

Långsiktig export och import av el - Modellanalys



profu

Profu

- Profu är ett oberoende forsknings- och konsultföretag, specialiserade inom systemanalys: energi, avfallssystem, transporter och miljö.
- Företaget startades 1987 som en avknoppning från forskning på Chalmers
- Profu har 23 anställda och ägs av några av konsulterna, alla verksamma inom bolaget
- Kontoren ligger i Mölndal (huvudkontor) och i Stockholm.

Om denna underlagsrapport

Denna underlagsrapport är en kortfattad sammanfattning av den modellanalys som utgör en del av kunskapsunderlaget i rapporten "Export och import av el – ekonomisk välsignelse eller ett skadligt beroende?" Frågeställningarna som belyses här är komplexa och försvåras av de stora osäkerheter som finns i vår omvärld, i synnerhet när vi försöker förstå och analysera det energisystem som är tänkbart, möjligt eller rentav troligt på lång sikt. Modellresultaten syftar till att öka kunskapen om det framtida energisystemet mot bakgrund av det vi känner till idag och tror oss veta om framtiden. Modellresultaten ska alltså inte betraktas som förutsägelser eller ens prognoser utan som ett kunskapsunderlag. Dessutom görs, av praktiska och resursmässiga skäl, alltid avgränsningar i en modellbeskrivning. Av dessa skäl ska modellberäkningar av det slag som redovisas här användas med förnuft och gärna i kombination med annan kunskap och andra erfarenheter. En sådan kombinerad ansats stärker den övergripande analysen och har också varit vägledande för slutsatserna i rapporten "Export och import av el – ekonomisk välsignelse eller ett skadligt beroende?"

Författare till denna underlagsrapport är Thomas Unger, Profu

Beräkningsfall

- "Referensfall": nya kablar möjliga om lönsamma
- "Inga nya kablar": inga nya kablar tillåtna
- "Ingen handel med Kontinenten": ingen elhandel med Kontinenten men väl inom Norden (även nytt?)
- "Ingen handel alls": ingen elhandel med Sveriges grannländer

Dessutom en känslighetsberäkning med en lägre efterfrågan

- "Referensfall, Låg": nya kablar möjliga om lönsamma
- "Ingen handel alls, Låg": inga nya kablar tillåtna

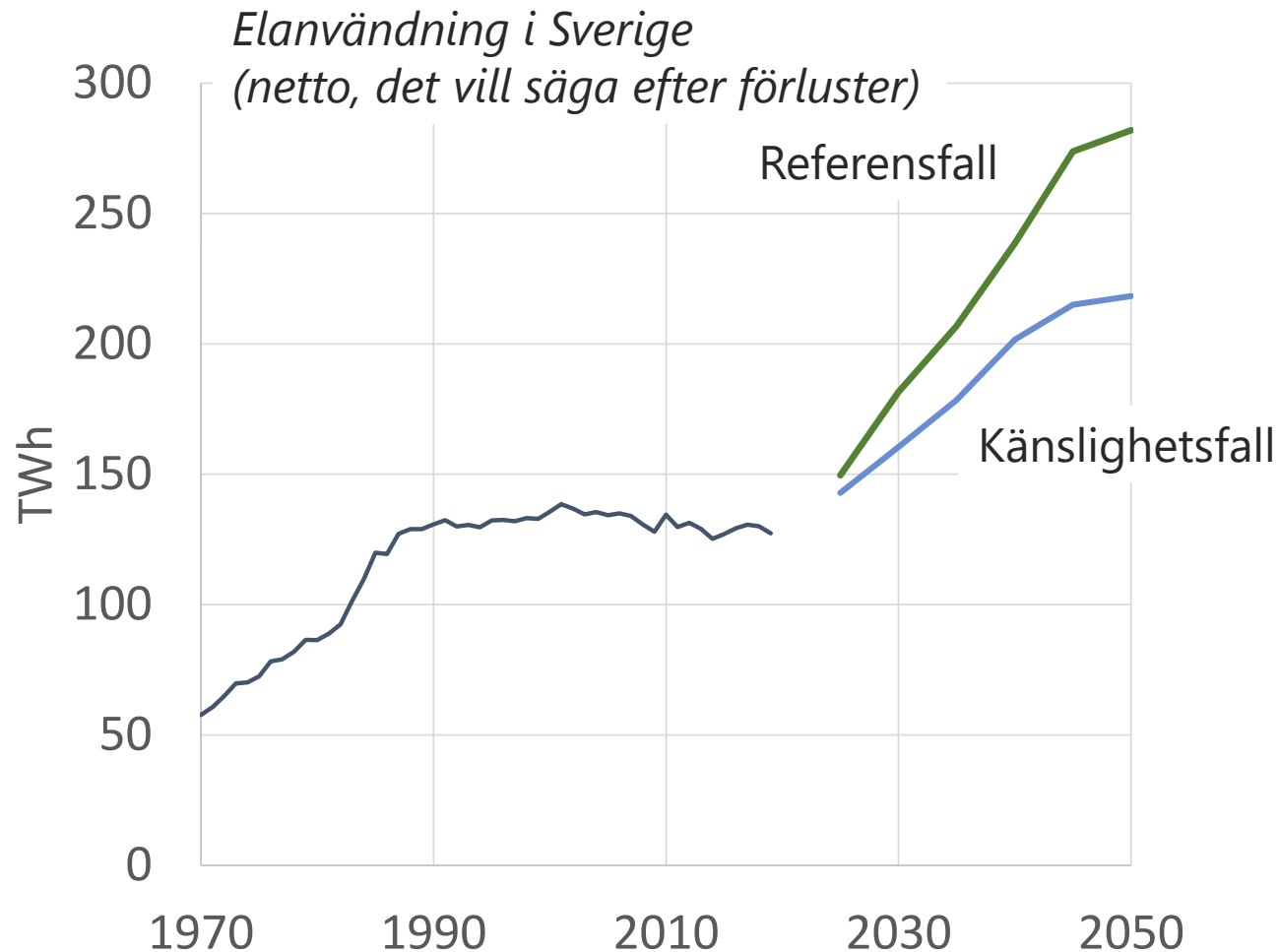
Kablarna avser elöverföring från och till Sverige. Förändringarna i fallen med begränsningar i handel med el till och från Sverige införs från och med modellår 2025

Modellverktyget: TIMES-NORDIC

- Ett modellverktyg som beskriver *hela* energisystemet (el- och fjärrvärmeförsörjning, hushåll, lokaler, industri och transporter) i Sverige och utvecklingen från idag till 2050
- El- och fjärrvärmeförsörjningssystemen i Norge, Danmark, Finland, Tyskland, Polen, Estland, Lettland och Litauen
- Kostnadseffektivitet är drivkraften givet en lång rad bivillkor (en dynamisk optimeringsmodell)
- Viktiga beräkningsantaganden: bränsleprisutveckling, teknisk utveckling, energibehov, styrmedel, politik och tillgång till energiresurser
- Används löpande i olika forskningsprojekt (NEPP, Nordic ETP, Nordisk Energiforskning-NCES, annan samverkan med Energiforsk, ...)
- Används löpande åt, och tillsammans med, Energimyndigheten och Naturvårdsverket
 - Långsiktiga scenarier för Sveriges energisystem
 - Elcertifikatutredningar
 - Styrmedelskonsekvensanalys
 - NC-analyser ("National Communications" inom ramarna för FNs Klimatkonvention)
- TIMES-metodiken är ett mångårigt resultat av ett internationellt samarbete inom IEAs program ETSAP (<https://iea-etsap.org/>). Av det skälet finns det ett stort antal olika TIMES-modeller spridda runt om i världen. TIMES-NORDIC är en av dem.



