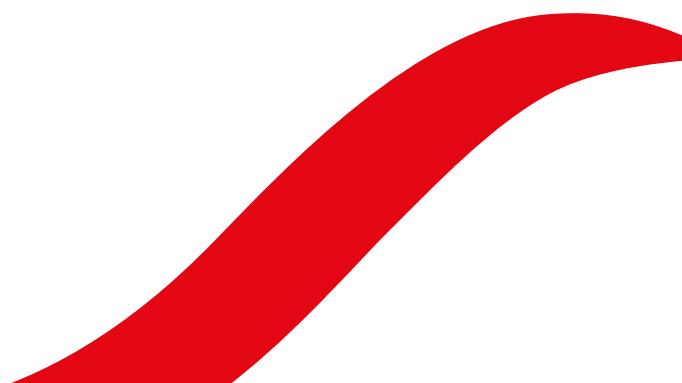


A vertical strip on the left side of the cover features a bokeh light effect with out-of-focus yellow and orange lights against a dark background.

Scenarier över Sveriges energisystem 2020

ER 2021:6



Energimyndighetens publikationer kan laddas ner eller
beställas via www.energimyndigheten.se

Statens energimyndighet, mars 2021

ER 2021:6

ISSN 1403-1892

ISBN (pdf) 978-91-89184-93-0

Grafisk form: Arkitektkopia AB, Bromma

Förord

Energimyndigheten tar vartannat år fram långsiktiga scenarier för det svenska energisystemet. Arbetet görs i samband med att Sverige ska rapportera de svenska klimatutsläppen till Europeiska kommissionen. Energimyndigheten brukar i samband med detta arbete även ta fram ytterligare ett eller flera scenarier samt känslighetsanalyser för att få ett brett kunskapsunderlag på möjliga utvecklingsvägar i ett framtida energisystem. I årets rapport har vi valt att titta särskilt på frågan om en kraftig elektrifiering av samhället och hur ett energisystem kan se ut i ett sådant samhälle. Vi har även tittat på effekter som följer av en övergång till en transportsektor baserad på allt mer biodrivmedel och allt mindre fossila bränslen.

Under arbetet belystes olika utvecklingsvägar som var och en innebär betydande påverkan på det framtida svenska energisystemet; högre elektrifieringstakt i industrin, fler datacenter och omställningen av transportsektorn med ökad andel förnybart där behovet av biodrivmedel bland annat påverkas av elektrifieringstakten.

En snabbt ökande efterfrågan på el i samhället tillsammans med nya och förändrade elanvändningsmönster innebär att det blir viktigt att i god tid skapa förutsättningar för utökad elektrifiering i samhället. I ett mer elektrifierat (och digitaliserat) samhälle kan kostnadsbilden för såväl befintliga som nya tekniker och produktionskällor komma att förändras i förhållande till de kalkyler som görs utifrån dagens situation. En betydande ökning av elanvändning understryker vikten av att arbetet med energieffektivitet fortsätter, liksom forsknings-, innovations- och utvecklingsarbetet runt andra centrala komponenter i ett framtida energisystem såsom energilagring, efterfrågeflexibilitet och infrastruktur.

Scenarierna i rapporten kan och kommer att användas i olika typer av utredningar där framtidsscenarier är viktiga underlag. Rapporten är därmed ett viktigt inspel till fortsatta analyser om och diskussioner runt ett hållbart energisystem. Inte minst kommer dessa scenarier ligga som en viktig utgångspunkt i den utredning som Energimyndigheten under våren 2021 kommer att presentera om en hållbar elektrifiering i ljuset av bl.a. de 16 nationella miljömålen som riksdagen antagit. I den utredningen kommer bland annat eleffektfrågan och flexibilitet att analyseras och även hur de svenska klimat- och energipolitiska målen kan komma att påverkas av den ökade elanvändningen som förespås.

För en kortsiktig utveckling av energisystemet hänvisas till Energimyndighetens kortsiktsprognoser som sträcker sig fyra år framåt i tiden.

Robert Andrén
Generaldirektör

Innehåll

Slutsatser och sammanfattning	5
1 Inledning	10
1.1 Bakgrund och syfte	10
1.2 Beskrivning av scenarierna	10
1.3 Hur effekterna av coronapandemin hanteras i scenarierna	12
1.4 Rapportens disposition	13
2 Total energianvändning och tillförsel	14
2.1 Energitillförsel och energianvändning minskar i Referens EU	15
2.2 Stor skillnad i energitillförsel och användning mellan scenarierna	16
3 Transport	19
3.1 Transportsektorns energianvändning	20
3.2 Fordonsflottans utveckling	22
3.3 Trafikutveckling	24
3.4 Sjöfart, bantrafik och luftfart	25
3.5 Utrikes transporter	26
3.6 Förnybart inom transportsektorn	26
3.7 Osäkerheter i scenarierna	27
4 Industrisektorns energianvändning	29
4.1 Industrins energianvändning	30
4.2 Industrins förädlingsvärde	32
4.3 Teknikskiften som kan leda till ökad energianvändning	34
4.4 Generella trender	36
4.5 Osäkerheter i scenarierna	37
5 Bostäder och service	38
5.1 Energianvändningen minskar fram till 2030 för att sedan öka på längre sikt	39
5.2 Datacenter antas bidra till en stor ökning av elanvändningen i sektorn	42
5.3 Varmare klimat leder till minskat uppvärmningsbehov	43
5.4 Elpriset styr användningen av fjärrvärme	44
5.5 Konkurrenskraften för värmepumpar och energieffektivisering påverkar energianvändningen	47
5.6 Arbetsmaskiner i sektorn	48

6	Bioenergianvändning i olika scenarier	49
6.1	Påverkan av nya styrmedel för biodrivmedelsanvändning	49
6.2	Effekter av ökad efterfrågan på biodrivmedel	52
7	El- och fjärrvärmesektorn	54
7.1	Elektrifiering ökar elanvändningen	55
7.2	Elpriset ökar över tid	56
7.3	Elproduktionen ökar i samtliga scenarier	58
7.4	Biobränslen är det vanligast bränslet för elproduktion	65
7.5	Fjärrvärmens kvar på dagens nivå	65
8	Måluppfyllelse	67
8.1	Andel förnybar energi	67
8.2	Andel förnybar el	70
8.3	Andel förnybart i transportsektorn	72
8.4	Energiintensitet	73
9	Avslutande diskussion	76
9.1	Antaganden och förutsättningar har stor påverkan på resultaten	76
9.2	Elsystemets utveckling	77
9.3	Fokus på vätgas ökar	78
9.4	Andelen förnybar energi ökar efter hand	79
9.5	Energiintensitetsmålet till 2030 ser inte ut att nås	79
Bilaga A	– Resultattabeller	81
A.1	Referens EU	82
A.2	Lägre BNP	87
A.3	Lägre energipriser	92
A.4	Ytterligare åtgärder	97
A.5	Elektrifiering	102
A.6	Känslighetsfall på transportsektorns trafikarbete	113
A.7	Målberäkningar	115
Bilaga B	– Förutsättningar och metod	116
B.1	Generella förutsättningar	116
B.2	Generell metodbeskrivning	122
B.3	El- och fjärrvärmeproduktion	123
B.4	Transportsektorn	133
B.5	Bostäder och Service	142
B.6	Industrisektorn	154
B.7	Måluppfyllelse	162

Slutsatser och sammanfattning

Slutsatser

Energisystemet står inför stora förändringar i syfte att uppnå klimat- och energipolitiska mål. För att öka kunskapen om de utmaningar som omställningen innebär tar Energi-myndigheten fram denna scenariorapport som syftar till att visa på helhetsbilden av energisystemet och möjliga utvecklingsvägar framåt. Dessutom ser vi andra omfattande trender som digitalisering, urbanisering och globalisering, som kan ha påverkan på utvecklingen. Detta kommer vi att behöva analysera i framtiden. Förhoppningen är att rapporten ska kunna fungera som ett underlag inför olika typer av beslut i olika delar av samhället. Några av de viktigaste slutsatserna i rapporten är:

