inom svensk vattenkraft har uppskattas med tidigare nämnd databas från Chalmers, se *Kraftvärme (industri och fjärrvärme)*.
- Flertalet vattenkraftverk i Sverige och världen har nu varit i drift i över 100 år, detta gör det svårt att bestämma en specifik livslängd som gäller för alla vattenkraftverk i Sverige. Detta medför att tre olika livslängder antagits vilket resulterar i tre utfall för hela det svenska reinvesteringsbehovet.
- Teknisk livslängd:
  - Fall 1. 100 år
  - Fall 2. 75 år
  - Fall 3. 60 år

# Installerad effekt, förändring jämfört med nuläge

## 60 års livslängd på vattenkraften

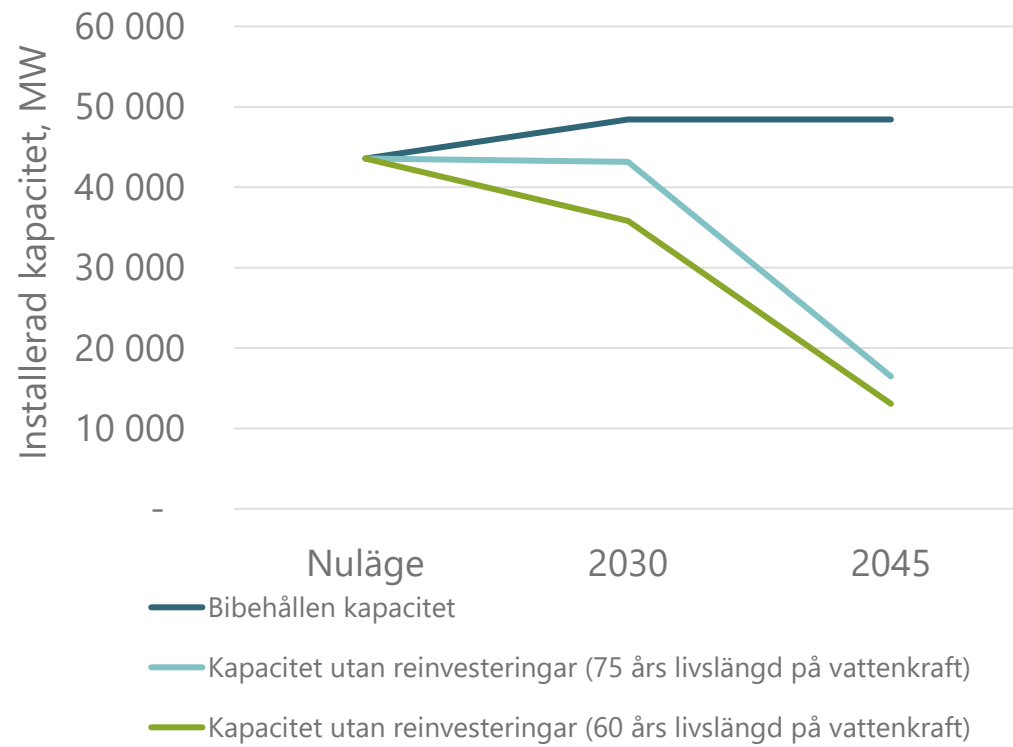


## 75 års livslängd på vattenkraften

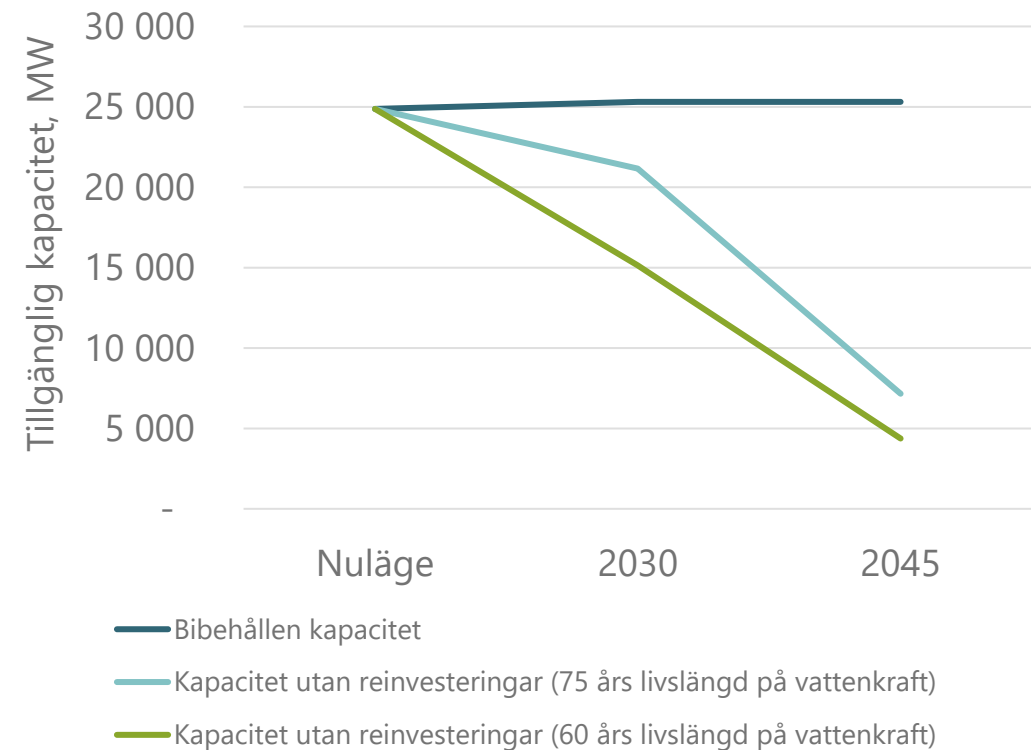


# Resultat: installerad och tillgänglig kapacitet

## Installerad kapacitet

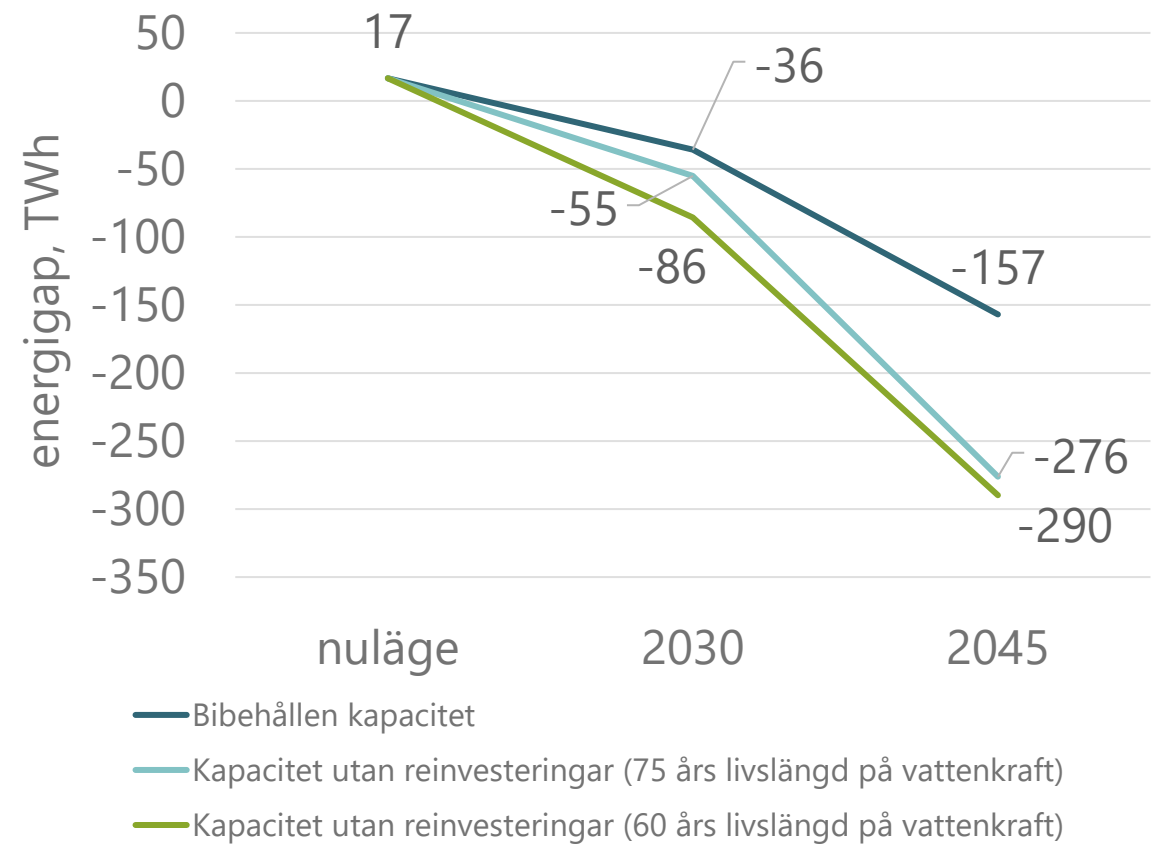
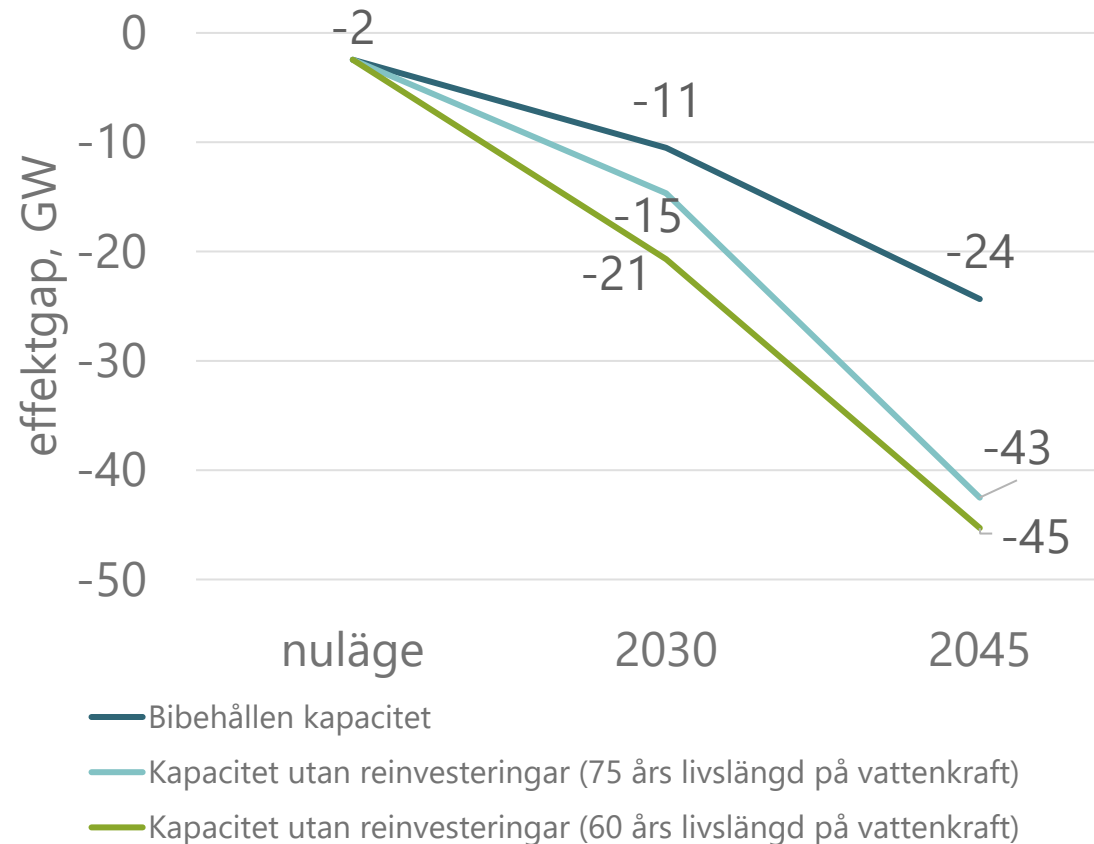