Elanvändning: referensfall och känslighetsfall



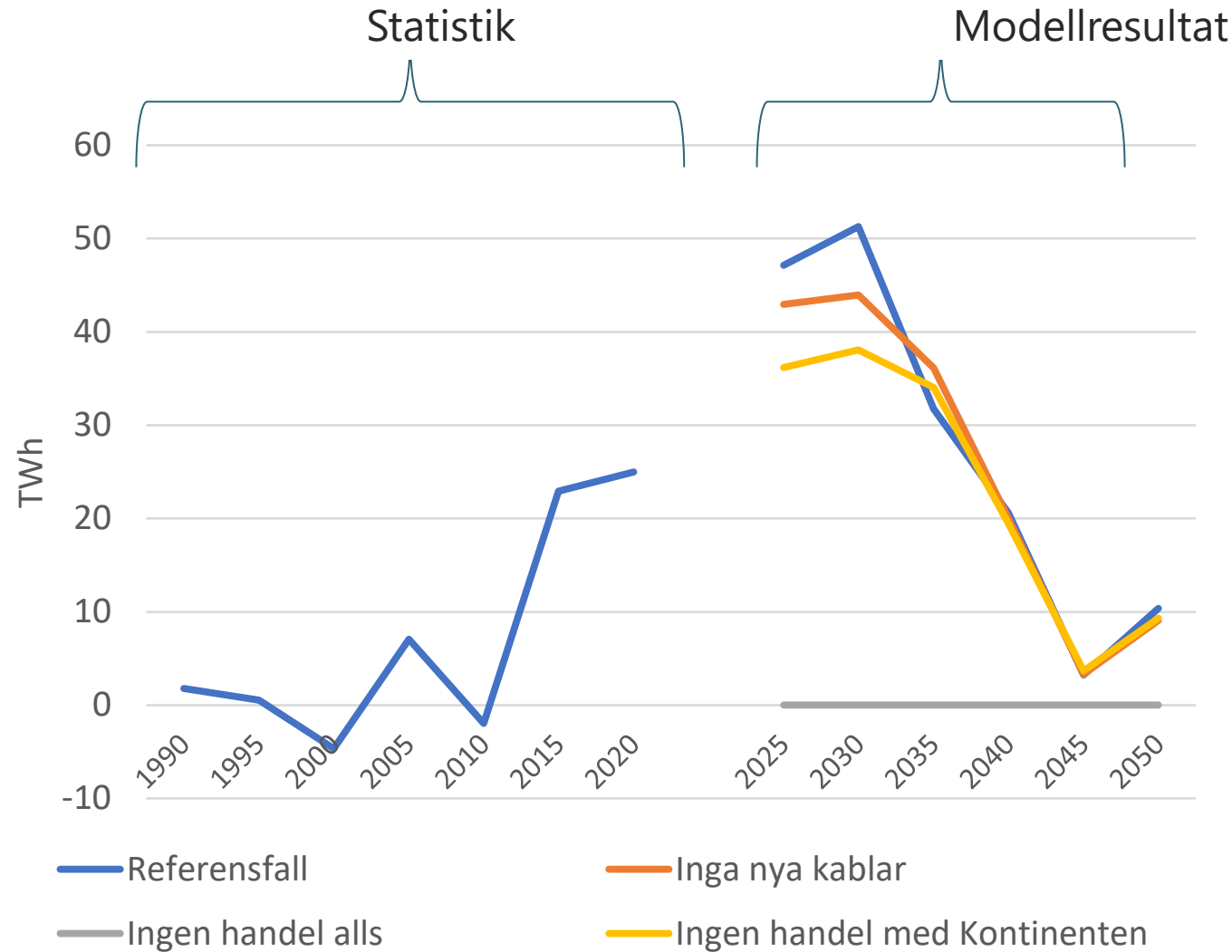
- Referensfallets elefterfrågeutveckling ligger i linje med SvKs "Elektrifiering förnybart" (SvK, LMA 2021). Elefterfrågan är dock i vår studie delvis ett modellresultat eftersom el för uppvärmningsändamål, transporter och för produktion av processånga beräknas endogent i modellen (annan elanvändning ges exogent) och beror därmed på en rad omvärldsfaktorer (som kan skilja sig från SvKs studie). Vår bedömning är att elefterfrågan i referensscenariot kan betraktas som relativt hög i relation till de skattningar som gjorts på senare tid. Vårt referensfall speglar därmed de aktuella diskussionerna kring, och förväntningarna på, en omfattande ökning i svensk (och nordeuropeisk) elefterfrågan de kommande decennierna.
- För att undersöka känsligheten för elefterfrågans framtida storlek på beräkningsresultaten i denna studie, har vi även gjort en känslighetsberäkning med en väsentligt lägre framtida elefterfrågan ("Känslighetsfall"). Denna utveckling ligger i linje med Energimyndighetens elektrifieringsscenario från 2020/2021 ("Långsiktiga scenarier över Sveriges energisystem 2020"). Vissa skillnader föreligger dock.

Bränsle- och CO₂-priser

	2025	2040
Råolja (USD/fat)	80	70
Naturgas (SEK/MWh)	2000	270
Stenkol (SEK/MWh)	450	75
ETS (EUR/t)	90	160

- Fossilbränslepriserna avser fritt nationsgräns
- Det antagna naturgaspriset bestämdes i ett läge då naturgaspriserna låg på rekordnivåer (under mitten av 2022) och då terminsmarknaderna förutsåg bestående mycket höga priser. Helårskontraktet för 2024 handlades exempelvis till runt 200 EUR/MWh som mest i augusti 2022. Sedan dess har priserna fallit avsevärt och spotpriset ligger i skrivande stund på typiskt 600 SEK/MWh (feb 2023). Osäkerheterna kring naturgasprisutvecklingen är dock mycket stora och beror av ett flertal faktorer knutna till inte minst försörjningstrygghet. Till följd av prisantagandena så präglas modellanalysen därmed av en stark drivkraft bort från naturgas (och även kol), åtminstone fram till några år efter 2025, som visserligen motsvaras av den rådande politiken men sannolikt inte i samma utsträckning av de rådande marknadspriserna. Efter 2030 antar vi i modellanalysen betydligt lägre naturgaspriser, klart lägre än rådande prisbild (se tabell).
- De långsiktiga priserna (efter 2030) ligger i linje med IEAs scenario "Announced pledges" från WEO (2021)
- Biobränslepriserna utgör ett modellresultat och bestäms av utbud och efterfrågan. Typiska skogflispriser är 250-350 SEK/MWh, fritt anläggning under perioden 2030-2040