- Elanvändningen inom industrisektorn antas öka vilket till stor del drivs av behov att fasa ut fossila bränslen för att uppnå klimatmål. En ökad digitalisering innebär ökad elanvändning i datacenter. Inom transportsektorn förväntas också elanvändningen öka vilket där innebär en effektivisering av sektorn. I takt med denna utveckling kommer det att vara viktigt att säkerställa en hållbar batteri-värdekedja.
- Sverige har mycket goda förutsättningar att öka elproduktionen för att möta den högre efterfrågan. Teknik- och kostnadsutvecklingen för såväl befintliga som relativt nya tekniker påverkar i stor grad hur lönsamma olika tekniker och produktionsslag blir framöver. Under vissa scenarier kan till exempel både havsbaserad vind och ny kärnkraft komma att på lång sikt bli lönsamma relativt dagens situation. Den ökade efterfrågan på el och ökad andel intermittent (variabel) kraft kommer att innebära nya utmaningar i det nya elsystemet. Det är därför viktigt att i god tid skapa förutsättningar att möta efterfrågan på el på ett kostnadseffektivt och hållbart sätt och med hög acceptans i samhället.
- Bioenergi är, och kommer fortsatt att vara, en viktig energikälla i det svenska energisystemet och en betydelsefull pusselbit för att nå energi- och klimatpolitiska mål. Efterfrågan på biodrivmedel kan förväntas öka till 2030 beroende på bland annat de föreslagna höjningarna av reduktionsnivåer i reduktionspliktsystemet för bensin och diesel. Den föreslagna reduktionsplikten för flygfotogen innebär att biodrivmedel även kan komma att efterfrågas av luftfarten i större utsträckning. Att öka biodrivmedelsanvändningen kan dock komma i konflikt med andra mål, bland annat EU:s takdirektiv för luft som anger en målsättning för utsläpp av NO_x från inrikes transporter. Att fortsätta arbetet med att säkerställa ett hållbart biomassa-uttag och att sträva efter ökad energieffektivisering är därför centralt.
- Det svenska energiintensitetsmålet till 2030 nås inte i scenarioanalysen. En viss effektiviseringstakt ingår i användarsektorerna, men den räcker inte för måluppfyllelse. Det är viktigt att fortsätta arbeta med effektiviseringsåtgärder och öka takten framöver. Därtill förväntar vi oss också ett ökat fokus på EU-nivå vad gäller energieffektivisering och resurseffektivitet.

Sammanfattning av scenarierna

Energimyndigheten tar vartannat år fram långsiktiga scenarier över energisystemets utveckling som underlag till Sveriges klimatrapportering. Dessa scenarier utformas enligt de krav som finns i förordningen om klimatrapportering och huvudsyftet är att utifrån dagens energisystem göra scenarier över energianvändning och tillförsel framöver.

Energimyndigheten har därutöver valt att ta fram ytterligare scenarier och känslighetsfall för att analysera effekter på energianvändning och tillförsel av olika tänkbara utvecklingsbanor. Sammanlagt har följande scenarier och känslighetsfall tagits fram:

- *Referens EU*
- *Lägre energipriser*
- *Lägre BNP*
- *Elektrifiering*
 - *Elektrifiering utan ny kärnkraft*
 - *Elektrifiering med lägre produktionskostnader för vindkraft*
- *Ytterligare åtgärder*
- *Känslighetsfall med högre respektive lägre trafikarbete*

De tre första scenarierna är framtagna som underlag för Sveriges rapportering av klimatutsläpp till EU och bygger på befintliga styrmedel som fanns på plats till och med 1 juli 2020. Utfallet från dessa scenarier kan ses som en möjlig utveckling om inga ytterligare styrmedel implementeras. EU-kommissionen tillhandahåller priser på fossila bränslen och utsläppsätter som ska användas i scenariot *Referens EU*.

Energimyndigheten lyfter i den här rapporten inte fram ett huvudscenario utan fokuserar på skillnaderna mellan scenarierna samt vilka parametrar som är viktiga för olika utfall. Scenarierna ska inte betraktas som en prognos utan utfallet är beroende av vilka förutsättningar som gäller för respektive scenario. Utfallen är även beroende av de antaganden som görs om exempelvis priser på bränslen och produktionstekniker, samt antagande om teknikutveckling i olika sektorer. Energimyndigheten gör i denna rapport ingen bedömning över vilket scenario som är mest realistiskt.

Under våren 2021 kommer Energimyndigheten att presentera en utredning om hållbar elektrifiering. I den utredningen kommer bland annat effektfrågan och flexibilitet att analyseras samt hur de svenska miljö- och energipolitiska målen påverkas av en ökad elanvändning. I det arbetet är dessa scenarier en viktig utgångspunkt.

Total energianvändning och tillförsel

Total energianvändning och tillförd energi minskar i *Referens EU*, *Lägre BNP*, *Lägre energipriser* samt *Ytterligare åtgärder* från 556 TWh 2018 till mellan 446 och 471 TWh 2050. Minskningen beror i huvudsak på en delvis utfasning av kärnkraft till 2050, detta trots att tre reaktorer livstidsförlängs. En minskad energianvändning sker även i sektorn Transporter. Gemensamt för samtliga scenarier är att mängden fossila bränslen minskar och att vind- och solkraft ökar.

I scenariot *Elektrifiering* minskar den totala energianvändningen och tillförseln något från 2018 årsnivå till 552 TWh 2050. Elektrifieringen ger ett högre elpris vilket gör ny kärn-

kraft lönsam. Ny kärnkraft står för 12 TWh år 2045 och ökar till 32 TWh till 2050. I båda känslighetsfallen, där ny kärnkraft inte byggs, blir tillförd energi istället 490 TWh. Vilket antagande som görs för de olika teknikerna till 2050 påverkar resultatet stort. Användningen av fossila bränslen minskar i detta scenario med 81 TWh mellan 2018 och 2050.

Transportsektorns energianvändning

Energianvändningen inom inrikes transportsektor minskar från 84 TWh basåret 2018 till mellan 55 och 68 TWh för de olika scenarierna och känslighetsfallen 2050. Minskningen är främst en konsekvens av en ökad elektrifiering och effektivisering av vägfordon vilket dock motverkas något av en ökad transportefterfrågan.

Elanvändningen inom transportsektorn väntas öka från knappt 3 TWh 2018 till mellan 18 och 28 TWh 2050 beroende på scenario. El används främst inom vägtrafiken och bantrafiken och en liten andel inom inrikes sjöfart.

I scenarierna *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering* ökar biodrivmedelsanvändningen till 2030 i takt med att reduktionsnivåerna inom reduktionsplikten ökar, för att därefter minska till följd av den ökade elektrifieringen som minskar efterfrågan på drivmedel totalt sett och därmed även mängden biodrivmedel. Dessutom inkluderas inget styrmedel som höjer kraven efter 2030. Biodrivmedelsanvändningen för inrikes transporter 2030 omfattar knappt 39 TWh i *Ytterligare åtgärder* och 34 TWh i *Elektrifiering*. Reduktionsplikten bidrar till en biodrivmedelsökning om 25 TWh vid jämförelse mellan *Referens EU* och *Ytterligare åtgärder* 2030 medan skattebefrielsen för rena- och hög-inblandade bidrar till 4 TWh högre biodrivmedelsanvändning.

Utrikes transporter innefattar energianvändning från utrikes sjöfart och utrikes luftfart. Energianvändningen väntas öka under scenarioperioden i *Referens EU* från omkring 31 TWh 2018 till 38 TWh 2050. Inga större bränsleskiften sker förutom en ökning av flytande naturgas (LNG) inom sjöfarten. I scenarierna *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering* innebär dock reduktionsplikt för flygfotogen att användningen av förnybart flygbränsle ökar till knappt 4 TWh 2050.

Industrisektorns energianvändning

Energianvändningen inom industrin förväntas öka något till 2030 för samtliga scenarier och det är främst elanvändningen som beräknas öka. Efter 2030 minskar energianvändningen till 2050 för alla scenarier med undantag för *Elektrifiering* som ökar. Anledningen till den minskade energianvändningen mellan 2030 och 2050 är att energianvändningen är kopplad till förädlingsvärdet som enligt Konjunkturinstitutet inte beräknas öka i samma takt som tidigare. Anledningen till den stora ökningen i scenariot *Elektrifiering* är att konvertering av befintliga processer från fossila bränslen till el ofta innebär att det krävs mer total mängd energi för att producera samma mängd varor som tidigare. Processen blir därmed mindre energieffektiv men innebär att fossila bränslen fasas ut.