## Tillgänglig kapacitet\*



\* Tillgänglig kapacitet innebär installerad kapacitet som viktas med tillgänglighetsfaktorer (för vinterperiod) för respektive produktionsslag. Faktorer som används kommer från SvKs årliga effektrapport. <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2022/kraftbalansen-pa-den-svenska-elmarknaden-rapport-2022.pdf>

# Förändring av effekt- och energigap med hänsyn till reinvesteringsbehov



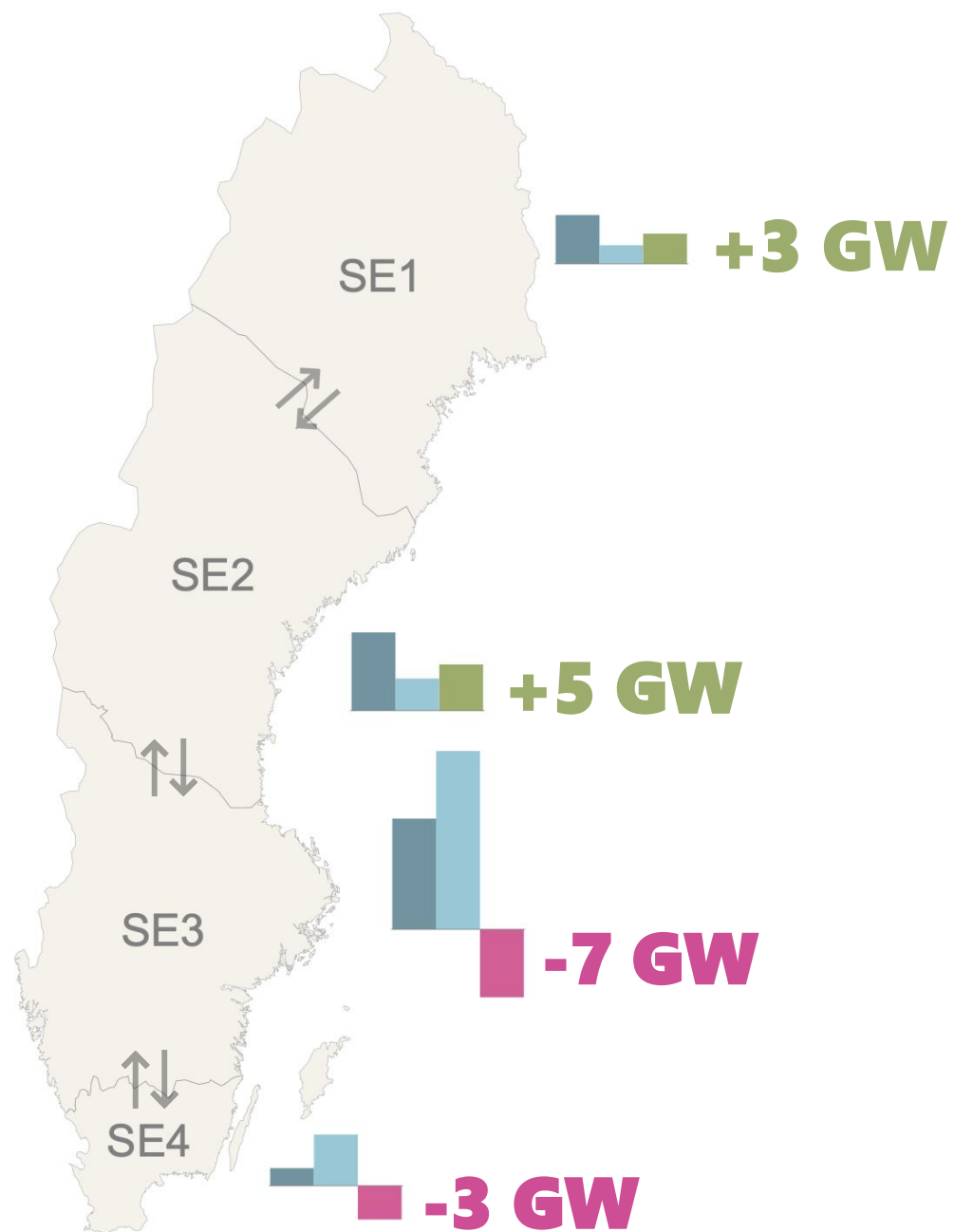
Om befintlig produktion reinvesteras i och finns kvar framöver så ökar effektgapet (på Sverigenivå) från - 2 GW till -11 GW år 2030 och -24 GW år 2045. Om man inkluderar reinvesteringsbehovet i befintlig produktion är det faktiska effektgapet -12/-15 och -34/-43 GW till år 2030 och 2045. Variationen i effektgap inom ett år beror på antagen livslängd för befintlig vattenkraft.

# Kapitel 5.

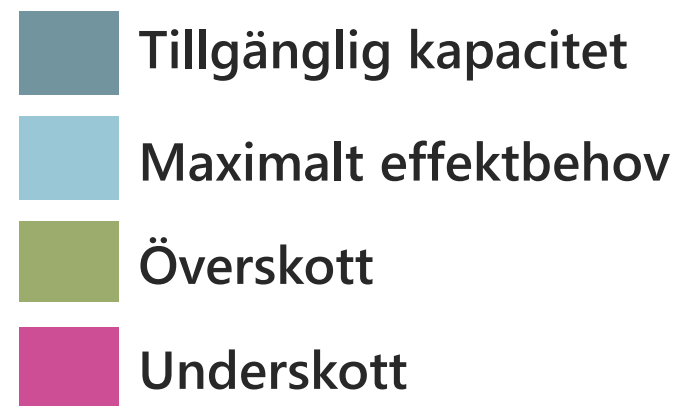
## Kartor över effekt- och energigap för åren 2022, 2030 & 2045

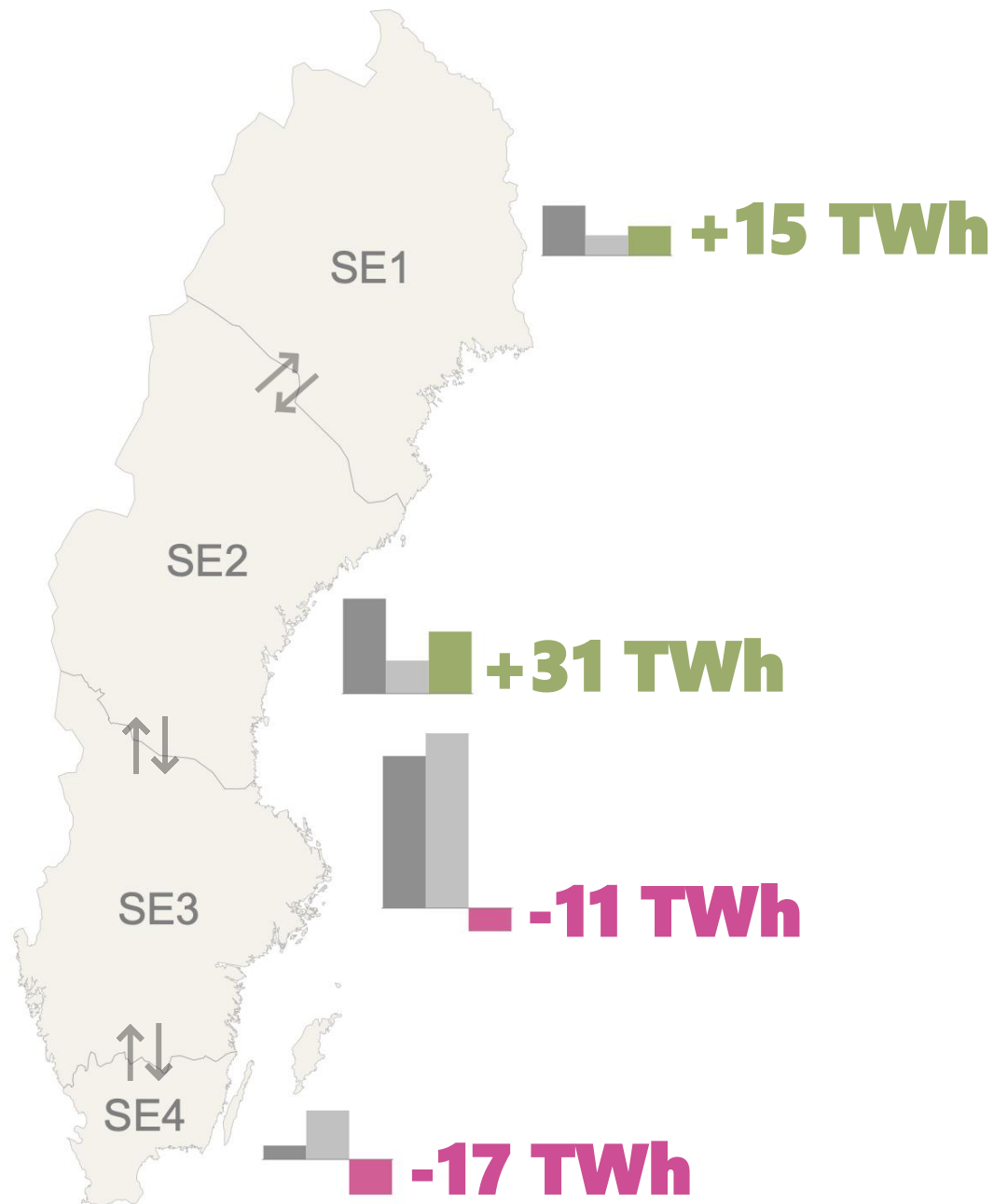
- *Följande kartor visar den möjliga effekt- och energibalansen per elområde idag (2022), 2030 samt 2045.*
- *Balansen visas som ett överskott eller underskott av GW respektive TWh för respektive elområde. Gapet utgör skillnaden mellan maximalt effektbehov och tillgänglig kapacitet samt mellan total (maximal) elanvändning (enligt Högelscenariot 2022) och dagens befintliga elproduktion.*
- *Gapen som redovisas gäller för antagandet om 60 års livslängd på vattenkraften.*
- *Kartorna beskriver situationen om ingen ytterligare kapacitet eller produktion tillkommer utöver den som redan är under byggnation och att inga reinvesteringar görs i befintlig kapacitet fram till 2045. Detta skiljer sig från de kartor som visades i Almedalen 2022 som byggde på antagandet om att dagens befintliga elproduktion och tillgänglig kapacitet bibehålls fram till 2045.*
- *Gapet indikerar därmed hur stor insats (i GW och TWh) som krävs för att möjliggöra elektrifiering enligt Högelscenariot 2022. Indikerade gap kan fyllas genom ny elproduktion inom Sverige och/eller med import av el.*