Nettoexporten (total årlig export minus total årlig import)

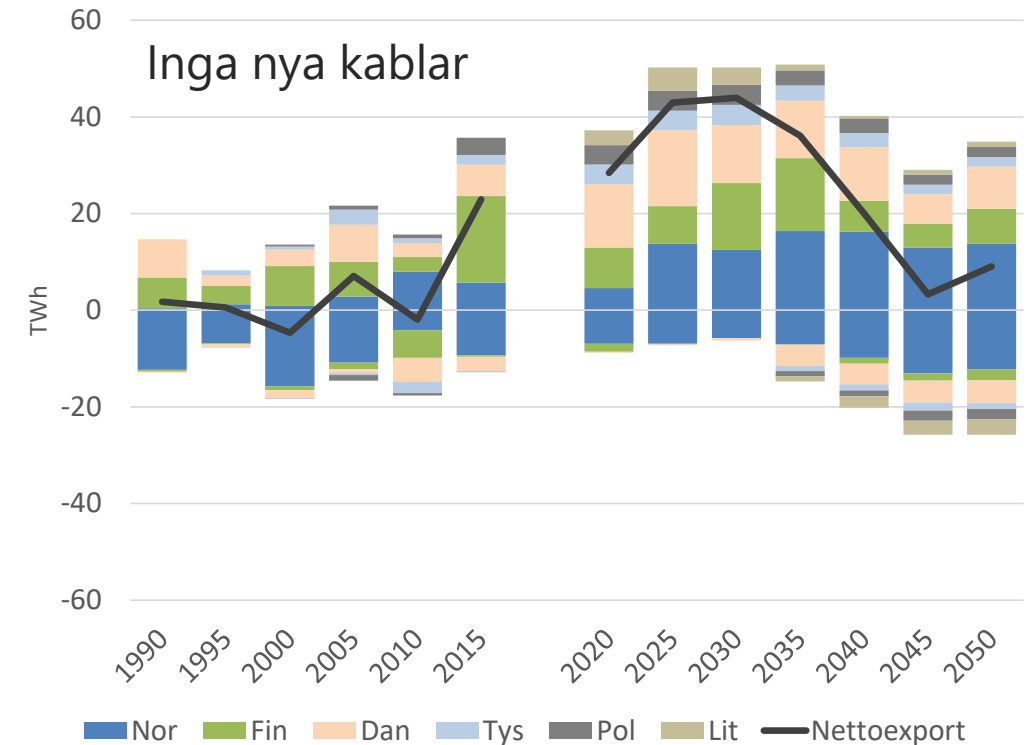
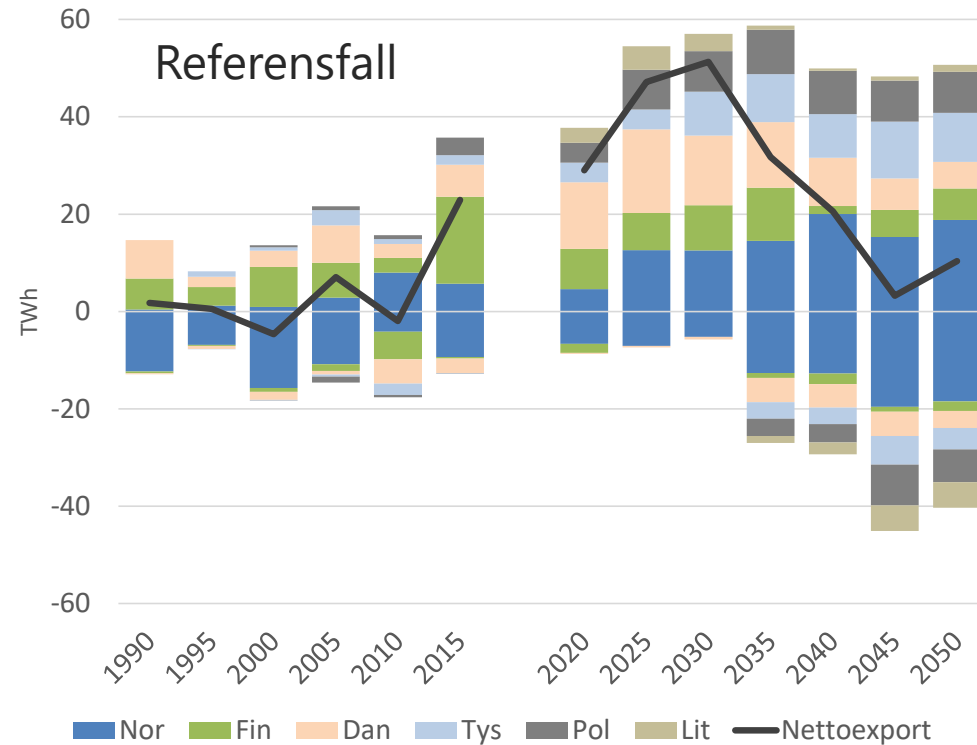


- Om man bortser från fallet helt utan handel så påverkar de olika begränsningarna i handeln den svenska nettoexporten fram till modellår 2035. Därefter är skillnaderna små i nettoexporten. Däremot är skillnaderna stora med avseende på den absoluta handeln (se nästa bild). Detta kan man tolka som att den långsiktiga elhandeln mellan Sverige och omvärlden i första hand sker inom ett år medan nettohandeln på årsbasis så småningom minskar. Den svenska årsproduktionens storlek anpassar sig alltså långsiktigt efter den svenska årliga efterfrågan. Antaganden för Sveriges och grannländernas efterfrågan samt potentialen och kostnader för ny elproduktion i samtliga ihopkopplade länder påverkar beräkningsresultatet.
- Generellt minskar det svenska exportöverskottet över tid till följd av en kraftigt ökande inhemsk efterfrågan samtidigt som de mest kostnadseffektiva investeringarna i förnybar elproduktion har genomförts. Man kan säga att det svenska importberoendet ökar på lång sikt. Detta är också avhängigt av vilka antaganden man gör för grannländernas fortsatta elektrifiering