Bioenergi är en viktig energikälla inom industrin där pappers- och massaindustrin är den största användaren. Bioenergianvändningen i industrisektorn antas minska från 55 TWh 2018 till 53 TWh 2050 i *Referens EU*, främst beroende på att pappers- och massaindustrin minskar sin användning på grund av ett antagande om ökat pris på biomassa beroende på att biomassan får fler användningsområden.

Inom industrin förväntas de fossila bränslena minska med 5–23 TWh, beroende på scenario, mellan 2018 och 2050. Elanvändningen beräknas öka med 5–49 TWh, beroende på scenario, mellan 2018 och 2050.

Antaganden kring olika teknikskiften är avgörande för hur industrins energianvändning kan se ut i framtiden. Scenariot *Elektrifiering* visar tydligt vilken konsekvens ett antal teknikskiften har på energianvändningen. Det är ett fåtal företag som står för en stor energianvändning vilket gör det svårt att bedöma utvecklingen då det rör sig om stora investeringsbeslut.

Bostäder och service

De huvudsakliga resultaten i samtliga scenarier är att den slutliga energianvändningen i sektorn först minskar fram till 2030 för att sedan öka igen fram till 2050 och uppgå till mellan 145 och 152 TWh beroende på scenario.

Högst blir den slutliga energianvändningen i scenariot *Elektrifiering* där en större utbyggnad av datacenter genomförs i Sverige. Hur stor tillkommande elanvändning datacenter skulle kunna stå för är dock väldigt osäkert. Hur attraktivt det kommer att vara att bygga datacenter i Sverige beror på en mängd faktorer så som elpris, skattenivå, kapacitet i elnätet samt hur attraktivt det anses jämfört med andra länder. Det beror också på hur digitalisering av samhället generellt utvecklas och hur det påverkar behovet av el. Lägst blir energianvändningen i scenariot *Lägre energipriser*. Det beror främst på att värmepumpar blir mer konkurrenskraftiga jämfört med främst fjärrvärme i det fallet.

Minskningen av fossila bränslen blir störst i scenarierna *Elektrifiering* och *Ytterligare åtgärder*. Det beror främst på att högre inblandning av biodrivmedel i bensin och diesel till arbetsmaskiner sker i dessa scenarier men även att det sker elektrifiering av arbetsmaskiner i byggsektorn i scenariot *Elektrifiering*.

Utvecklingen för fasta biobränslen i form av pellets, som främst används för uppvärmning i småhus, är i princip densamma för samtliga scenarier och minskar från drygt 13 TWh 2018 till knappt 9 TWh 2050. Orsaken till minskningen är att pellets blir lite mindre konkurrenskraftigt i relation till värmepumpar och fjärrvärme.

El- och fjärrvärme

Elanvändningen ökar i samtliga scenarier till 2050. I *Elektrifiering* ökar elanvändningen till 234 TWh 2050. För övriga scenarier så hamnar elanvändningen på cirka 170–178 TWh i slutet av perioden.

Elproduktionen ökar i samtliga scenarier till 2050. Den högsta elproduktionen noteras i scenario *Elektrifiering* där det högre elpriset och relationen till omkringliggande länder resulterar i en elproduktion på 282 TWh.

Kärnkraften finns kvar i samtliga scenarier genom att det blir lönsamt att genomföra livstidsförlängningar i tre reaktorer. I *Elektrifiering* blir även investeringar i ny kärnkraft lönsam i Sverige från 2045 och fyra reaktorer byggs. Antagandet om maximalt fyra nya reaktorer under scenarioperioden är gjorda för att reflektera flaskhalsar i form av tid för byggandet av reaktorerna samt långa planeringshorisonter.

Landbaserad vindkraft byggs utan stödsystem under perioden i samtliga scenarier. I ett av *Elektrifieringens* känslighetsfall, där produktionskostnader för vindkraft är lägre, blir även havsbaserad vindkraft lönsamt. Total produktion från vindkraften är mellan 64 och 156 TWh 2050 beroende på scenario.

Solkraftens bidrag förväntas vara mellan 9 och 11 TWh 2050 för samtliga scenarier. Utbyggnaden sker tack vare att skattereduktion för inmatning av el ligger kvar hela perioden tillsammans med fortsatta kostnadsminskningar för solkraft och stigande elpris.

Total produktionen från kraftvärme och industriellt mottryck¹ ligger kvar på dagens nivå under hela perioden fram till 2050. Skillnaderna mellan scenarierna är små och produktionen 2050 hamnar på 16–17 TWh beroende på scenario. Det är framförallt elpriserna som driver utvecklingen vilket i första hand syns i *Lägre energipriser* där produktionen hamnar i det lägre intervallet.

Sverige är nettoexportör av el i samtliga scenarier till 2050. År 2050 är nettoexporten högst i scenariot *Elektrifiering* med 47 TWh och lägst i *Lägre energipriser* med 8 TWh. Detta är för helåret och säger inget om tillgänglighet på eleffekt. Dessa frågor kommer att analyseras vidare i Energimyndighetens utredning om hållbar elektrifiering.

Fjärrvärmeanvändningen och den tillförda energin för fjärrvärmeproduktion skiljer sig relativt lite mellan de olika scenarierna. Användningen hamnar på mellan 60 och 62 TWh för 2050 med undantag för scenario *Lägre energipriser* som är 55 TWh. I det scenariot är elpriserna lägre vilket ger konkurrensfördelar för uppvärmning med el och värmepumpar som tar andelar av värmeunderlaget.

Uppfyllelse av energipolitiska mål

Total andel förnybart väntas bli 58 procent 2020 vilket överträffar det nationella målet om minst 50 procent. Sverige har inget övergripande mål för förnybart till 2030 och i scenarierna blir andelen mellan 63 och 75 procent.

Andelen förnybar elproduktion blir i scenarierna 72–79 procent 2040. Resterande andel är kärnkraftsproduktion förutom en procent som är producerad av fossila bränslen i alla scenarier. Målet till 2040 är 100 procent förnybar el som samtidigt inte förbjuder kärnkraft.

Andelen förnybar energi i transportsektorn 2020 blir 35 procent oavsett scenario, vilket överträffar EU:s mål på 10 procent. Till 2030 är andelen 42–44 procent i de scenarier som endast inkluderar 2020 års kvotnivå i reduktionspliktssystemet, samt 79–82 procent i de två scenarier som inkluderar höjda kvotnivåer till 2030, införande av reduktionsplikt för förnybart flygbränsle samt fortsatt skattebefrielse för rena och höginblandade biodrivmedel. En av dessa två scenarier innehåller dessutom en högre elektrifieringstakt. EU:s mål för transportsektorn 2030 är 14 procent förnybar energi. Beräkningen inkluderar dubbelräkningar m.m. av vissa biodrivmedel och el.

Energiintensitet, uttryckt som tillförd energi i förhållande till BNP, är 24 procent lägre 2020 än 2008 och målet på 20 procent lägre energiintensitet bedöms därmed nås. Till 2030 är målet 50 procent minskad energiintensitet i jämförelse med 2005 vilket inte nås i scenarierna där minskningen blir 46–47 procent.

¹ Med industriellt mottryck avses kraftvärme från industrin.

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Sverige tar vartannat år fram scenarier över de svenska klimatutsläppen och rapporterar till Europeiska kommissionen. Den svenska rapporteringen till kommissionen samordnas av Naturvårdsverket, baseras på underlag från flera olika myndigheter och redovisas i Naturvårdsverkets rapport ”Report for Sweden on assessment of projected progress, March 2021”. Energimyndighetens långsiktiga scenarier över energisystemets utveckling är en del av underlaget.

Utöver detta använder Energimyndigheten scenarierna för att följa upp energipolitiska mål och i olika typer av utredningar där scenarier över framtiden behövs som underlag. Därför har Energimyndigheten i denna rapport tagit fram scenarier och känslighetsanalyser utöver scenarierna som används till klimatrapporeringen. Energimyndigheten har inget huvudscenario i denna rapport utan presenterar istället flera olika scenarier där skillnaderna mellan dem lyfts fram. Scenarierna utgår från dagens energisystem och undersöker olika parametrar i syfte att öka förståelsen för hur dessa påverkar energisystemet i stort. Inget av scenarierna är måluppfyllande vad gäller de energi- och klimatpolitiska målen till 2030 och 2045. Däremot kan scenarierna användas för att analysera fortskridande mot måluppfyllelse samt eventuella gap till att uppnå målen.