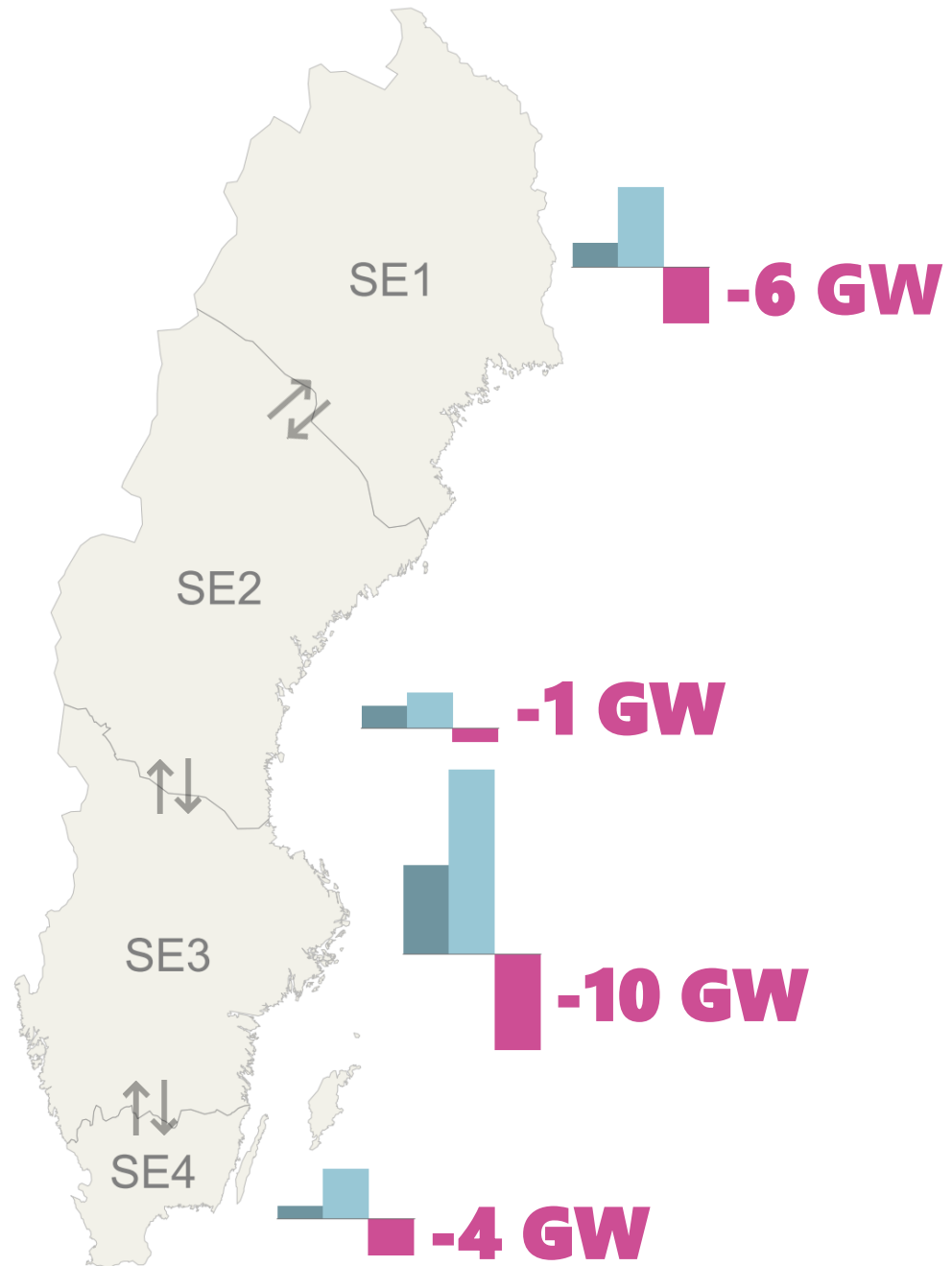
# Effektbalans per elområde 2022





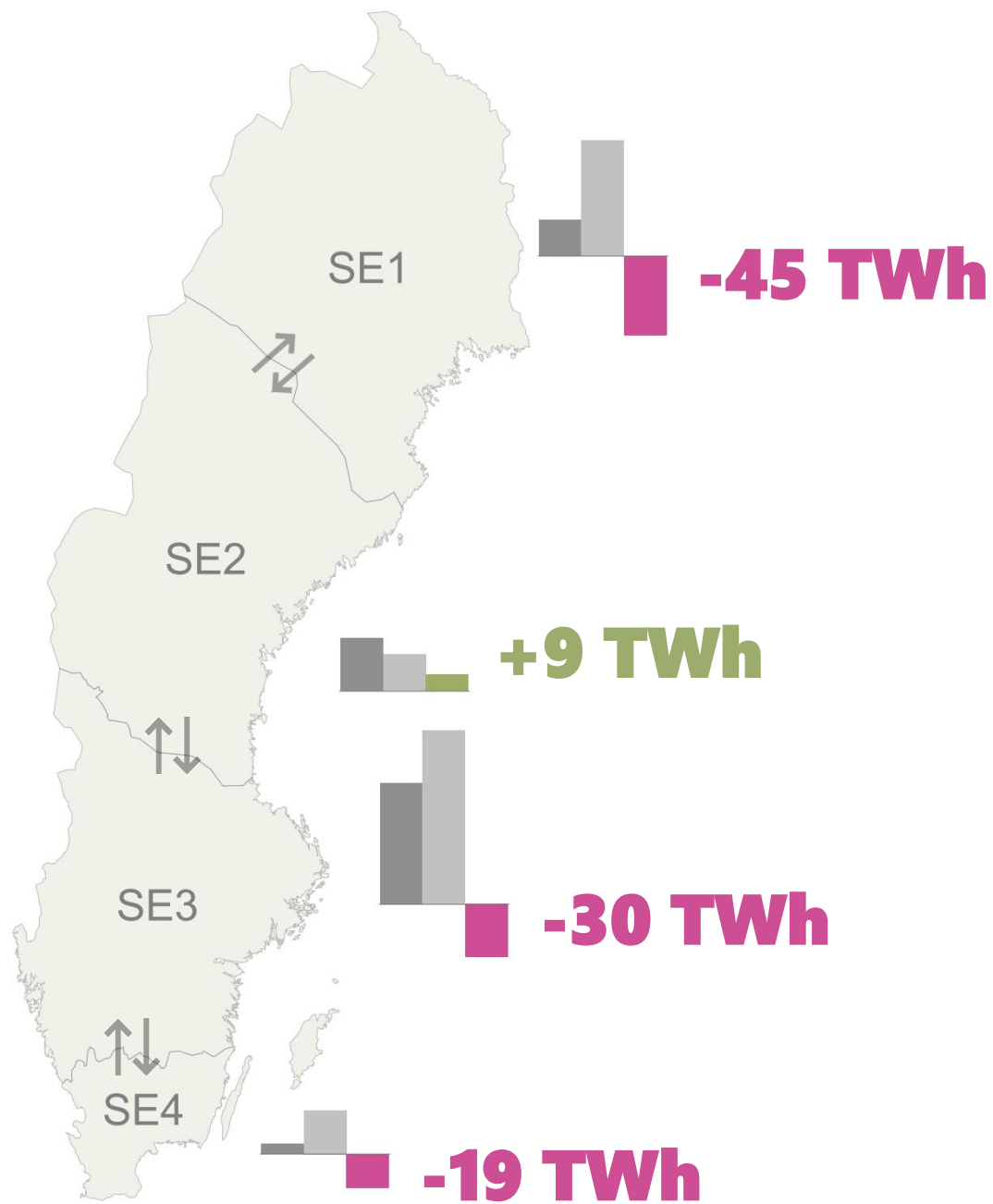
# Energibalans per elområde 2022

- Total elproduktion
- Totalt elbehov
- Överskott
- Underskott



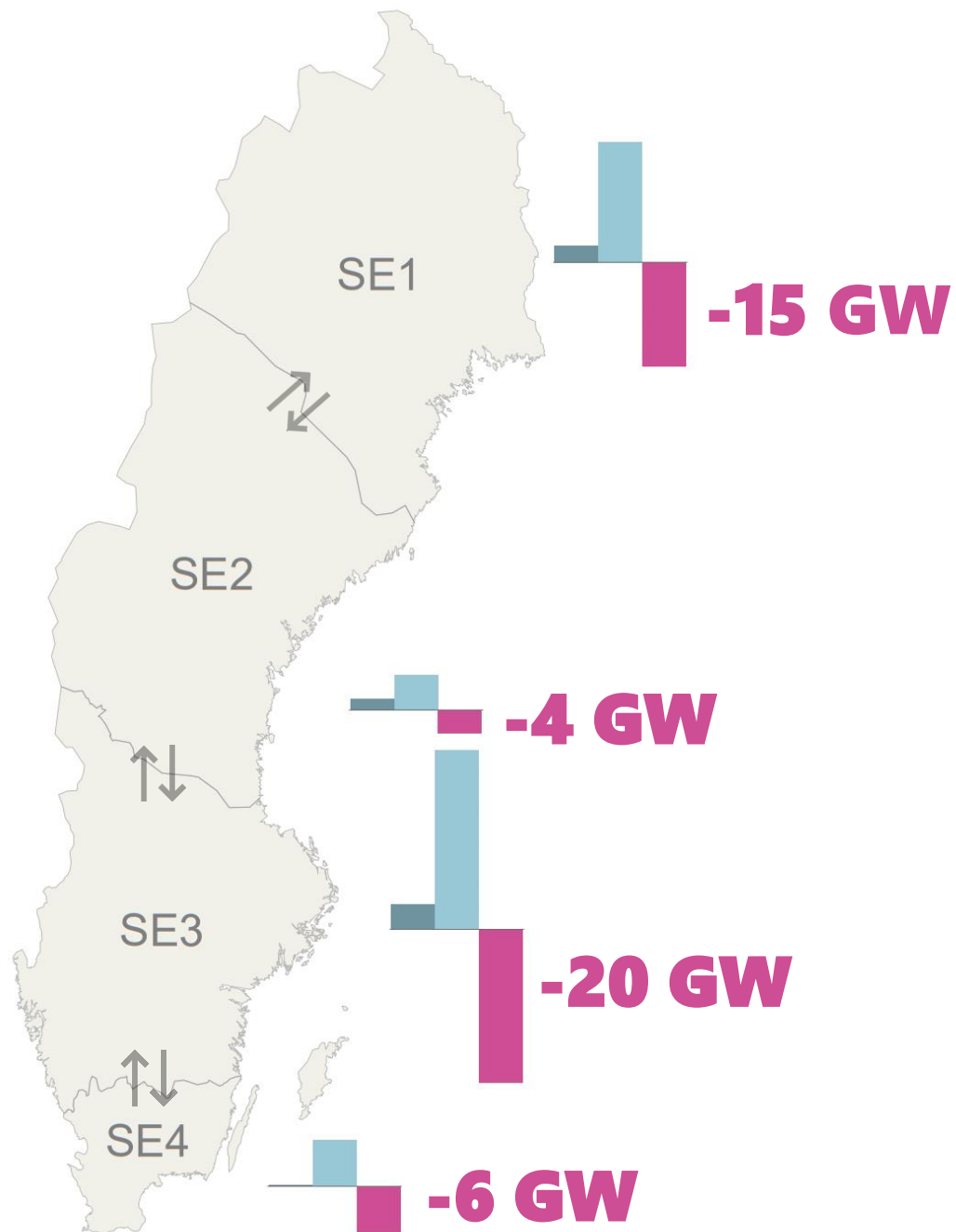
# Effektbalans per elområde 2030

- Tillgänglig kapacitet
- Maximalt effektbehov
- Överskott
- Underskott



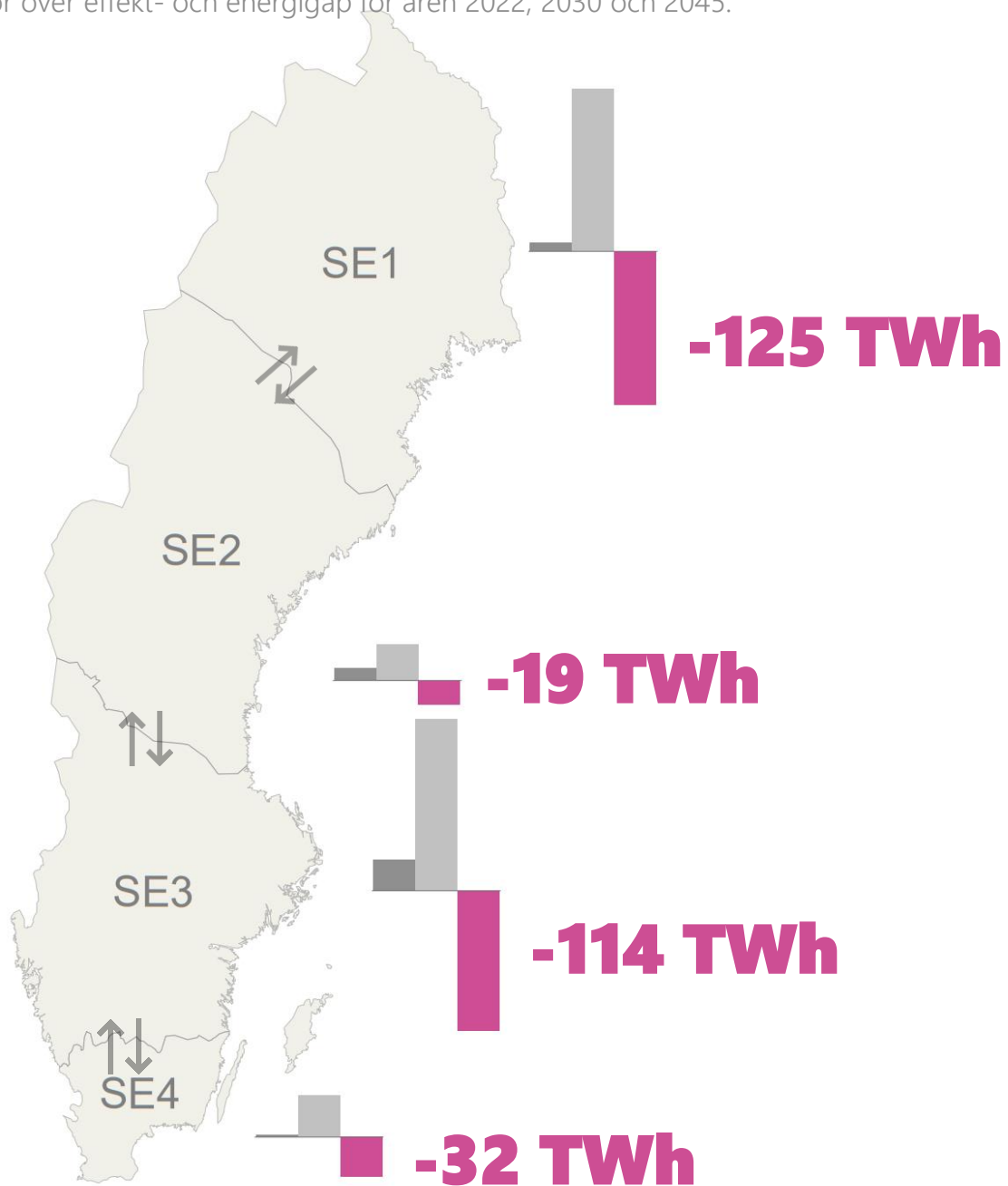
# Energibalans per elområde 2030





# Effektbalans per elområde 2045

- Tillgänglig kapacitet
- Maximalt effektbehov
- Överskott
- Underskott

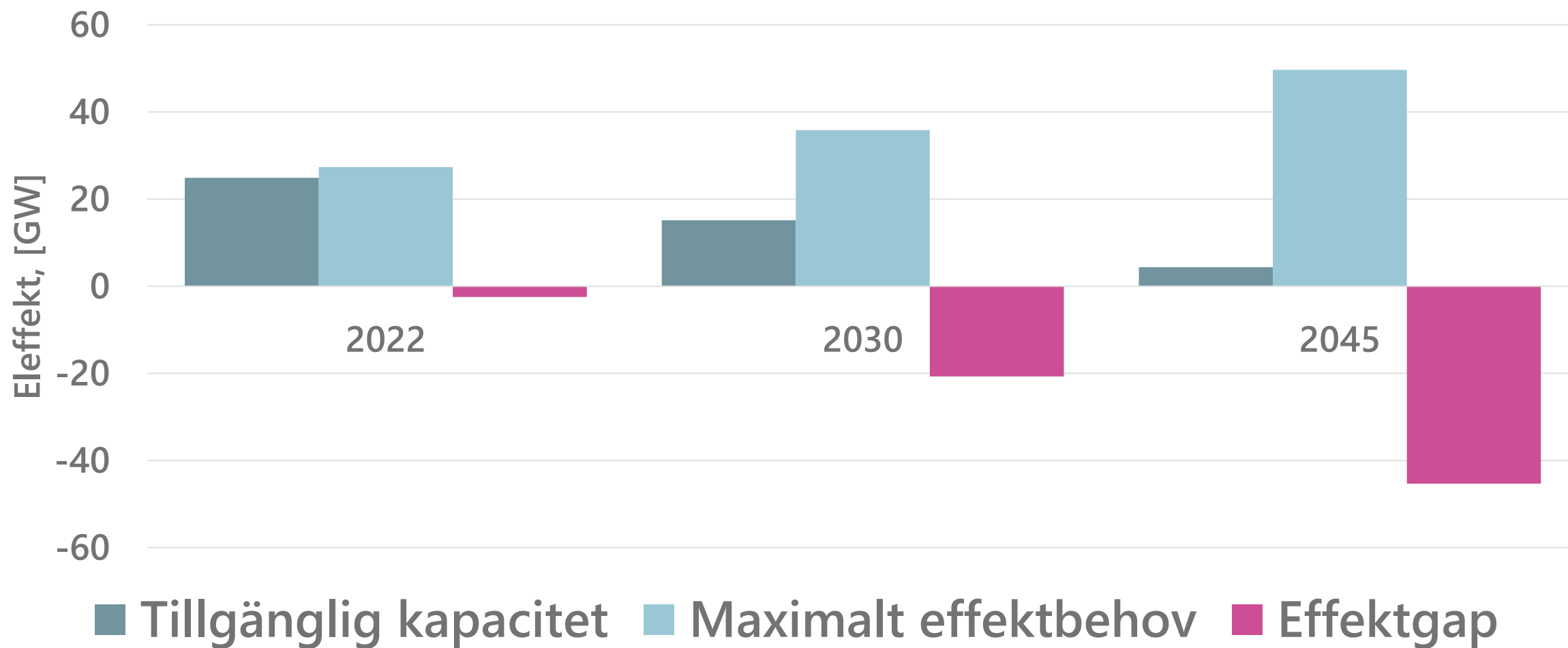


# Energibalans per elområde

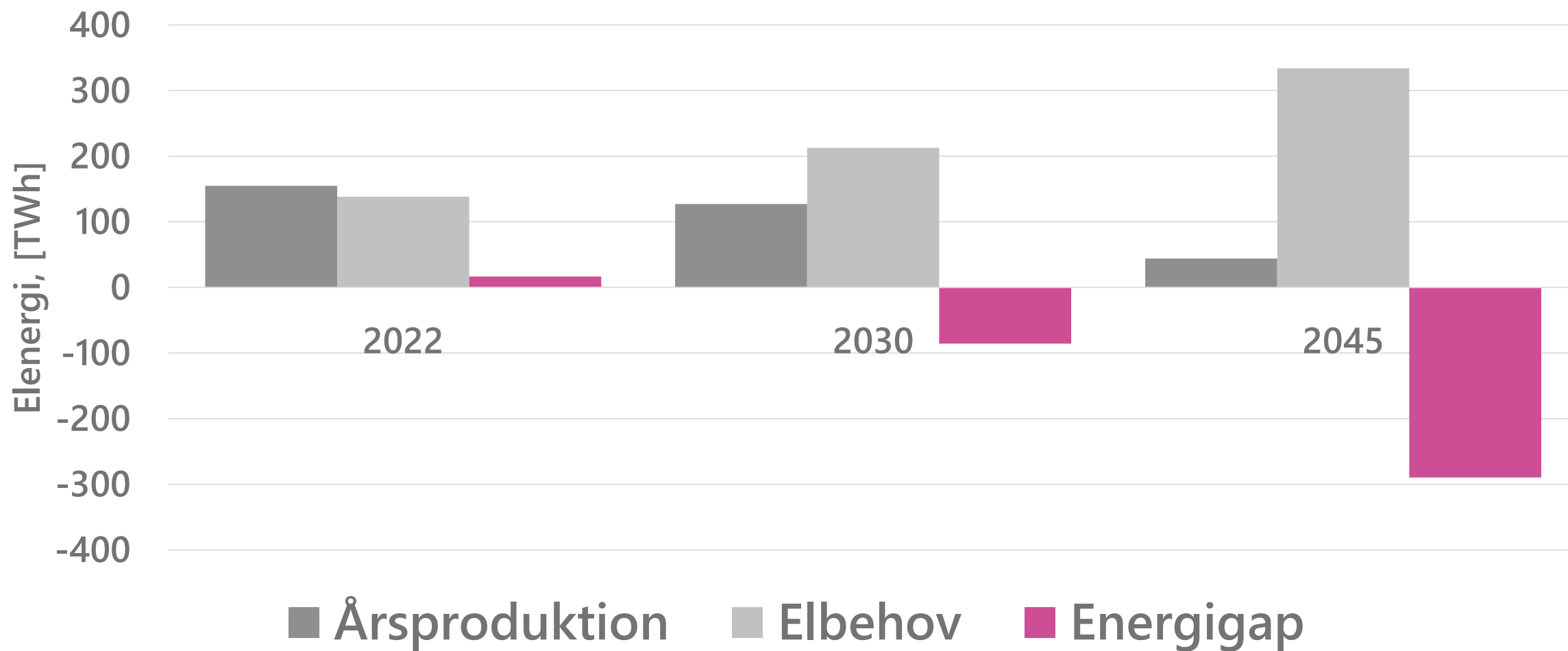
# 2045

- Total elproduktion
- Totalt elbehov
- Överskott
- Underskott

# Effektgap, hela Sverige

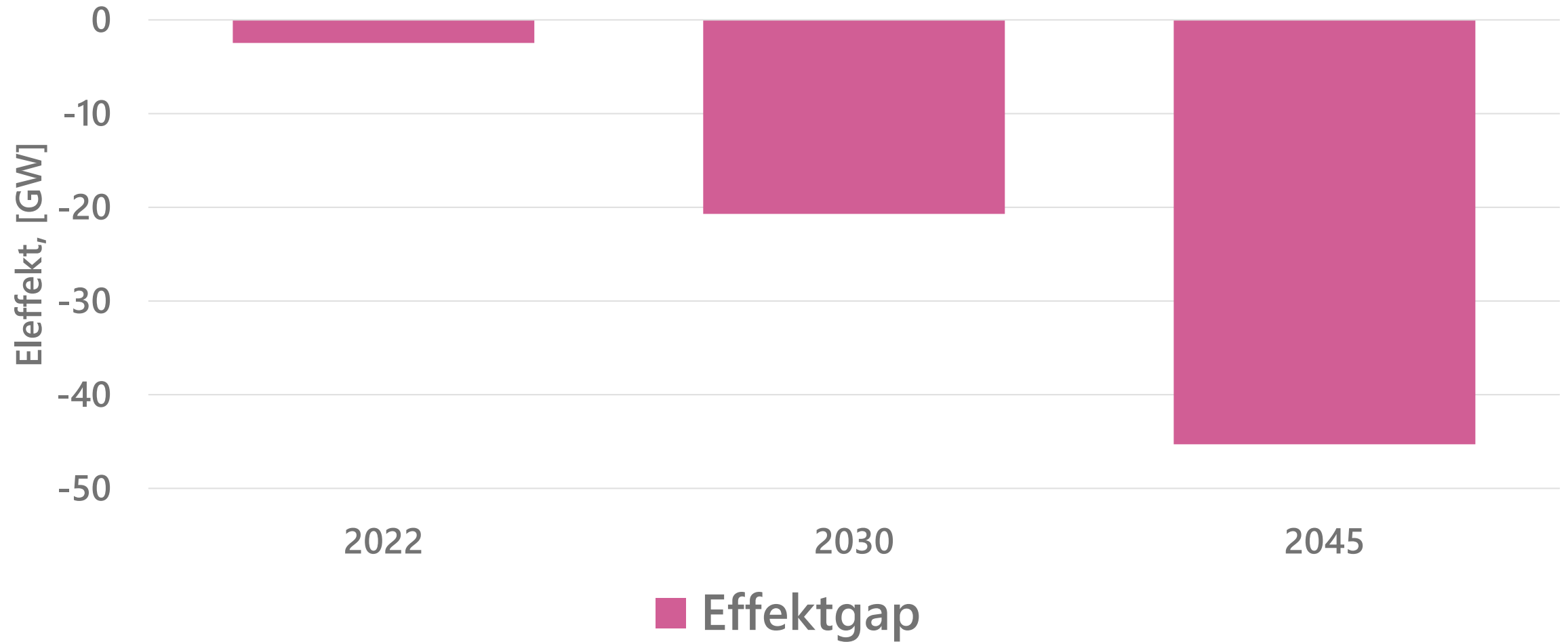


# Energigap, hela Sverige

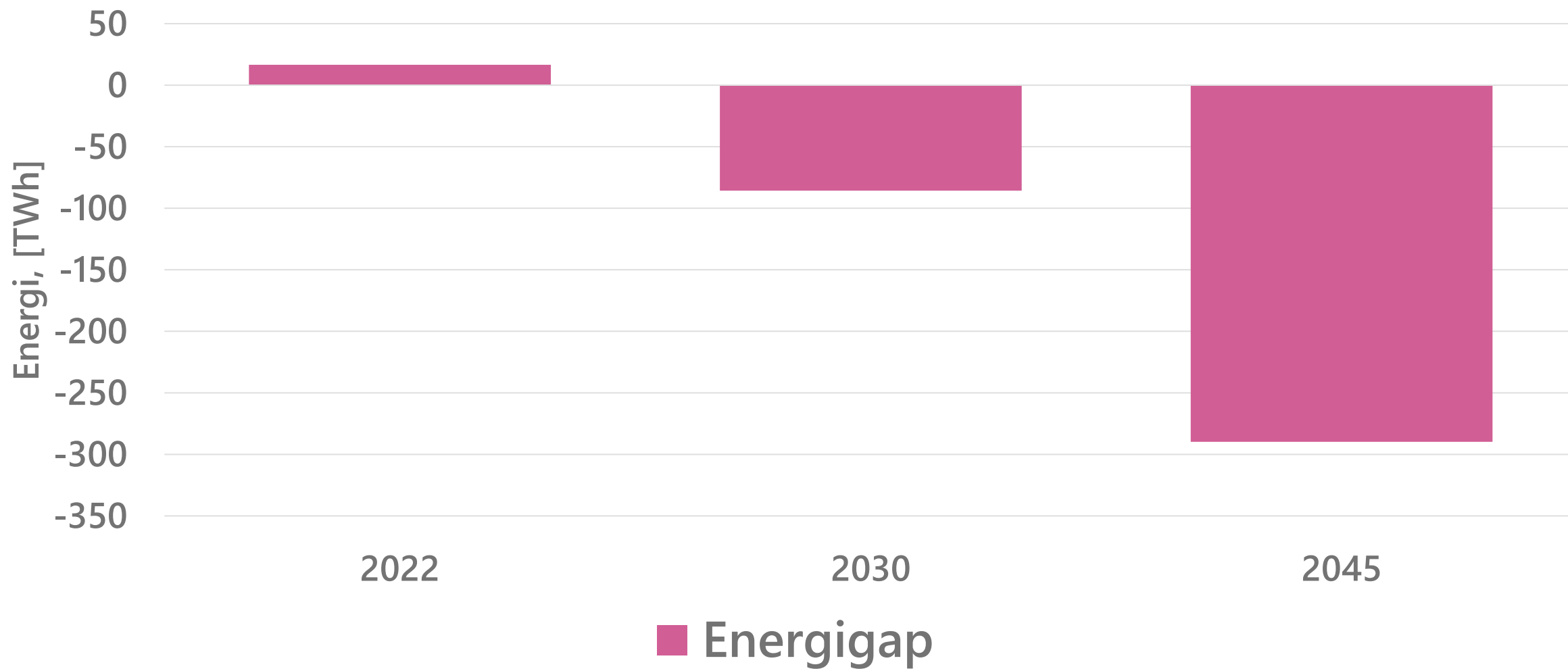




# Effektgap, hela Sverige



# Energigap, hela Sverige



## Kapitel 6.

Eleffektbehov över flera tidskalor och  
kopplingen till framtida flexibilitet