Investeringar i ny elöverföring i referensfallet

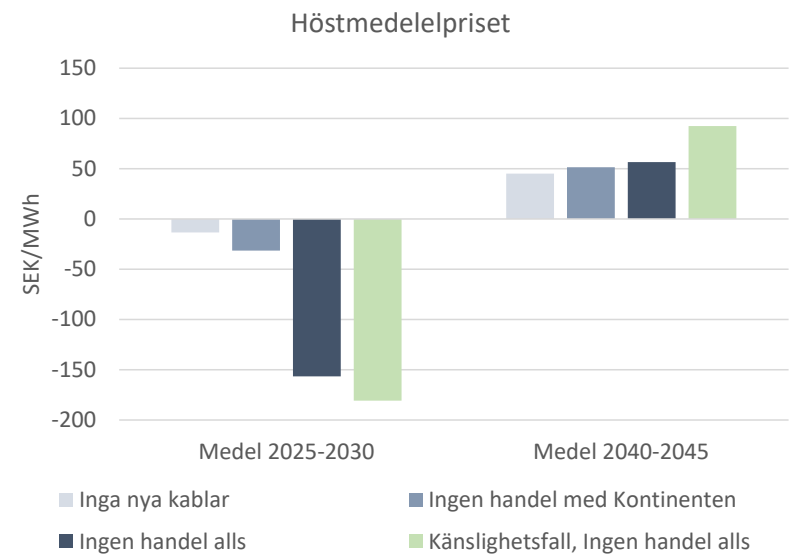
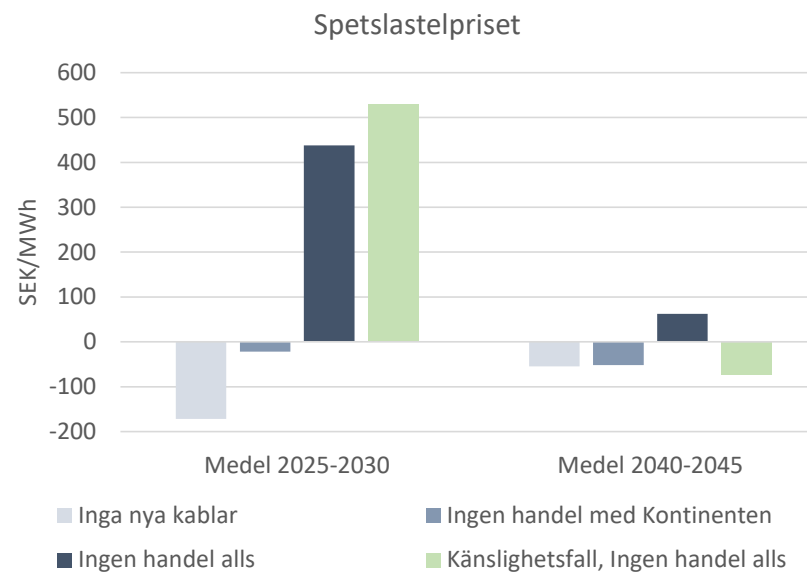
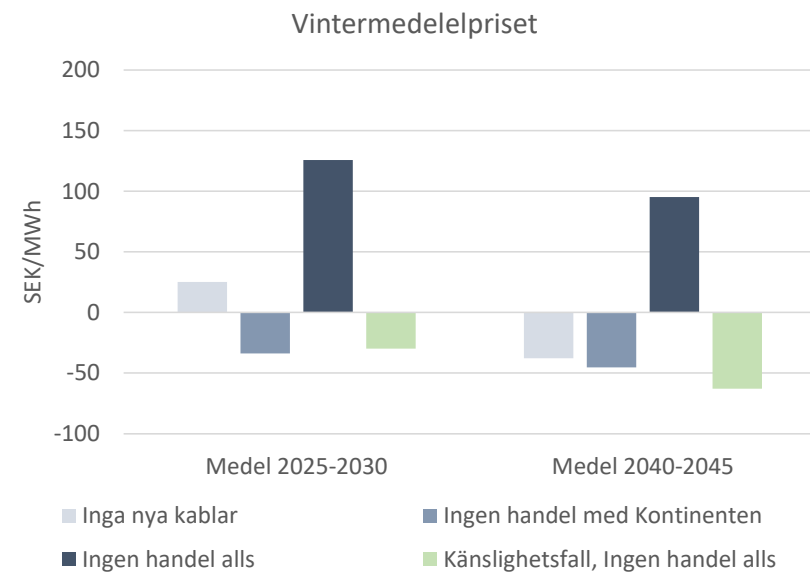
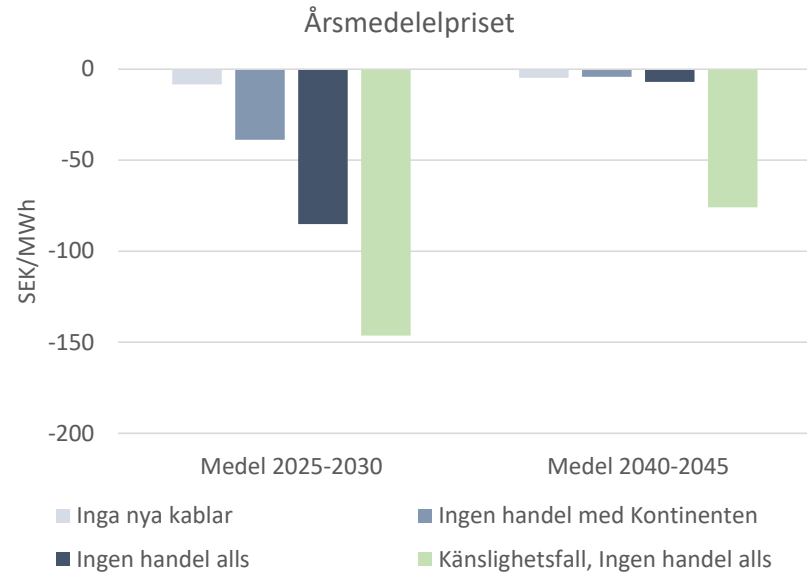
- Referensfallet är det enda fall där modellen fritt får investera i ny överföringskapacitet mellan Sverige och omvärlden om det är lönsamt. Till följd av långa ledtider antar vi dock vissa begränsningar med avseende på utbyggnadstakten
- Fram till 2040 ökar elöverföringskapaciteten mellan Sverige och grannländerna med 4 GW. Av dessa utgör 2.5 GW nya förbindelser mellan Sverige och Kontinenten medan resterande del tillkommer mellan Sverige och övriga nordiska länder