I rapporten diskuteras vilka antaganden som är osäkra och hur det påverkar resultatet av scenarierna. En viktig del i utredningen är att visa på de osäkerheter som finns och resultaten i denna rapport ska inte betraktas som en prognos. Energimyndighetens långsiktiga scenarier ska användas för att analysera utvecklingen på längre sikt. För utvecklingen på kort sikt tar Energimyndigheten fram kortsiktiga prognoser² som sträcker sig fyra år framåt i tiden.

Energimyndigheten genomför utöver de långsiktiga scenarierna även andra scenarioanalyser. Under 2020/2021 pågår ett uppdrag att undersöka hur en ökad elanvändning och elektrifiering i samhället kan ske på ett hållbart sätt och som inte har en negativ påverkan på de svenska miljö- och energipolitiska målen. Resultat från de långsiktiga scenarierna används som underlag in i det arbetet och fördjupade analyser av en framtida elektrifiering görs. Uppdraget Hållbar elektrifiering bedrivs inom Miljömålsrådet med flera medverkande myndigheter³ där Energimyndigheten är drivansvarig myndighet. En rapport från uppdraget kommer att publiceras i maj 2021.

1.2 Beskrivning av scenarierna

Här beskrivs kortfattat de scenarier som presenteras i rapporten. Detaljer kring förutsättningarna för scenarierna finns presenterade i Bilaga B.

² Kortsiktsprognos sommaren 2020, ER 2020:21, Energimyndigheten.

³ Medverkande myndigheter inom Hållbar elektrifiering är Naturvårdsverket, Länsstyrelserna, Strålsäkerhetsmyndigheten, Sverige geologiska undersökning (SGU), Havs- och vattenmyndigheten, Tillväxtverket och Trafikverket.

Sammantaget presenteras fem scenarier i rapporten samt ett antal känslighetsanalyser. Av dessa scenarier tas tre fram som underlag till klimatrapporeringen. Vad dessa scenarier ska innehålla styrs av förordningen om klimatrapporering⁴, som ställer krav på de scenarier som ska ligga till grund för beräkningen av växthusgasutsläpp. Scenariot *Referens EU* är det scenario som används för utsläppsberäkningar till EU-kommissionen. Klimatrapporeringen ställer även krav på ett scenario med högt CO₂-utsläpp och ett med lågt CO₂-utsläpp. Scenarierna *Lägre energipriser* samt *Lägre BNP* är framtagna för att motsvara dessa scenarier och används vidare som underlag för utsläppsberäkningarna. Scenarierna ska utgå från befintliga styrmedel, vilket här innebär styrmedel som fanns på plats senast 1 juli 2020. Dessa scenarier visar hur utvecklingen kan se ut om inga nya åtgärder eller styrmedel införs. Det finns dock utrymme i klimatrapporeringsförordningen att ta fram scenarier med ytterligare åtgärder, vilket gjorts i arbetet, och benämns här *Ytterligare åtgärder*.

Ett scenario tas fram med ökad elektrifieringsgrad jämfört med övriga scenarier; *Elektrifiering*. Dessutom har olika känslighetsanalyser gjorts vilka beskrivs nedan.

Följande antaganden, som är gemensamma för alla scenarier, är särskilt värt att nämna:

- Hänsyn tas till förändrat klimat genom att använda scenarier från SMHI, som beräknar antalet graddagar⁵ och därmed värmebehov. Det förändrade klimatet ger också ökad tillrinning och produktion för vattenkraften. Produktionsökningen motverkas av en minskad produktion på grund av nya krav på miljöanpassningar.
- Antaganden görs att det är möjligt att livstidsförlänga de tre mest moderna kärnkraftreaktorerna. Den beräkningsmodell som används väljer sedan om livstidsförlängning görs.
- Det är möjligt att investera i ny kärnkraft på befintliga platser. Den beräkningsmodell som används väljer sedan om nyinvesteringar görs.

Samtliga scenarier sträcker sig till 2050, med nedslag vart femte år med början 2020. Kravet inom klimatrapporeringen är att ta fram scenarier till 2040.

1.2.1 Referens EU

Scenariot är det som i klimatrapporeringen kallas för referensscenariot. Förutsättningar från EU-kommissionen över prisutvecklingen för utsläppsrätter och fossila bränslen används i scenariot.

1.2.2 Lägre BNP

I detta scenario antas en lägre ekonomisk utveckling (BNP), i övrigt är förutsättningarna desamma som i *Referens EU*. Scenariot görs som ett fall med låga CO₂-utsläpp i enlighet med kraven från klimatrapporeringen.

⁴ Rapporteringen görs enligt SFS 2014:1434 Klimatrapporeringsförordning och enligt Europaparlamentets och rådets förordning (EU) nr 525/2013 om en Mekanism för att övervaka och rapportera utsläpp av växthusgaser och för att rapportera annan information på nationell nivå och unionsnivå som är relevant för klimatförändringen.

⁵ Graddagar för värme är ett sätt att kvantifiera hur stort behovet att värma upp byggnader är under ett år.

1.2.3 *Lägre energipriser*

I scenariot antas ett lägre pris på fossila bränslen samt utsläppsrätter, i övrigt är förutsättningarna desamma som i *Referens EU*. Scenariot görs som ett fall med höga CO₂-utsläpp i enlighet med kraven från klimatrapporteringen.

1.2.4 *Ytterligare åtgärder*

I scenariot inkluderas ett antal förändringar som aviserades i budgetpropositionen för 2021⁶: höjda kvotnivåer i reduktionspliktssystemet för drivmedel till 2030, införande av ett reduktionspliktssystem för förnybart flygbränsle, samt fortsatta skattenedsättningar för rena och höginblandade biodrivmedel.

Syftet med scenariot är att analysera ökning i användningen av biodrivmedel när dessa åtgärder införs.

1.2.5 *Elektrifiering*

I detta scenario undersöks hur energisystemet påverkas av en högre takt av elektrifiering i de olika sektorerna.

- I transportsektorn antas en högre andel laddbara fordon.
- I bostäder och service antas en högre takt i utbyggnad av datacenter samt ökad elektrifiering av vissa arbetsmaskiner.
- I industrisektorn antas en rad teknikskiften äga rum; HYBRIT implementeras, CemZero genomförs, elektrobränslen börjar produceras etcetera. Teknikskiftena beskrivs i kapitel 4.

I detta scenario inkluderas även de förändringar som ingår i *Ytterligare åtgärder*.

1.2.6 *Känslighetsanalyser*

En känslighetsanalys har gjorts av förändrat trafikarbete, genom att sänka respektive höja trafikarbetet med 10 procent till 2050 jämfört med trafikarbetet i scenariot *Referens EU*.

För scenariot *Elektrifiering* görs två känslighetsfall som rör elproduktionen. I det ena fallet kan inte ny kärnkraft byggas och i det andra sänks produktionskostnaden ytterligare för vindkraft i förhållande till övriga scenarier.

1.3 *Hur effekterna av coronapandemin hanteras i scenarierna*

Den ekonomiska utvecklingen tas fram av Konjunkturinstitutet som ett underlag till Energimyndighetens arbete med långsiktiga scenarier. Konjunkturinstitutet hade möjlighet att inkludera bedömningar av effekter av coronapandemin till viss del. Det bör dock nämnas att den modell som används, EMEC, är inriktad på långsiktig jämvikt och syftar inte till att fånga upp kortsiktiga svängningar, som den ekonomiska nedgången under 2020. För analys på kort sikt hänvisas istället till Energimyndighetens kortsiktiga prognoser över energisystemet⁷. Anledningen är att pandemins påverkan på kort sikt bättre fångas i en kortsiktig bedömning både när det gäller tillförd energi och ekonomisk utveckling.

⁶ Prop. 2020/21:1. *Budgetpropositionen för 2021*.