# Antaganden och metodik

- Max eleffektbehov från tidigare leverans "del 1" kompletteras här med eleffektbehov över tid och dess koppling till flexibilitet. Med effektbehov över tid fångas vilken kontinuerlig elast som elsystemet "känner" under de mest ansträngda perioderna och det ger en första indikation på hur mycket nytta olika typer av flexibilitet kan bidra med.
- En fråga man ställer sig när man ser det maximala effektbehovet är: *"Hur ser perioden runt omkring denna tidpunkt ut?"*
- För att beräkna eleffektbehov över tid används glidande medelvärden över olika tidsskalor. Tidsskalorna är valda för att reflektera de framtida tekniker som kan komma att erbjuda flexibilitet. Följande tidsskalor har använts:
  - 12 h
  - 24 h
  - 48 h
  - 1 vecka (24h \* 7 dagar) = 168 h
- Den typ av flexibilitet som antas kunna arbeta över dessa tidsskalor och som potentiellt kan bidra till att sänka elbehovet är:
  - Förbrukningsflexibilitet i form av elvärme, hushållsel, transporter samt el till elektrolysörer för vätgas
  - Elsystemflexibilitet genom storskaliga batterier
- Historiskt, med en elproduktion som tillgodoses med termiska anläggningar och där ökat effektbehov i regel betyder ökad produktionskostnad, är flexibilitet en form av lastutjämning. Det framtida produktionssystemet, med mer intermittent elproduktion, kommer dock att efterfråga flexibilitet under timmar som inte alltid ser de högst eleffektbehoven. Produktionskostnaden av el kommer kopplas mer och mer mot den så kallade nettolasten (eleffektbehovet – tillgänglig produktion från vind och sol).
- ***I detta projekt har vi inte tagit hänsyn till framtida nettolaster som styrsignal för flexibilitet, då detta kräver fullständiga scenarioanalyser kring produktionsutbyggnad som möter det framtida elbehovet vilket medför modellkörningar (investerings- och produktionsoptimering). Istället exemplifierar vi på kommande bilder effekten av en enklare lastutjämningsflexibilitet samt kvalitativt illustrerar den möjliga potentialen till flexibilitet.***