Export- och importflöden

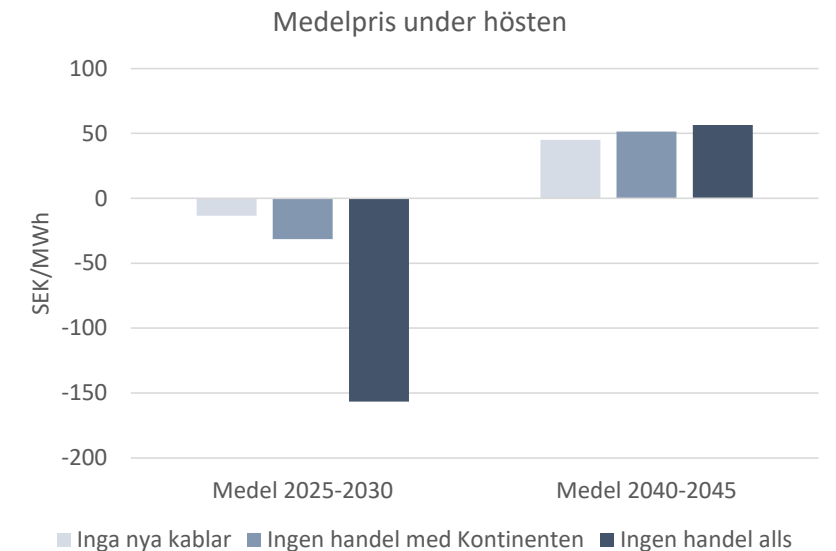
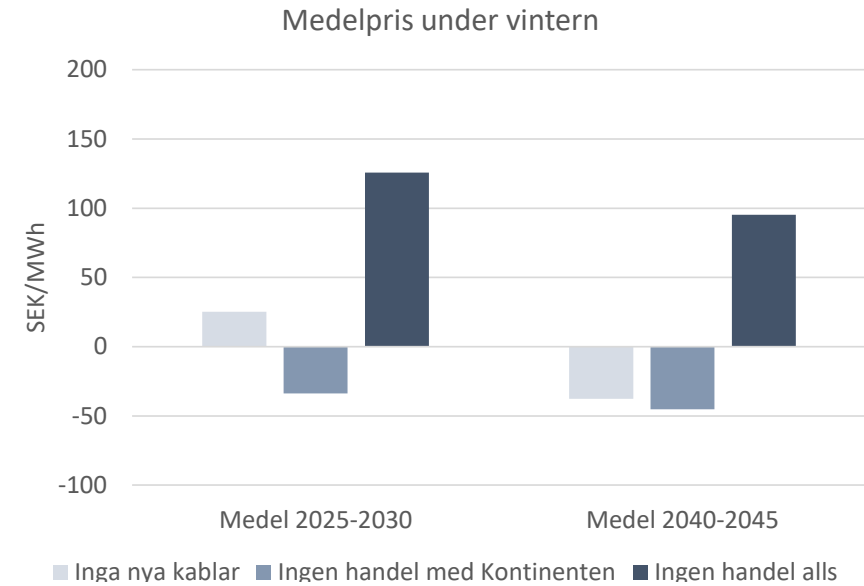
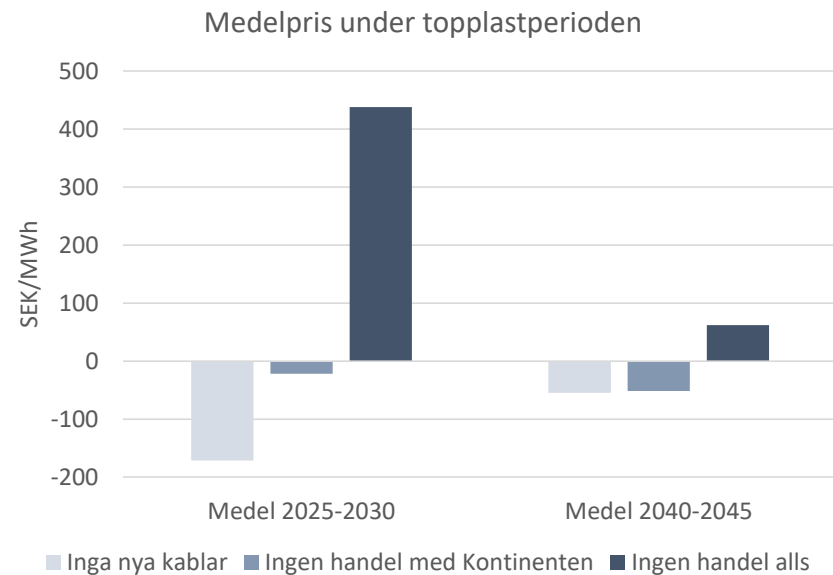
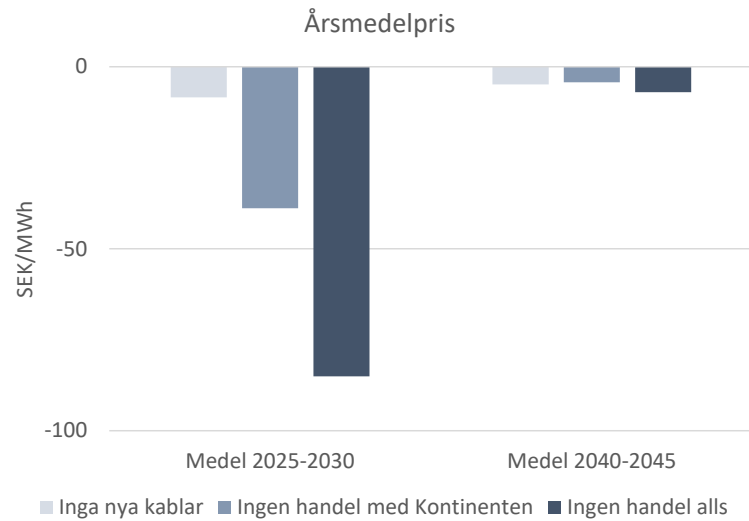


- Figurerna visar (för två av beräkningsfallen) att nettoexporten på lång sikt kan vara relativt lika men att de totala flödena (total export/import) kan skilja sig avsevärt. De nya kablarna som tillkommer på lång sikt har därmed främst en utjämnande funktion inom året snarare än att de förstärker en årlig nettohandel
- I känslighetsfallet där efterfrågan i Sverige är lägre, är Sverige istället fortsatt en relativt stor nettoexportör av el även på lång sikt. Det innebär därmed att antaganden om den framtida elanvändningen har betydelse för den årliga nettohandeln

Hur förändras elpriset av begränsningar i elhandeln till och från Sverige?



Hur förändras elpriset av begränsningar i elhandeln till och från Sverige? (utan känslighetsberäkningen)



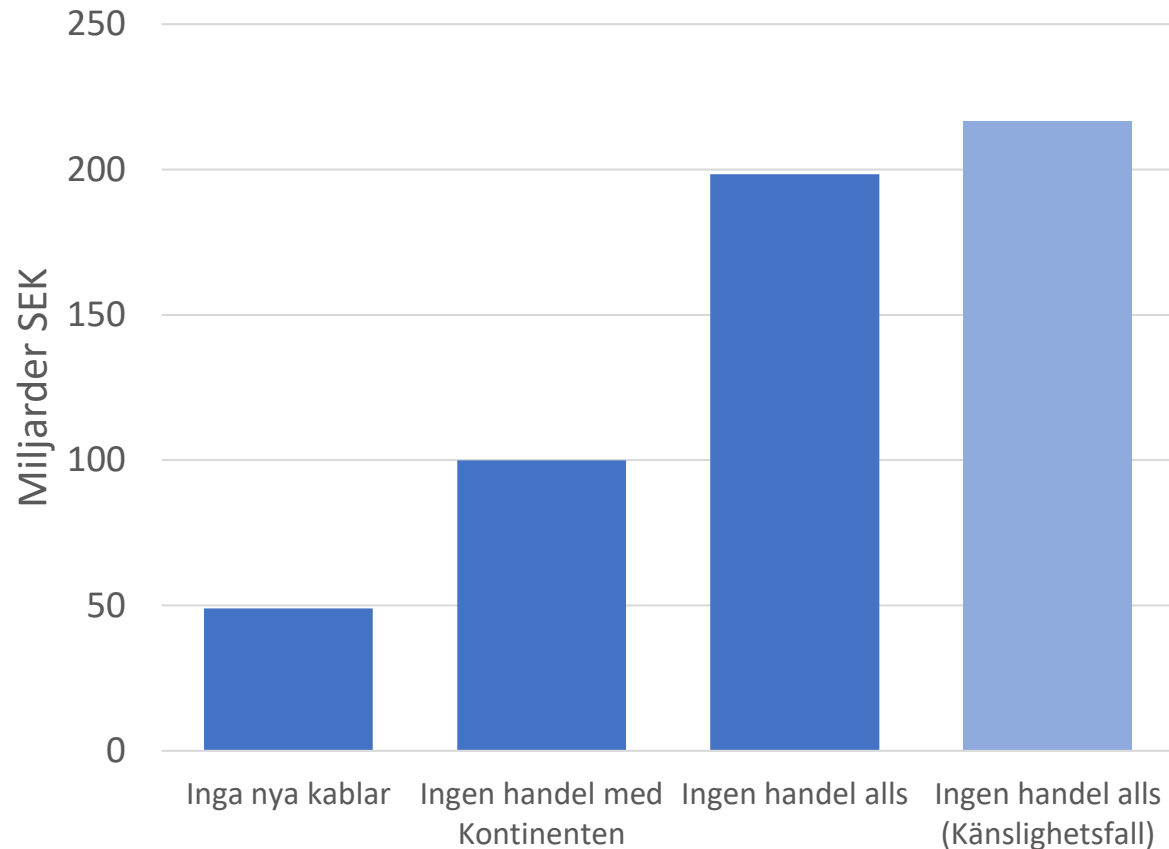
Hur förändras elpriset av begränsningar i elhandeln till och från Sverige?