⁷ Energimyndigheten, *Prognoser och scenarier*
<http://www.energimyndigheten.se/statistik/prognoser-och-scenarier/>

Coronapandemin kommer sannolikt ha långsiktiga konsekvenser inom exempelvis rese- och konsumtionsmönster. Det är dock svårt att i dagsläget bedöma detta och hur det kan påverka energianvändningen i samhället. Det är inte en analys som varit möjlig att göra inom ramen för detta arbete.

1.4 Rapportens disposition

I kapitel 2 redovisas en övergripande bild över scenarierna för hela energisystemet. I kapitlen 3, 4 och 5 redovisas scenarierna för de olika användarsektorerna transport, industri, samt bostäder och service med mera. Kapitel 6 redogör för bioenergianvändning. I kapitel 7 redogörs för el- och fjärrvärmeproduktion i de olika scenarierna. I kapitel 8 diskuteras utvecklingen av energipolitiska mål till 2020, 2030 samt 2040. Kapitel 9 innehåller en avslutande diskussion.

Resultattabeller för samtliga scenarier finns i Bilaga A. I Bilaga B presenteras förutsättningar och metod för scenarioarbetet.

I de tabeller och figurer som redovisas presenteras statistik fram till 2018 samt scenarioresultat till 2050 med nedslag vart femte år. De statistiska åren presenteras för att ge en bild av den historiska utvecklingen och därmed perspektiv på analysen av den framtida utvecklingen. 2018 är basår i analysen då det är senaste året med årlig statistik. Det finns senare statistik publicerad än 2018, för detta hänvisas till Energimyndighetens hemsida⁸.

⁸ Energimyndigheten, *Statistik* <http://www.energimyndigheten.se/statistik/>

2 Total energianvändning och tillförsel

Viktiga slutsatser

- Total energianvändning och tillförd energi minskar i *Referens EU*, *Lägre BNP*, *Lägre energipriser* samt *Ytterligare åtgärder* från 556 TWh 2018 till mellan 446 och 471 TWh 2050. En minskad total energianvändning beror i huvudsak på en delvis utfasning av kärnkraft till 2050, detta trots att tre reaktorer livstidsförlängs i alla scenarier. Energianvändningen minskar även i sektorn Transporter. Gemensamt för samtliga scenarier är att mängden fossila bränslen minskar och att vind- och solkraft ökar.
- I scenariot *Elektrifiering* minskar den totala energianvändningen och tillförseln något från dagens nivå till 552 TWh 2050. Elektrifieringen bidrar till ett högre elpris vilket gör ny kärnkraft lönsam. I båda känslighetsfallen, där ny kärnkraft inte byggs, blir tillförd energi istället 490 TWh. Vilket antagande som görs för olika produktionstekniker till 2050 påverkar resultatet stort. Användningen av fossila bränslen minskar här med 81 TWh mellan 2018 och 2050.

Energibalanser över det svenska energisystemet tas fram för följande fem scenarier samt för två känslighetfall på scenariot *Elektrifiering*:

- *Referens EU*
- *Lägre energipriser*
- *Lägre BNP*
- *Ytterligare åtgärder*
- *Elektrifiering*
 - *Elektrifiering utan ny kärnkraft*
 - *Elektrifiering med lägre produktionskostnader för vindkraft*

Scenarierna beskrivs mer i detalj i avsnitt 1.2. Samtliga resultat för scenarierna presenteras i tabellform i Bilaga A och förutsättningarna för energibalanserna presenteras mer detaljerat i Bilaga B.

Vad består energibalansen av?

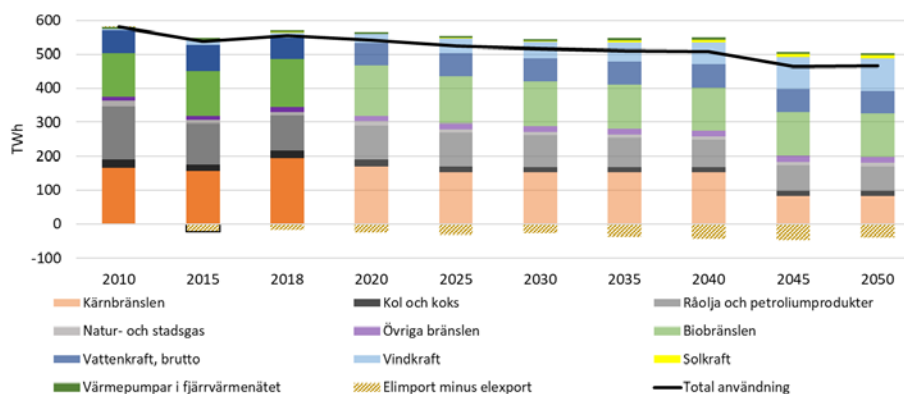
Energibalansen omfattar både energianvändning och energitillförsel. Den totala energianvändningen utgörs av den inhemska användningen, det vill säga den sammanlagda energianvändningen i användarsektorerna (industri, transport samt bostäder och service m.m.), omvandlings- och distributionsförluster samt användningen av energiprodukter för icke-energiändamål. Med icke-energiändamål avses råvaror till kemiindustrin, smörjolja och oljor till byggnads- och anläggningsverksamhet.

Den totala energitillförseln består av tillfört bränsle till användarsektorerna och till omvandlingsanläggningar som kraftvärmeverk. I den totala energitillförseln ingår även omvandlingsförluster i raffinaderier samt bruttoproduktionen av el i vind-, vatten- och kärnkraftverk. På grund av att verkningsgraden i kärnkraftverk är relativt låg och att den spillvärmen inte tas omhand är omvandlingsförlusterna stora och brutto- och nettoproduktionen skiljer sig därför kraftigt åt. Slutligen ingår spillvärme från industrier, eftersom denna är insatt energi för fjärrvärme-produktion. Även eventuell nettoimport av el ingår.

I en statistisk energibalans är totalt använd och tillförd energi i balans, det vill säga samma energimängd.

2.1 Energitillförsel och energianvändning minskar i *Referens EU*

År 2018 var totalt tillförd och totalt använd energi 556 TWh och nettoexporten av el var 17 TWh. I *Referens EU* minskar den till 464 TWh 2050 och nettoexporten av el ökar till 39 TWh, se Figur 1.

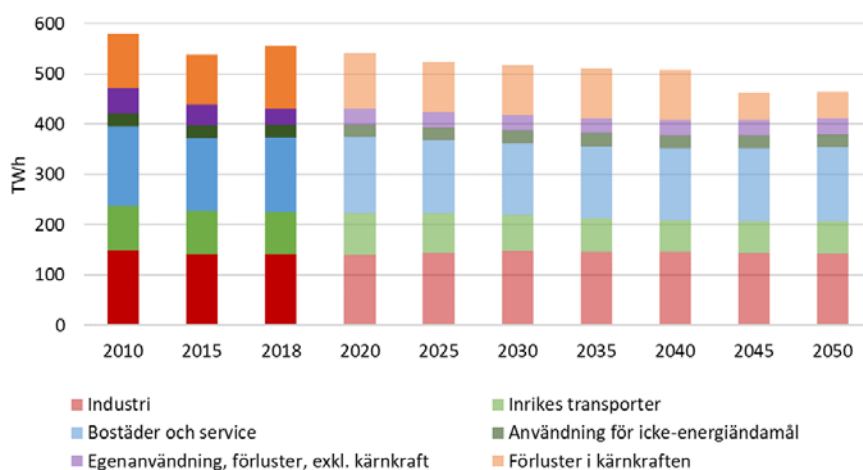


Figur 1. Energitillförsel 2010, 2015 och 2018, energitillförsel i scenariot *Referens EU* (staplar) samt energianvändningen (linje) till 2050, skillnaden är nettoexport eller nettoimport av el, TWh.

Den tillförda energin minskar med 91 TWh mellan 2018 och 2050 och den huvudsakliga anledningen är att energin i insatt kärnbränsle minskar. Kärnkraft finns kvar i energisystemet då livstidsförlängning i tre av de befintliga reaktorerna, utifrån de antaganden som görs, blir lönsam och därför drivs vidare⁹. Vindkraften och solkraften ökar i scenariot till 94 TWh respektive 10 TWh under 2050.