# Bidrag från flexibilitet till sänkning av elbehov

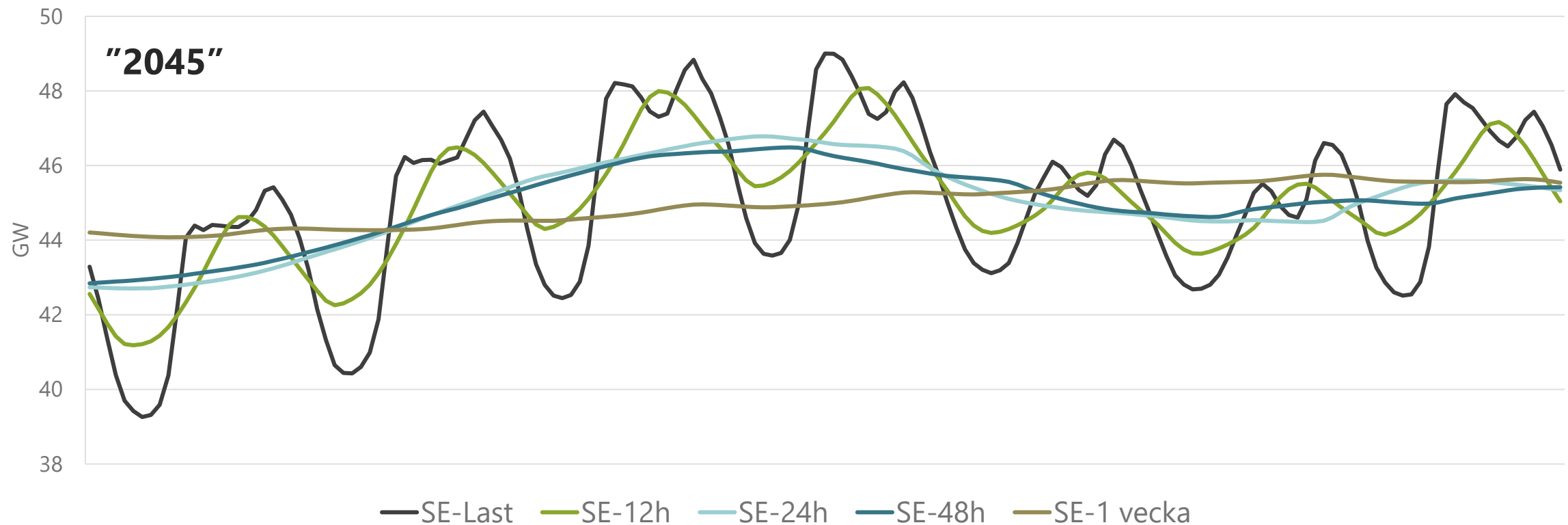
- Utgångspunkten i gap-analyserna är sammanställningen av det underliggande elbehovet för idag ("nuläge"), 2030 och 2045
- Nedan redovisas eleffektbehovet för hela Sverige år 2045 under veckan som omsluter dygnet med högsta medel samt timmen med högsta elbehov. Observera att detta är det underliggande elbehovet, dvs. före någon eventuell flexibilitet på användarsidan har aktiverats.



- Förbrukningsflexibilitets har en tydlig tidsdimension då det behov som tillfälligt kan undvikas med flexibilitet måste förberetts för. Flexibilitet kan skjuta behovet både framåt och bakåt i tid genom att senare- eller tidigarelägga aktiviteter som använder el. För att batterier ska kunna urladdas (och sänka produktionsbehovet) måste de tidigare ha laddats och om man undviker elbilsladdning måste denna laddning ske någon annan gång (givet att transportarbetet är konstant över tid).
- Under den mest ansträngda veckan är lasten generellt väldigt hög och bidraget från flexibilitet att jämma ut lasten begränsas av potentialen till laddning av flexibilitet/möjligheten att ta ikapp uppskjutet elbehov. Om vi tar bort last den tredje dagen riskerar vi att behöva höja lasten dag två eller fyra för att sammantaget få balans i förbrukning.
- Denna tidsdimension gör att bidraget från flexibilitet under en generellt väldigt ansträngd period, i många fall, är lägre än den samlade totala potentialen till flexibilitet i systemet.

# Lastutjämning under den mest ansträngda veckan

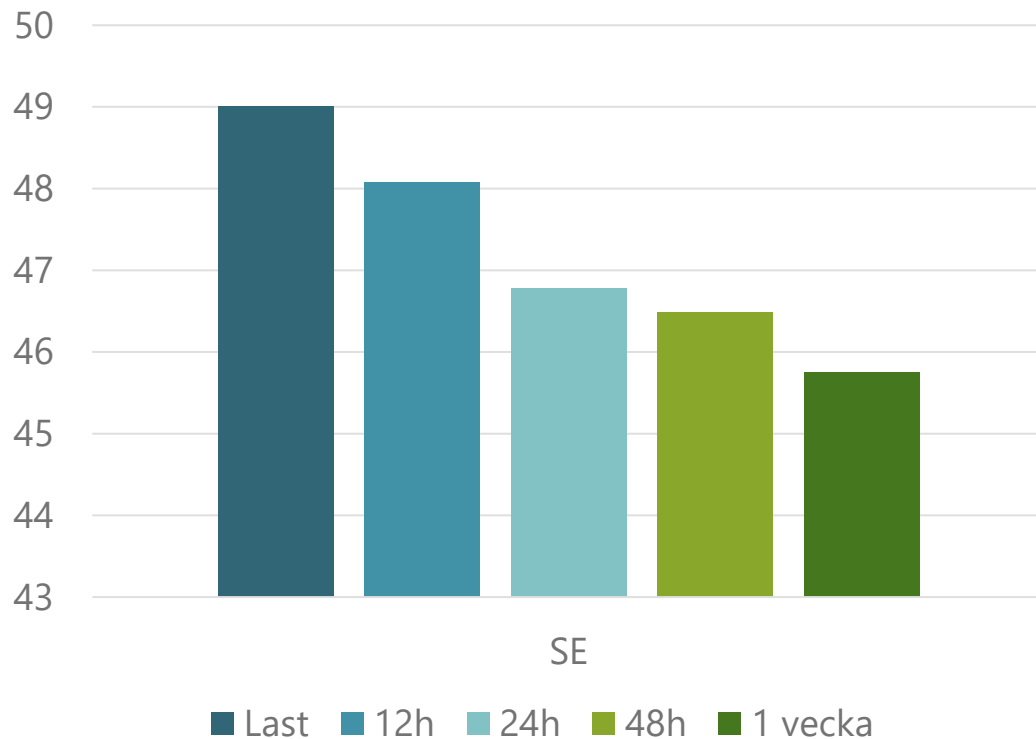
- Givet att produktionskostnaden för el enbart varierar med eleffektbehovet kan lastutjämning användas för att få en uppfattning om vilken reduktion av eleffekt som kan erhållas med olika tekniker.
- Lastutjämning: glidande medelvärden för olika tidsperioder. SE-12h innebär ett glidande medelvärde som tittar +/-6 timmar från aktuell timme.



# Maximalt eleffektbehov med lastutjämning 2045

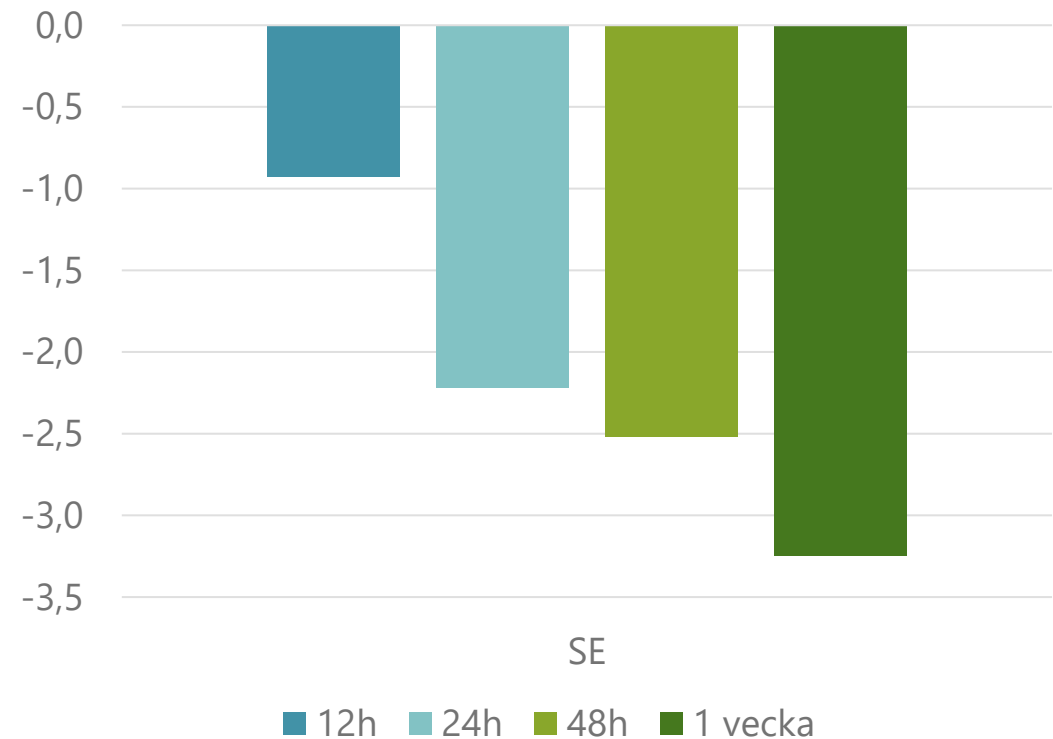
## Maximalt eleffektbehov, GW

"2045"



## Minskning av eleffektbehov, GW

"2045"

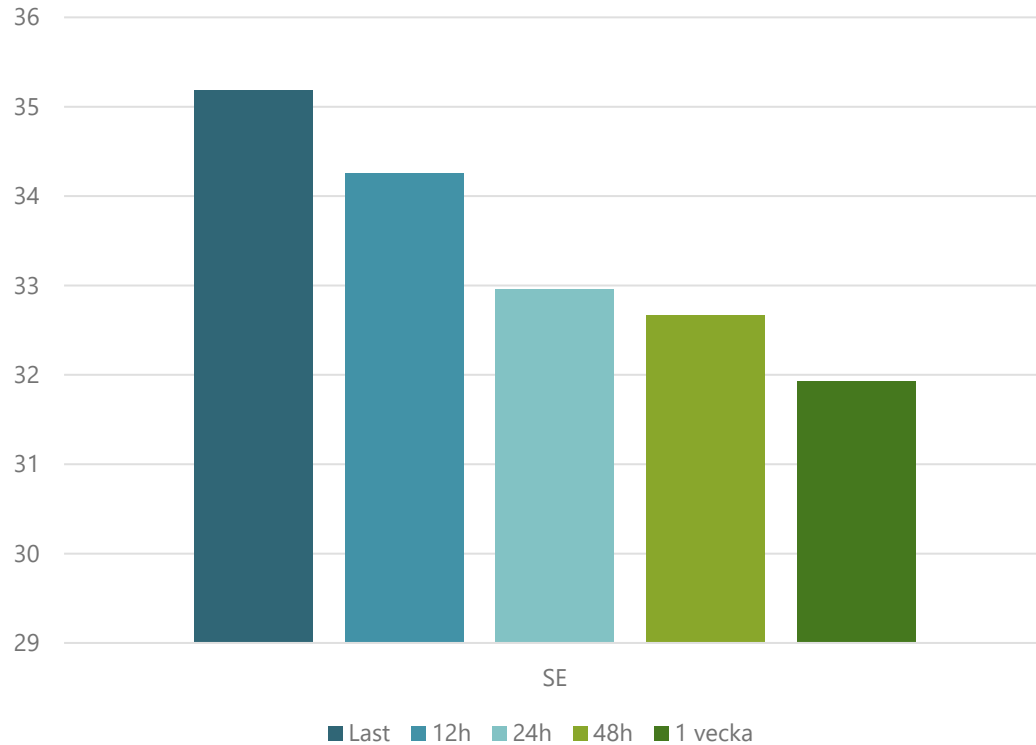


Med en enklare form av lastutjämning kan eleffektbehovet år 2045 minskas med lite drygt 3 GW under den period med högst eleffektbehov.