Korta kommentarer

- Figurerna visar *förändringen* i elpris mellan ett fall med begränsad elöverföring och referensfallet vid två tidpunkter, dels på lite kortare sikt (runt 2025-2030), dels på lite längre sikt (runt 2040-2045). Uppe till vänster redovisas effekten på årsmedelpriset; uppe till höger redovisas effekten på vintermedelpriset (december-februari), nere till vänster redovisas effekten på medelpriset under de två-tre timmar då effektefterfrågan är som högst under året och, slutligen, nere till höger redovisas effekten på höstmedelpriset (sept-nov).
- I samtliga fall leder en begränsning i elhandeln, eller ett fullständigt stopp, från och till Sverige till lägre elpriser i Sverige *på årsbasis*.
- Däremot är bilden mer komplex när det gäller priset under vissa perioder inom året såsom vintern, under spetslastperioder (typiskt under vintern) eller under lågprisperioder (typiskt under blåsiga höstdagar).
- Under vintern eller under spetslastperioden kan elpriserna bli avsevärt högre i synnerhet i fallet helt utan elhandel med omvärlden (jämfört med referensfallet)
- Intressant att notera är att i känslighetsfallet med den *lägre* svenska elefterfrågan så blir prishöjningseffekten under spetslastperioden något större än i fallet med referensfallets elefterfrågan. Det beror på att de lägre elpriserna i Sverige i känslighetsfallet (till följd av lägre elefterfrågan) även på kort sikt medför något färre investeringar som gör att man är extra "utsatt" under spetslastperioderna. Under året i övrigt är dock den prisminskande effekten till följd av begränsningar i elhandeln klart större vilket förklaras av den lägre elefterfrågan i Sverige
- Om man betraktar höstmedelpriserna så är elprisbilden generellt låg som ett resultat av att hösten antas vara en blåsig period med god tillgång till vindkraft. Vi kan konstatera att samtliga beräkningsfall med någon form av handelsbegränsning till/från Sverige uppvisar lägre höstpriser på kort sikt. Däremot är bilden den motsatta på längre sikt tack vare att den omfattande utbyggnaden av vindkraft i Sveriges grannländer i minskande utsträckning (beroende på graden av handelsrestriktion) påverkar den svenska elprisbilden. Vi påminner om att det absoluta elhandelsflödet (export och import) ökar med tiden vilket beror på att Sverige på lång sikt periodvis importerar stora mängder el.
- Här är det viktigt att komma ihåg att analysen begränsar sig till Sverige som ett enda elområde. Med utgångspunkt från de verkliga elområdena ligger det nära till hands att tro att effekten som visas i föregående bild blir mer accentuerad i den södra delen av landet medan effekten dämpas i den norra delen av landet, i synnerhet det som påverkas av elöverföringen till och från Kontinenten

Merkostnad av begränsningar i elöverföringen mellan Sverige och omvärlden

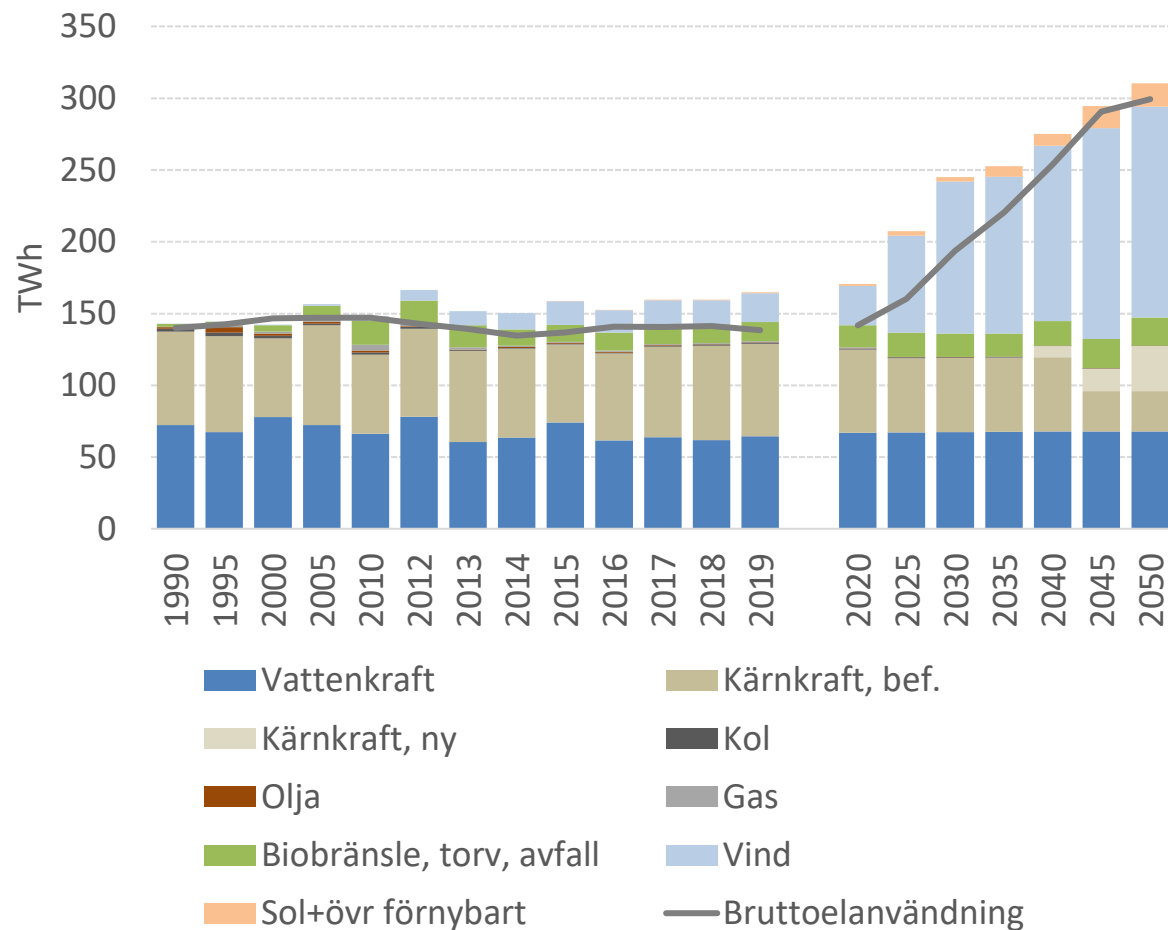
Beräknat som skillnaden i den till ett nuvärde diskonterade systemkostnaden (diskonterat över den kommande 25-årsperioden)