I *Referens EU* sker en viss elektrifiering i användarsektorena vilket bidrar till att fossila oljebränslen minskar i energisystemet. Mellan 2018 och 2050 minskar de fossila oljorna med 31 TWh och kolprodukter med 7 TWh. Biobränslen minskar också under perioden med 14 TWh vilket främst sker i transportsektorn och i mindre utsträckning inom industrin och i bostadssektorn.

På användarsidan ligger den främsta anledningen till minskningen i minskade förluster i kärnkraften. En betydande minskning sker även i transportsektorn där energianvändning är cirka 20 TWh lägre 2050 jämfört med 2018. Sektorerna Industri och Bostäder och service använder ungefär samma mängd energi 2050 som under 2018, se figur 2. Läs mer om energianvändningen under respektive sektors kapitel.

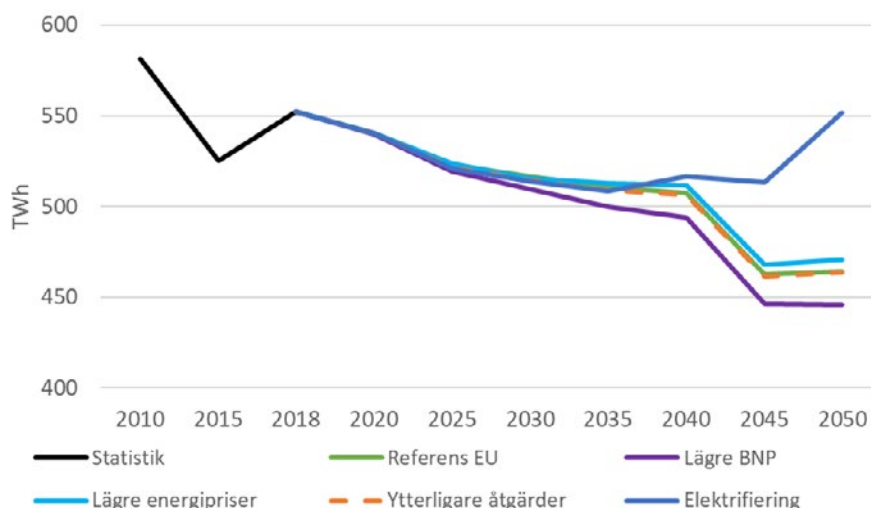


Figur 2. Energianvändning 2010, 2015 och 2018 samt energianvändning i scenariot *Referens EU* till 2050, TWh.

2.2 Stor skillnad i energitillförsel och användning mellan scenarierna

År 2050 är energitillförseln mellan 447–552 TWh beroende på scenario vilket kan ses i Figur 3. Energitillförseln minskar under perioden i förhållande till 2018 i alla scenarier utom i *Elektrifiering* där tillförseln är på samma nivå som dagens. Detta beror främst på vilket antagande som görs för kärnkraften, vilket beskrivs utförligare i Bilaga B. Gemensamt för alla scenarier är även att mängden tillförda fossila oljeprodukter och kolprodukter minskar samt att elproduktionen från vindkraft och solkraft ökar. Skillnaderna i producerad el från de olika kraftslagen är starkt kopplat till elprisutvecklingen för respektive scenario som gör mer eller mindre elproduktion lönsam, elpriserna beskrivs i kapitel 7.2.

⁹ Läs mer om förutsättningar i scenarierna i Bilaga B och i avsnitt B.3.3 i Bilaga B.



Figur 3. Energitillförsel (inkl. nettoimport/export) 2010, 2015 och 2018 samt i samtliga scenarier till 2050, TWh.

Med undantag för scenariot *Elektrifiering* så nås högst energitillförsel 2050 i *Lägre energipriser* (471 TWh) och lägst energitillförsel i *Lägre BNP* (446 TWh).

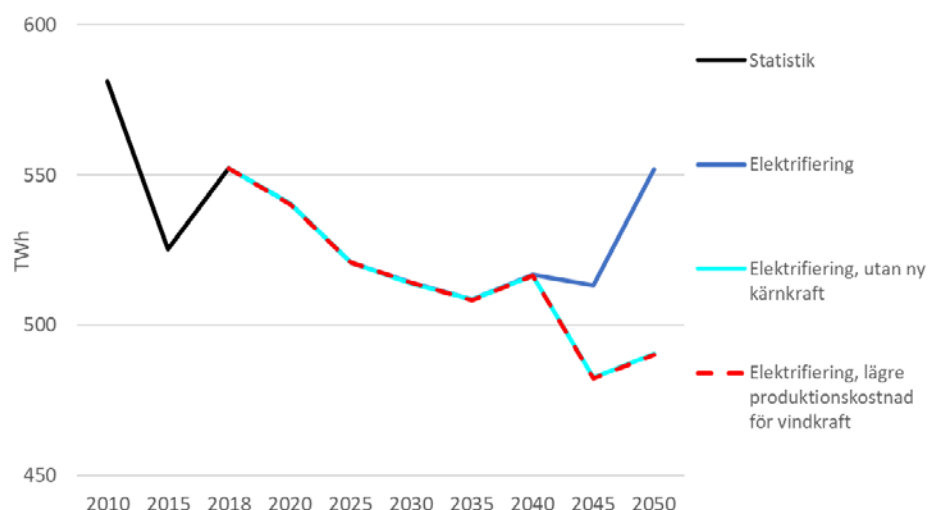
Mängden fossila bränslen som tillförs energisystemet minskar i förhållande till 2018 i samtliga scenarier. I *Lägre energipriser* är priserna på fossila bränslen lägre, vilket ger konkurrensfördelar mot andra alternativ och mer fossila bränslen finns kvar i energisystemet jämfört med övriga scenarier. Både Industri och Transporter använder därmed något mer energi i *Lägre energipriser* än i till exempel *Referens EU*. De lägre bränslepriserna ger dessutom ett lägre elpris än i övriga scenarier, vilket i sin tur ger en mindre utbyggnad av vind- och solkraft i Sverige samt en lägre nettoexport av el 2050 jämfört med *Referens EU*.

I *Lägre BNP* är tillväxttakten lägre än i *Referens EU* vilket framförallt påverkar sektorerna Industri och Transport som använder mindre energi, då energianvändning i dessa sektorer antas vara relaterade till den ekonomiska utvecklingen.

2.2.1 Scenariot Elektrifiering

Tillförd energi och total användning är 552 TWh i scenariot *Elektrifiering* 2050. Varför *Elektrifiering* har en högre energitillförsel än övriga scenarier beror på att det högre elpris som skapas av en stor elefterfrågan i Sverige, men även våra grannländer, gör det lönsamt att investera i ny kärnkraft, vilket kraftigt påverkar mängden tillförd energi. Användningen av el ökar till 234 TWh 2050 och ökningen sker främst i sektorerna Transport och Industri. Detta påverkar i sin tur användningen av fossila bränslen som minskar med totalt 83 TWh mellan 2018 och 2050. Oljorna minskar med 58 TWh och kolprodukter med 21 TWh. Utöver dessa minskar även användningen av naturgas samt övrigt bränsle med 2 TWh vardera.

Minskningen av fossila bränslen beror inte endast på en hög grad av elektrifiering inom vissa sektorer. Minskningen beror också till exempel på att inblandning av biodrivmedel i bensin och diesel ökar (genom systemet för reduktionsplikt) och att kol inte används för värmeproduktion. All ökad elanvändning bidrar inte heller till minskad användning av fossila bränslen som till exempel utbyggnaden av datacenter. Den elektrifiering som sker i transportsektorn ger en minskad energianvändning då den innebär en kraftig energi-effektivisering medan en elektrifiering i till exempel industrin inte per automatik betyder en effektivisering utan är ett sätt att ersätta fossila bränslen.



Figur 4. Totalt tillförd och använd energi i scenariot *Elektrifiering* samt dess känslighetsfall till 2050.

Kärnkraft har en stor påverkan på totalt tillförd¹⁰ och använd energi. De känslighetsfall som gjorts för scenariot *Elektrifiering*, där det inte byggs någon ny kärnkraft, resulterar i en betydligt lägre total energianvändning på 490 TWh 2050, vilket ses i Figur 4. I det ena känslighetsfallet finns inte möjligheten att investera i ny kärnkraft och i det andra fallet finns den möjligheten kvar samtidigt som produktionskostnaden för vindkraft har sänkts ytterligare¹¹. Även om båda känslighetsfallen har samma nivå av tillförd energi så finns skillnader i form av mängden el från vindkraft samt mängden nettoexport vilket beskrivs närmare i kapitel 7.