# Maximalt eleffektbehov med lastutjämning 2030

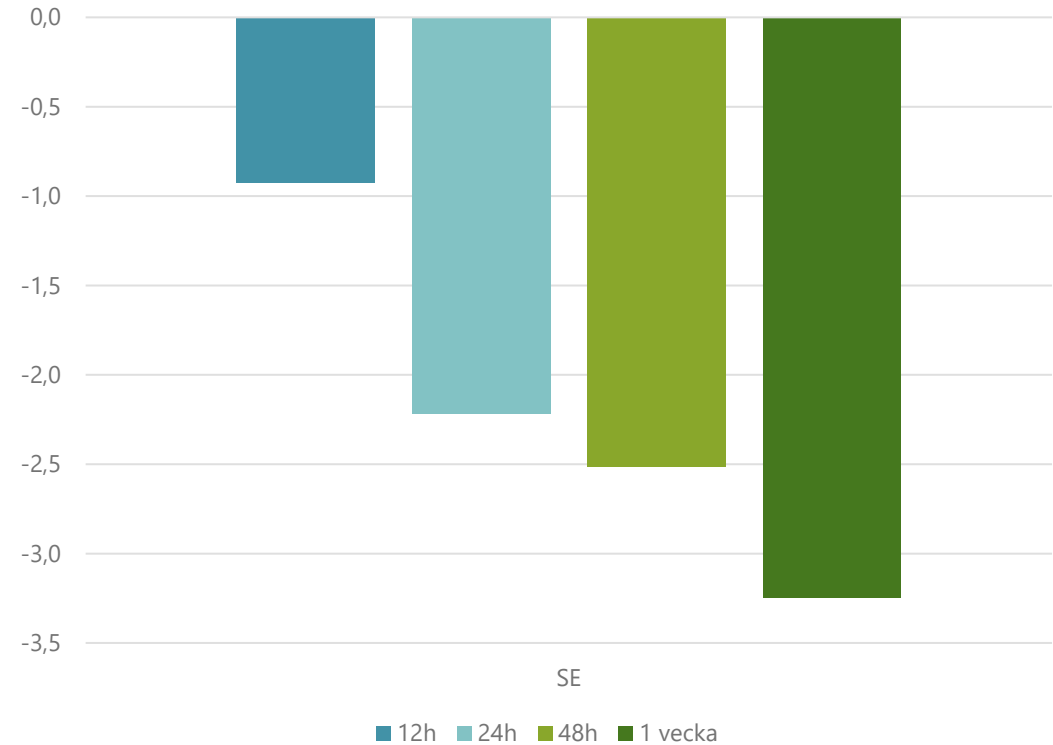
## Maximalt eleffektbehov, GW

### "2030"



## Minskning av eleffektbehov, GW

### "2030"



Observera att lastutjämning för 2030 och 2045 ger samma minskning av eleffektbehov, detta då tillkommande elektrifieringsbehov har antagits ha en rak profil och introducerar inga nya variationer i lastkurvan.



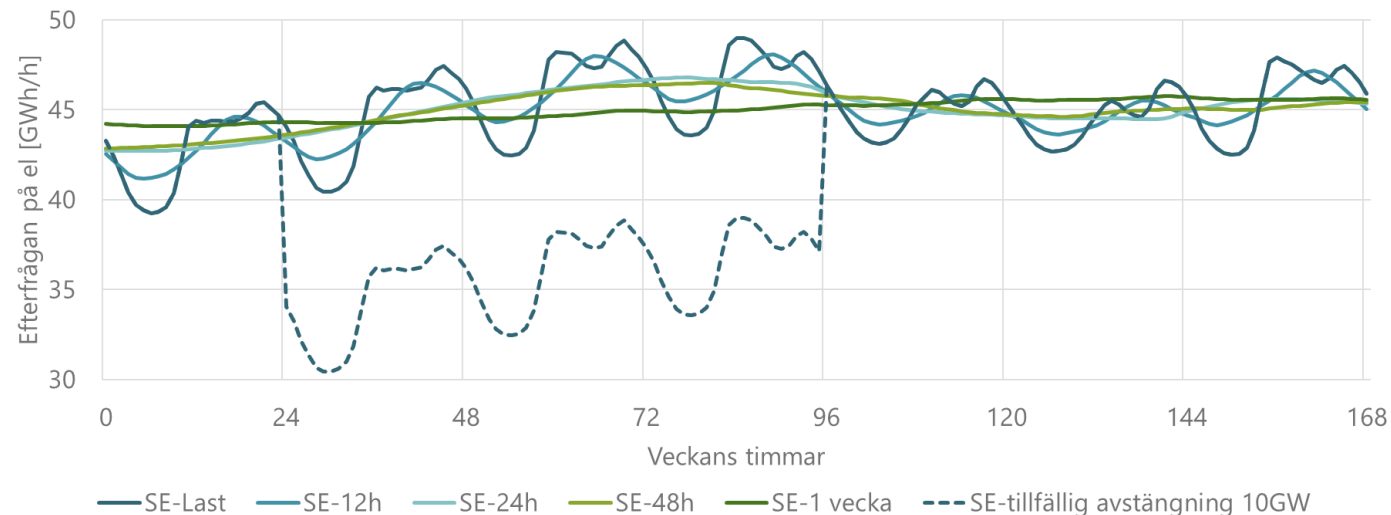
# Utökad potential till flexibilitet

I denna bild utökas resonemanget kring flexibilitet och den möjliga potential som finns på plats i ett framtida energisystem. Huruvida hela eller delar av potentialen realiseras under olika situationer kommer att bero på flertalet faktorer (lastnivå, tillgång på variabla produktionskällor, industriens flexibilitet och självklart tidsdimensionen över vilken flexibiliteten ska nyttjas). Dessa faktorer kommer slutligen generera en ekonomisk styrsignal som kräver modellering för att utröna under vilka förutsättningar denna är tillgänglig, som i detta exemplet under den vecka med högst elbehov.

## Påverkan på effekt från utjämnande tekniker & tillfällig nedstängning

- Figuren nedan beskriver effekten av att kunna balansera med olika typer av energilagrar (ex. batteri 12-24h eller vätgas 48h-1vecka) samt **potentiell effekt av tillfällig avstängning av industriellt behov (ex, industriella elektrolysör)**.
- Nedstängning av elektrolysör bidrar i detta exempel med en temporär flexibilitet på **10 GW** under **3 dygn**. För att åstadkomma detta med bibehållen produktion hos industrier krävs en samlad lagervolym på  $3 \cdot 24 \cdot 10 = 720 \text{ GWh}$

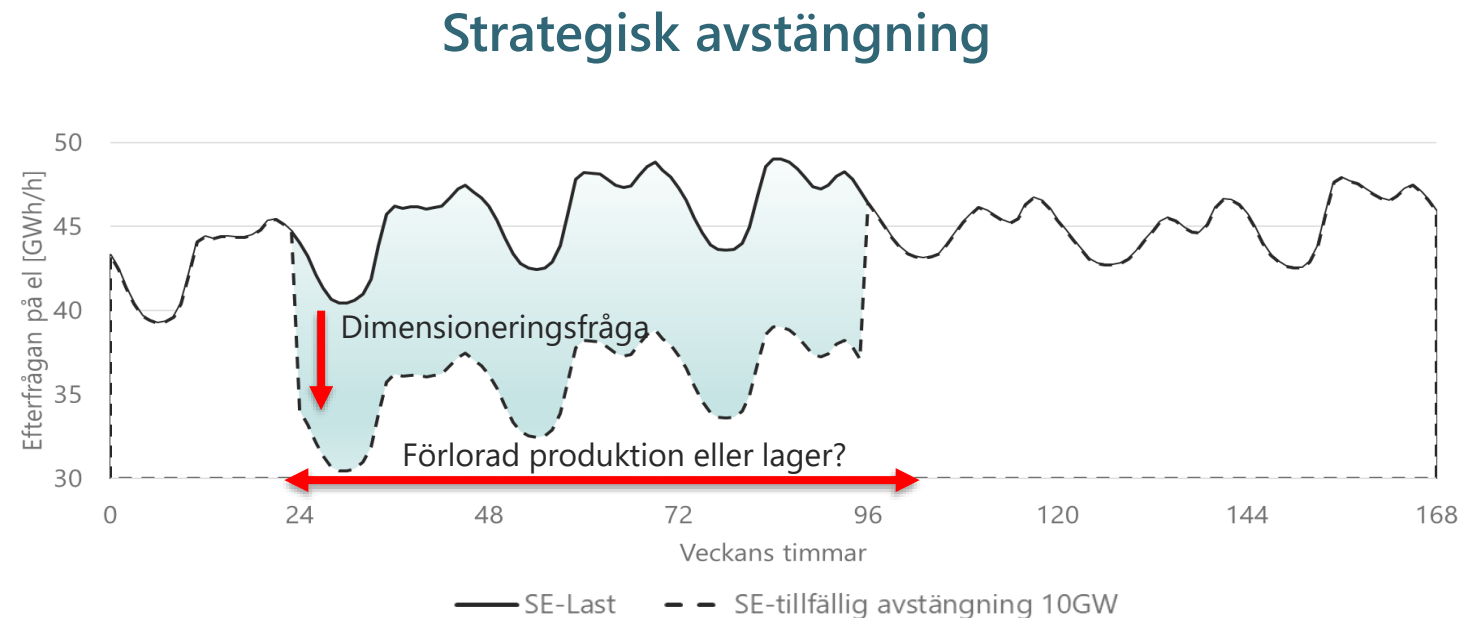
Glidande medelvärden & strategisk avstängning