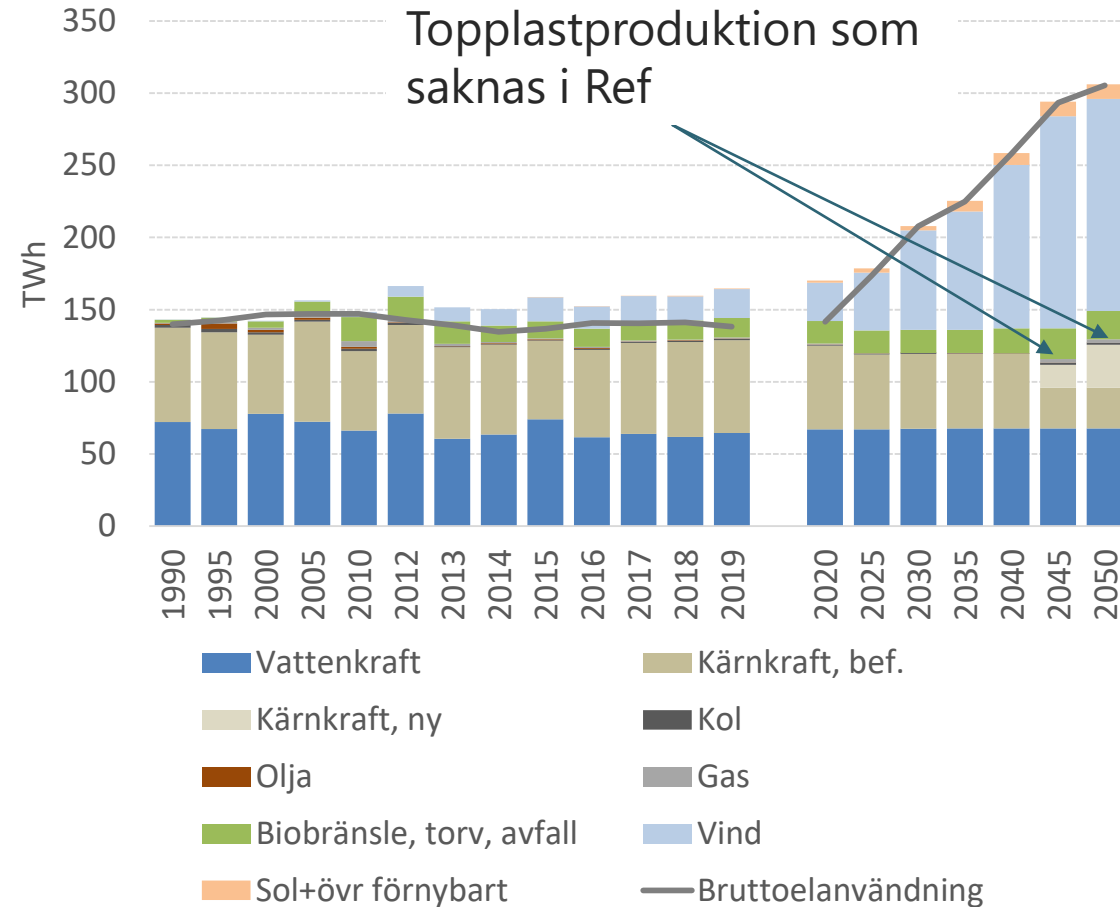
- Att på olika sätt införa begränsningar i elhandeln med utlandet leder till ökade systemkostnader.
- Högst blir merkostnaden i det fall då vi helt utesluter elhandel från och med 2025
- I känslighetsfallet antar vi att den framtida elefterfrågan i Sverige är något lägre än i referensfallet. Detta bidrar till att nettoexporten på lång sikt är större än i referensfallet. Sammantaget gör detta att värdet av elhandeln till och från Sverige är något större än i referensfallet
- Merkostnaden för begränsningar i handeln utgör knappt 1% av den totala systemkostnaden som innefattar samtliga kostnader för hela Sveriges energisystem och övriga länders el- och fjärrvärmeförsörjning

Elproduktion

Referensfallet Sverige



Ingen handel alls Sverige



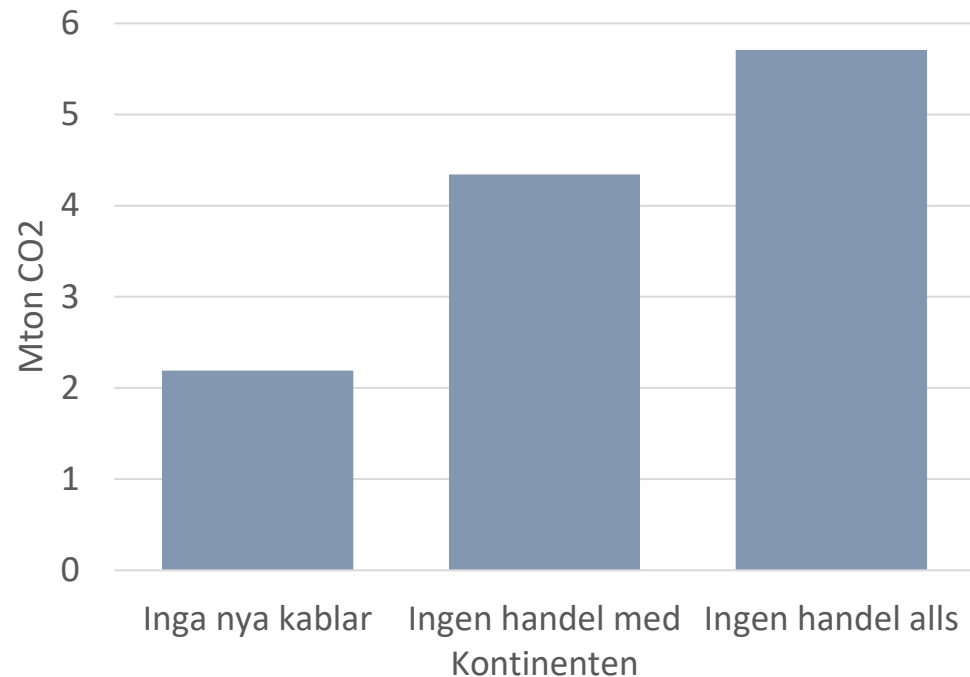
Elproduktion – några kommentarer

- Ett fall utan elhandel med omvärlden ger en mindre framtida volym av förnybar elproduktion (framförallt vindkraft och solex) än referensfallet
- Även förutsättningar för ny kärnkraft tycks bli något sämre (kommer in något senare i modellresultaten) i ett fall helt utan elhandel med omvärlden
- Detta förklaras av ett generellt lägre marknadspris på el än i referensfallet
- Däremot indikerar modellberäkningarna något större investeringar i planerbar produktionskapacitet med kort utnyttjningstid (exempelvis gasturbiner)
- Detta förklaras i sin tur av högre elpriser under vintern alternativt ansträngda perioder i fallet utan elhandel från och till Sverige