¹⁰ Anledningen till kärnkraftens stora påverkan är att spillvärme från kärnkraftverk räknas in i energitillförseln.

¹¹ Mer om förutsättningar och kostnader för kraftproduktion i Bilaga B.

3 Transport

Viktiga slutsatser

- Energianvändningen inom inrikes transportsektor minskar från basåret 2018 till 2050 i alla scenarier som presenteras för transportsektorn. Minskningen är främst en konsekvens av en ökad elektrifiering och effektivisering av vägfordon vilket dock motverkas något av en ökad transportefterfrågan.
- Elanvändningen inom transportsektorn väntas öka från knappt 3 TWh 2018 till mellan 18 och 28 TWh 2050 beroende på scenario. El används främst inom vägtrafiken och bantrafiken och en liten andel inom inrikes sjöfart.
- Mängden biodrivmedel (etanol, biobensin, FAME, HVO, biogas och förnybart flygbränsle) väntas minska i absoluta tal i alla scenarier förutom i scenariot Ytterligare åtgärder. Detta är en konsekvens av den ökade elektrifieringen i scenarierna.

För transportsektorn presenteras resultat från följande scenarier:

- *Referens EU*
- *Lägre energipriser*
- *Lägre BNP*
- *Ytterligare åtgärder*
- *Elektrifiering*

Utöver detta presenteras även två känslighetsanalyser med lägre respektive högre trafik-utveckling¹² jämfört med scenariot *Referens EU*.

Förutsättningarna för scenarierna presenteras mer detaljerat i Bilaga B och samtliga resultat för sektorn presenteras i tabellform i Bilaga A.

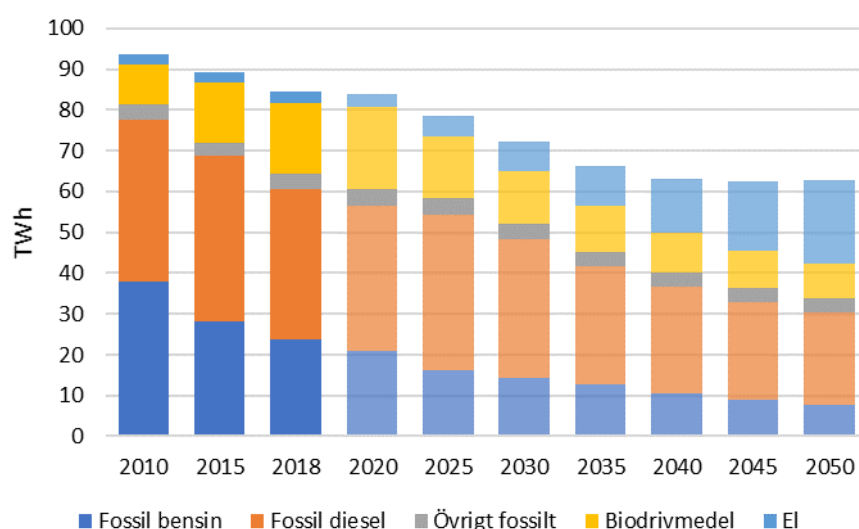
¹² Med trafikutveckling avses trafikarbetsutveckling inom vägtrafiken.

Om transportsektorn

Transportsektorn innefattar person och godstransporter och delas vanligtvis in i fyra olika trafikslag: vägtrafik, bantrafik, sjöfart och luftfart. Sjöfarten och luftfarten fördelas även mellan inrikes och utrikes transporter. Vägtrafiken står för den största energianvändningen inom transportsektorn och inom vägtrafiken utgör delsegmentet personbilstrafik den största energianvändaren. Basåret 2018 stod inrikes transporter för en energianvändning omkring 84 TWh där vägtransporter stod för 78 TWh.

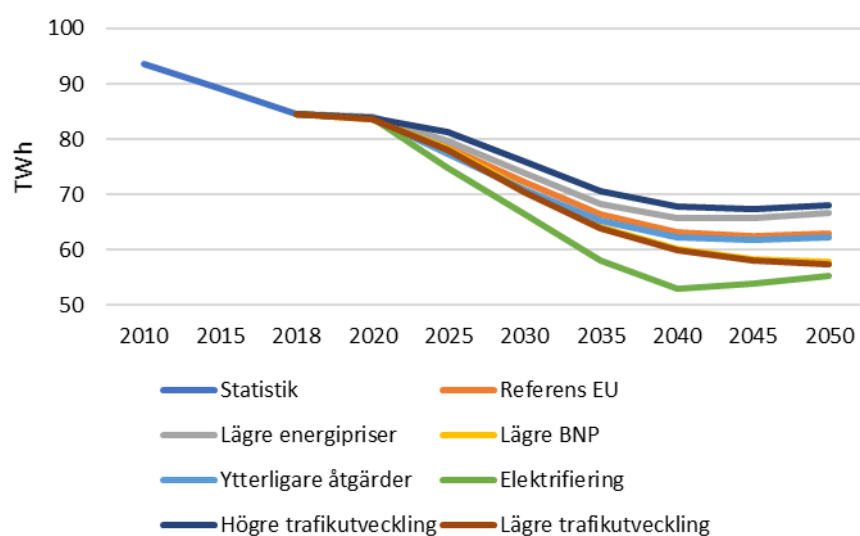
3.1 Transportsektorns energianvändning

Energianvändningen för inrikes transporter i *Referens EU* redovisas i Figur 5. Figuren redovisar bränslefördelningen från statistiken (2010–2018) och för scenarioåren (2020–2050). Den totala energianvändningen väntas minska från basårets nivå om 84 TWh till knappt 63 TWh 2050. Elanvändningen väntas öka markant från drygt 2 TWh till knappt 21 TWh 2050.



Figur 5. Transportsektorns energianvändning, inrikes, 2010, 2015 och 2018 samt scenariot *Referens EU*, TWh.

Figur 6 redovisar den totala energianvändningen för inrikes transporter för alla scenarier. Gemensamt för scenarierna är att energianvändningen minskar över scenarioåren. Den största effektiviseringen och elektrifieringen sker fram till 2040, vilket är anledningen till att den största minskningen sker fram till dess. Därefter är en stor del av vägfordonsflottan elektrifierad vilket innebär att effektiviseringsvinsterna efter 2040 inte är lika stora. Samtidigt visar alla scenarier en ökad trafikutveckling vilket verkar i motsatt riktning för energianvändningen (se vidare under avsnitt 3.3). Störst energianvändning förekommer i *Högre trafikutveckling* där den högre efterfrågan på transporter leder till en ökad energianvändning. Vid 2050 väntas i detta scenario 68 TWh energi behövas för inrikes transporter. Lägst energianvändning förekommer i *Elektrifiering* där de effektivare laddbara fordonen genererar en minskad energianvändning till 55 TWh 2050.



Figur 6. Transportsektorns energianvändning, inrikes, 2010–2050, TWh, alla scenarier.

3.1 Fordonsflottans utveckling

Vägtransporter står för merparten av inrikes transporters energianvändning, vilket innebär att utvecklingen av vägfordonsflottans sammansättning i stor grad påverkar energianvändningen och fördelningen mellan olika energislag. Fordonsflottans sammansättning skiljer sig åt mellan olika scenarier baserat på olika antaganden. De viktigaste skillnaderna förekommer mellan *Referens EU* och *Elektrifiering*. *Referens EU* baseras på de krav på koldioxidutsläpp från nya fordon som beslutats på EU-nivå¹³, se faktaruta om CO₂-krav för nya lätta och tunga fordon nedan. Dessa krav innebär att de genomsnittliga utsläppen från nya fordon som sätts på marknaden av fordonstillverkarna inte får överstiga en beslutad nivå. Dessa krav kan uppfyllas både genom elektrifiering och effektivisering av konventionella motorer. I scenariot *Elektrifiering* utgår Energimyndigheten från Trafikverkets scenario B från rapporten *Scenarier för att nå klimatmålet för inrikes transporter*¹⁴. I *Elektrifiering* antas en kraftigare elektrifiering av vägfordonsflottan som en konsekvens av ett kraftigare bonus-malus system i Sverige än idag.