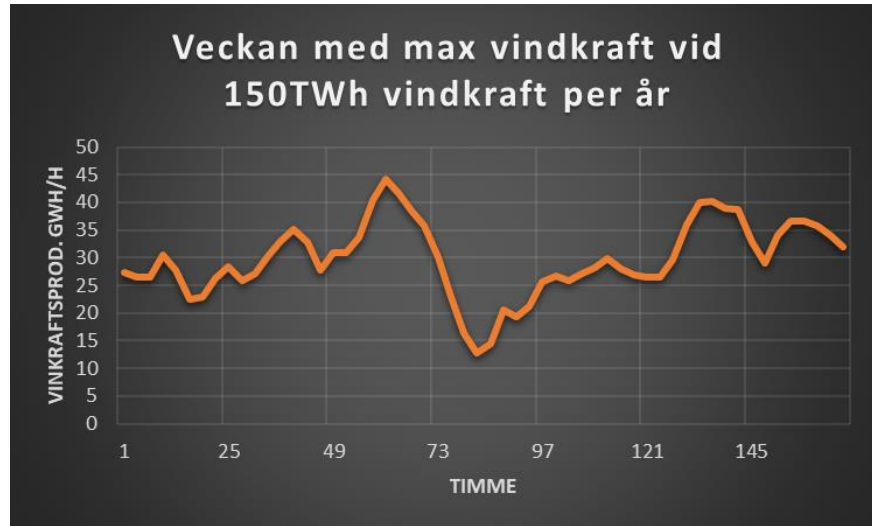
# Exempel: Strategisk avstängning

## Påverkan på effekt av en strategisk avstängning

- Tillfällig nedstängning får stor påverkan ifall det finns stor nedreglerbar effekt.
- Men, detta får konsekvenser för den bakomliggande industriella processen som:
  - Antingen behöver industrier väga in möjligheten att anpassa sig genom viss överdimensionering av utrustning samt investering i lager (s.k. efterfrågefleksibilitet).
  - Eller göra en avvägning när energikostnaden överstiger värdet av producerad produkt (s.k. *load shedding*).
- Potentialen och varaktigheten beror starkt på branschspecifika förutsättningar.



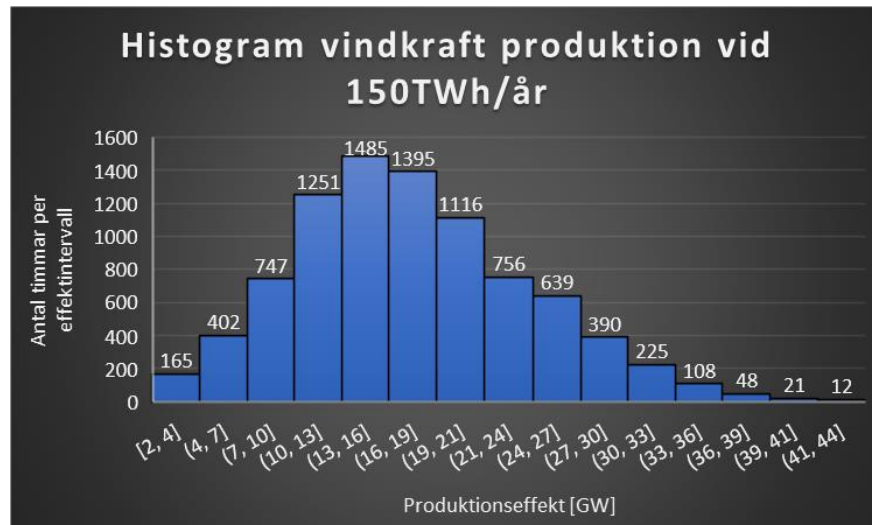
# Effektfrågan drivet av tillförselsidan



- Många högelscenarier omfattar en mycket större andel vind- och solkraft än idag.
- Vid en vindkraftsproduktion på ca 150 TWh/år skulle det under vissa timmar produceras lika mycket el som ovan beskrivna effektbehov, skattat utifrån efterfrågesidan, dvs ca 44 GW.

Slutsats:

- Tillförselsidan kan bli pådrivande med avseende på effekt som traditionellt utgått ifrån efterfrågebehov.
- Ökas elproduktionen ytterligare fodras ytterligare effekt i nät som kan göra den förnybara elen tillgänglig för konsumenter samt att framtidens konsumenter kan vara flexibla och följa produktionen istället för tvärtom som idag.



## Kapitel 7.

En kvalitativ och övergripande  
beskrivning av hur kriget i Ukraina  
kan påverka framtagna resultat

# Rysslands invasionskrig i Ukraina och en allt osäkrare omvärld skapar konsekvenser som är svåra att överblicka

*Detta kapitel är ett tillägg till leveransen som uppkom som ett önskemål utifrån våra inledande diskussioner om uppdraget.*

- Det kommer att behövas stora investeringar i energisystemet fram till 2030 och 2045 för att möjliggöra omställningen av industri- och transportsektorn. Som vår analys av det framtida gapet mellan behovet och produktion/kapacitet av el och effekt visar, kan det finnas ett betydande underskott redan 2030 i SE1, SE3 och SE4, vilket innebär att det kommer att krävas en mycket omfattande utbyggnad av både elnät och ny elproduktion redan inom detta årtionde.
- Idag finns på grund av inlåsningseffekter, orsakade av kapacitetsbrister i stamnäten, ett underskott i SE3 och SE4, samtidigt som det finns ett överskott i SE1 och SE2. Det har resulterat i en tudelad elmarknad med låga elpriser i SE1 och SE2 och höga priser i SE3 och SE4. Effekterna har ytterligare förstärkts av Rysslands invasionskrig i Ukraina. En konsekvens av detta är att intjäningsförmågan och värdet för vattenkraften och för vindkraften i norr just nu är klart lägre än den annars skulle kunna vara.
- Elmarknadens aktörer har pekat på svårigheter att få till stånd investeringar i ny elproduktion med hänvisning till betydande risker kopplade till dessa investeringar. Vidare är en stor del av den förväntade framtida efterfrågeökningen knuten till ett fåtal industriprojekt, vilket till viss del kan förklara riskerna för ny elproduktion, dvs om ny elintensiv industri försenas eller inte blir av riskerar elproducenterna att inte få avsättning för all el och att elpriserna blir lägre än förväntat. Inlåsningseffekter pga flaskhalsar i nät spär på detta ytterligare genom att de redan låga elpriserna i norr förmodligen just nu gör utbyggnaden av ny elproduktion olönsam och det finns en osäkerhet om den framtida prisutvecklingen. Delvis är det ett "hönan och ägget"-problem: utan utbyggt elsystem ingen ny industri, men utan ny industri inget utbyggt elsystem.

# Forts. Rysslands invasionskrig i Ukraina och en allt osäkrare omvärld skapar konsekvenser som är svåra att överblicka

- Prognoser och scenarioanalyser av det framtida elsystemet fokuserar ofta på investeringar i ny produktion och överföringskapacitet under olika antaganden om det framtida elbehovet. Men alla aktörer, producenter, nätägare och konsumenter, styrs av ekonomiska incitament som har betydelse för deras affärsbeslut. En allt mer osäker omvärld, med fokus på geo- och säkerhetspolitik, leder till ytterligare utmaningar för investerare vad gäller att ta investeringsbeslut vilket skapar konsekvenser som är svåra att överblicka. Hur dessa osäkerheter kommer att påverka industrins omställning och det framtida elbehovet går idag inte att bedöma. Den energiprisutveckling vi nu ser pådrivet av kriget i Ukraina, har stark påverkan på förutsättningarna för den industriella omställningen till fossilfrihet, både i sig själv och beroende på vilka politiska beslut som fattas som ett svar på utvecklingen.
- Vägen till ett hållbart energisystem förutsätter att samhället bättre kan väga olika mål mot varandra. De europeiska klimatmålen innebär att utsläppen måste minska flera gånger snabbare under perioden 2020–2050 jämfört med minskningen under det senaste decenniet. I och med Rysslands krig krävs det än en snabbare omställning genom att Europa måste frikoppla sig från sitt beroende av rysk gas. REPowerEU, som är EU:s strategi för att genomföra en snabb omställning, som lades fram under våren 2022 innebär att Europa ska satsa på enorma mängder förnybara energislag på mycket kort tid. En konsekvens är att det kommer krävas att stora mängder metaller, som behövs för både vindkraftverk, solceller och elbilar, finns att tillgå. Att snabbt gå från ett fossilberoende till ett metallberoende är utmanande på flera sätt. Det finns dessutom en geopolitisk dimension i detta då vi redan idag är starkt beroende av Kina för många sällsynta jordartsmetaller som det redan råder stor efterfrågan på.
- En snabb omställning ställer också krav på samhällets acceptans för olika energislag och för de uppoffringar som enskilda individer ställs inför, till exempel i form av ökade kostnader eller en kraftig utbyggnad av vindkraft och elnät som förändrar landskapsbilden. En ökad efterfrågan på metaller som krävs för omställningen innebär också ökade konfliktytor mot biologisk mångfald, rennärning och invånares oro för ökad miljöpåverkan i samband med gruvinvesteringar. Det är avgörande att inte minst myndigheter får bättre verktyg för att avväga multidimensionella och ibland motstående mål, och ökad kunskap om hur incitament och beslutsprocesser påverkar möjligheter till förändring och engagemang hos samhällets aktörer.

# VISUALISERING AV SVERIGES FRAMTIDA ELANVÄNDNING OCH EFFEKTBEHOV

Under sommaren 2022 togs ett antal kartor fram över det framtida möjliga energi- och effektgapet i Sveriges fyra elområden år 2030 respektive år 2045. Kartorna presenterades under ett seminarium som Energiföretagen Sverige arrangerade under Almedalen 2022.

Under hösten 2022 kompletterades kartmaterialet med ytterligare analyser och underlag. Dels gällande det bedömda behovet av reinvesteringar i befintlig produktionskapacitet liksom investerings- och reinvesteringsbehov i nätinfrastuktur, dels i form av resonemang och exempel gällande behovet av effekt och flexibilitet, osäkerheter och utmaningar kring industrins framtida elbehov samt hur kriget i Ukraina kan påverka analysresultaten.

Uppdragets omfattning har inte möjliggjort någon detaljerad djupanalys och analyserna bygger på en rad antaganden och nödvändiga förenklingar som framgår av materialet. Rapporten ska därför främst ses som ett underlag till diskussionen kring riskerna för ett framtida energi- och effektgap.

## Vi gör energivärlden smartare!

Genom samarbete och dialog bedriver vi energiforskning så att ny kunskap skapar värde för näringsliv, kunder och samhället i stort. Vi är det naturliga navet i energiforskningen – en opartisk aktör till nytta för framtidens energisystem.