Elanvändning – några kommentarer

- Den inhemska elanvändningen ökar delvis i takt med att vi inför begränsningar i elöverföringen, eftersom elpriserna under den största delen av året blir lägre än annars
- Effekten blir som allra tydligast när vi slopar all handel. I genomsnitt under perioden 2025-2035 ligger elanvändningen ca 10 TWh högre än i referensfallet. Det är främst inom industrin men även inom transportsektorn som elanvändningen i det fallet är högre än i referensfallet. Tydligt lägre elpriser under den största delen av året förklarar detta
- I "mellanfallen", dvs "Utan nya kablar" eller "Ingen handel med Kontinenten" är bilden mer komplex. På kort sikt ökar elanvändningen i dessa scenarier men relativt lite (något lägre elpris under större delen av året). På längre sikt blir effekterna något olika beroende på vilken sektor man analyserar. Industrins elanvändning ligger exempelvis på längre sikt något lägre i "mellanfallen" jämfört med referensfallet. Det beror på att elpriserna under hösten är så pass mycket högre jämfört med referensfallet (men fortfarande relativt låga) att efterfrågan på el för processändamål under den perioden är lägre än i referensfallet. Dessutom påverkas även andra energipriser av att elpriserna påverkas av handelsbegränsningarna och förändrar därigenom (i begränsad omfattning) konkurrenssituationen mellan el och andra energislag på olika sätt i olika sektorer. Exempelvis är elförbrukningen i fjärrvärmeproduktionen (värmepumpar och elpannor) under något år något större i fallet "Ingen handel med Kontinenten" än i referensfallet, till följd av de något lägre elpriserna. Det leder till en något lägre efterfrågan i fjärrvärmesektorn på alternativa energislag i produktionsledet såsom skogsbränslen vilket i sin tur leder till något lägre priser på dessa bränslen. Det i sin tur medför att konkurrenssituationen mellan skogsbränslen och el inom andra sektorer påverkas. Exempelvis indikerar modellberäkningarna att denna effekt ökar skogsbränslets konkurrenskraft för processvärmeändamål något inom industrin, varför den industriella efterfrågan på el (som är ett alternativ till skogsbränslen) blir något lägre. Allt detta gör att nettoeffekten för hela landet kan resultera i en minskning av elanvändningen trots att elpriset, till synes, är lägre under en relativt stor period av året (men alltså inte hela!)
- Effekterna på den inhemska elanvändningen är små förutom i fallet där handeln helt slopas. En stor del av elanvändningen som beskrivs av modellverket antas dock vara icke-substituerbar och påverkas därmed inte av de här analyserade förändringarna i elhandeln mellan Sverige och grannländerna

Påverkas CO₂-utsläppen?



- Figuren visar ökningen i årliga genomsnittliga utsläpp (perioden 2025-2040) till följd av handelsrestriktioner jämfört med referensfallet
- Ju mer omfattande handelsbegränsning desto större utsläpp
- Utsläppseffekterna kan dock betraktas som måttliga, speciellt i ett längre perspektiv (då effekten avtar) eftersom den nordeuropeiska kraftproduktionen blir allt mindre fossilbaserad. Utsläppsökningarna uppgår till ca 2-7% av de totala årliga genomsnittliga utsläppen som inkluderas i modellbeskrivningen under perioden 2025-2040 (där alltså de totala utsläppen minskar över tid)^{*)}
- I scenarierna med olika grader av handelsbegränsningar så skiftar elproduktionen delvis från svensk förnybar elproduktion till nordisk eller kontinental elproduktion. Den senare är till viss del fossilbränslebaserad framför allt på kort sikt men till största delen så ökar istället investeringar i förnybar eller annan fossilfri elproduktion i Sveriges grannländer.

^{*)} CO₂-utsläpp som inkluderas är utsläpp från hela energisystemet i Sverige samt från el- och fjärrvärmeförsörjningen i grannländerna

Några avslutande kommentarer

Följande omvärldsfaktorer spelar sannolikt en betydande roll för analysresultaten

- Utbyggnadstakt och potentialer för förnybar och annan fossilfri elproduktion
 - Vi antar att potentialen för att bygga ny förnybar elproduktion är mycket stor i hela Nordeuropa och att förutsättningarna är särskilt gynnsamma i Sverige genom exempelvis goda vindlägen. Sådana antaganden påverkar lokaliseringen av utbygganden av elproduktion i Nordeuropa och har därmed också betydelse för värdet av internationell elhandel.
 - Vi antar att de investeringar som är lönsamma också kan uppföras inom en relativt kort tidsrymd. Om tillståndsprocesser eller annat medför att detta istället drar ut på tiden (i såväl Sverige som i våra grannländer) så bromsar det upp omställningen i energisystemet, men kan också förstärka skillnaderna mellan länderna, och påverkar därmed sannolikt också elutbytet mellan Sverige och grannländerna
- Elektrifieringens omfattning i Sverige och i grannländerna
 - Med en mycket omfattande elektrifiering i Sverige så kommer vi sannolikt att på sikt bli mer avhängiga av import under en mer signifikant del av året
 - I vilken utsträckning Sveriges grannländer antas genomgå en liknande utveckling påverkar också analysresultaten
- Klimatpolitikens stringens
 - Ju högre klimatpolitiska ambitioner desto större drivkrafter för svensk förnybar elproduktion, elexport och elektrifiering av den svenska industrin och transportsektorn
- Värdet av internationell elhandel bestäms i stor utsträckning av skillnader mellan länder (se exemplen ovan). Ju mer olika förutsättningarna är desto större värde för handeln och desto större konsekvenser av att begränsa handeln. Till viss del kommer de nordeuropeiska ländernas elsystem att i framtiden bli mer lika varandra eftersom vindkraft med liknande egenskaper kommer att vara det kraftslag som sannolikt dominerar elproduktionen i flertalet länder i regionen. Denna utveckling kommer sannolikt leda till ett ökat värde av elhandeln mellan länder inom ett givet år för att dämpa variationerna eftersom vindtillgången periodvis kan skilja sig åt. Årsnettot däremot, kan av samma skäl komma att minska i omfång eftersom de flesta länder på sikt har liknande förutsättningar att på årsbasis möta den inhemska efterfrågan med ny tillförsel av el