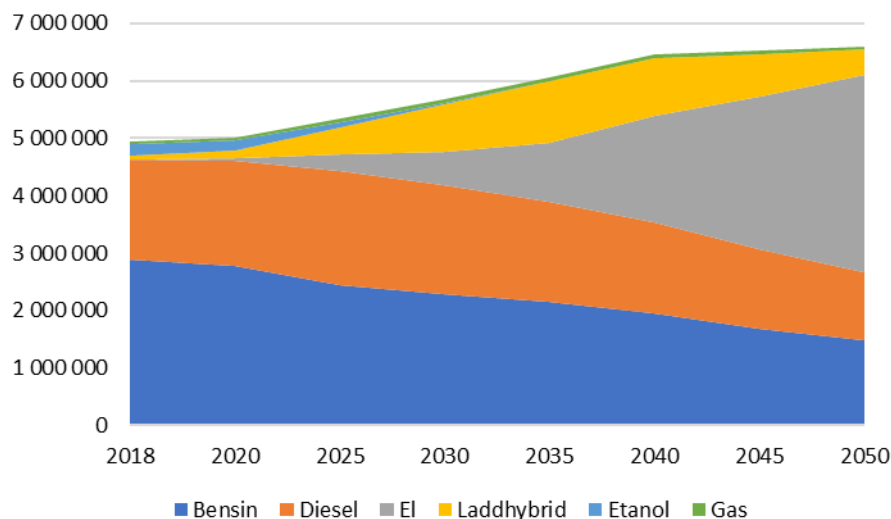
Den totala fordonsflottan väntas öka under scenarioåren. Likaså väntas personbilsflottan öka från dagens knappt 5 miljoner personbilar till drygt 6,5 miljoner bilar 2050. I Figur 7 redovisas personbilsflottans utveckling över scenarioåren i *Referens EU*.

CO₂-krav för nya lätta och tunga fordon

EU-bestämmelserna om utsläppskrav för nya lätta och tunga fordon ställer krav på mängden koldioxid ett genomsnittligt nytt lätt fordon respektive tungt fordon får släppa ut för 2025 och 2030. För 2025 är kravet att nya personbilar minskar sina utsläpp med 15 procent jämfört med 2021 och ytterligare till 37,5 procent 2030. För lätta lastbilar är kravet 15 procent 2025 och 31 procent 2030. För tunga lastbilar är kravet 15 procent 2025 och 30 procent 2030.

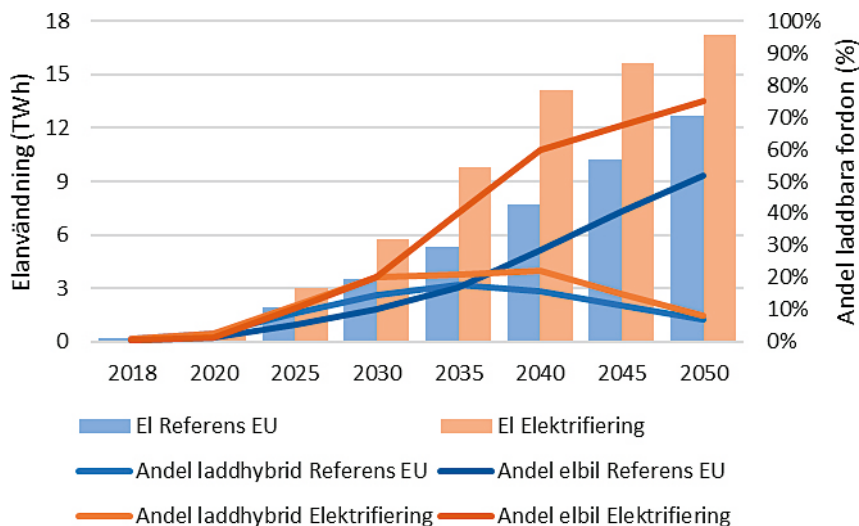
¹³ European Commission, *CO₂ emission performance standards for cars and vans (2020 onwards)* https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en och European Commission, *Reducing CO₂ emissions from heavy-duty vehicles* https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/heavy_en

¹⁴ *Scenarier för att nå klimatmålet för inrikes transporter*, 2020:080, Trafikverket.



Figur 7. Personbilsflottans utveckling, 2018–2050, Referens EU.

Kategorierna Bensin och Diesel inkluderar även elhybrider, då dessa framdrivs med konventionellt bränsle där elmotorn främst verkar som en effektiviserande åtgärd. Laddhybriderna, som kan tankas både med flytande bränsle och laddas med el, är överhängande bensinladdhybrider. Till 2050 väntas mängden laddbara personbilar (elbilar och laddhybrider) uppgå till knappt 4 miljoner bilar i scenariot *Referens EU*. Motsvarande siffra i *Elektrifiering* är 5,5 miljoner bilar. Elektrifieringstakten skiljer sig mellan dessa scenarier enligt Figur 8.



Figur 8. Elektrifiering personbilar, elfordon och laddhybrider, 2018–2050.

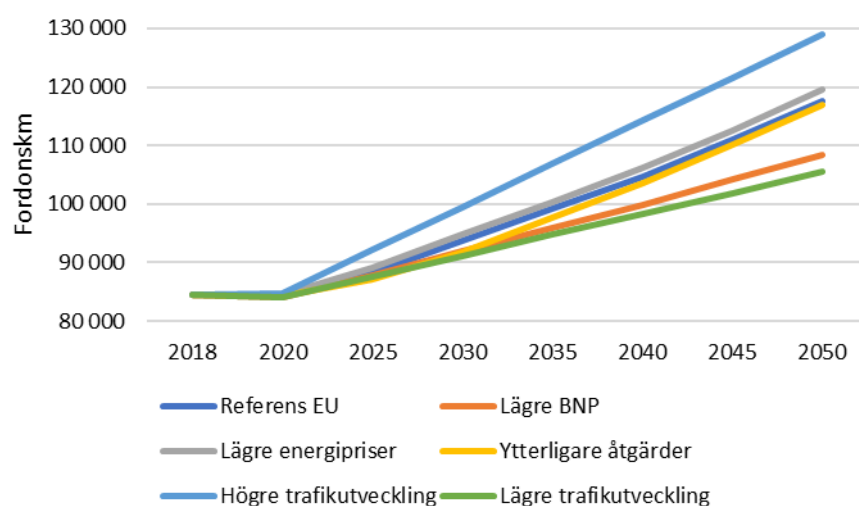
Kommentar: Laddhybrider kan köras både på el och ett annat bränsle medan elbilar är heelelektriska fordon som endast framdrivs på el.

Figur 8 visar att andelen laddbara fordon (både laddhybrider och elbilar) ökar från drygt 1 procent 2018 till knappt 60 procent 2050 i *Referens EU* av den totala personbilsflottan. I *Elektrifiering* ökar motsvarande andel av laddbara fordon till 83 procent 2050.

Bland övriga fordonsslag ökar andelen laddbara fordon från 2018 till 2050 i *Referens EU* enligt; lätta lastbilar från 1 procent till 43 procent, tunga lastbilar från 0 procent till 11 procent och bussar från 1 procent till 46 procent. Motsvarande ökning i *Elektrifiering*; lätta lastbilar från 1 procent till 55 procent, tunga lastbilar från 0 procent till 30 procent och bussar från 1 procent till 85 procent.

3.2 Trafikutveckling

En viktig faktor som påverkar utvecklingen av energianvändningen inom transportsektorn är hur trafikmängden utvecklas, dvs hur efterfrågan på förflyttning av gods och personer ser ut i framtiden. Trafikutvecklingen påverkas av många faktorer, bland annat befolkningsutveckling, ekonomisk utveckling, urbanisering och människors inställning till transporter och resande. Vägtrafikutvecklingen skiljer sig mellan de olika scenarierna enligt Figur 9. I känslighetsanalyserna *Högre trafikutveckling* respektive *Lägre trafikutveckling* är trafikarbetet 10 procent högre respektive lägre 2050 jämfört med *Referens EU*.



Figur 9. Vägtrafikens utveckling 2018–2050, miljoner fordonskm.

Kommentar: Ytterligare åtgärder och Elektrifiering innefattar samma trafikutveckling.

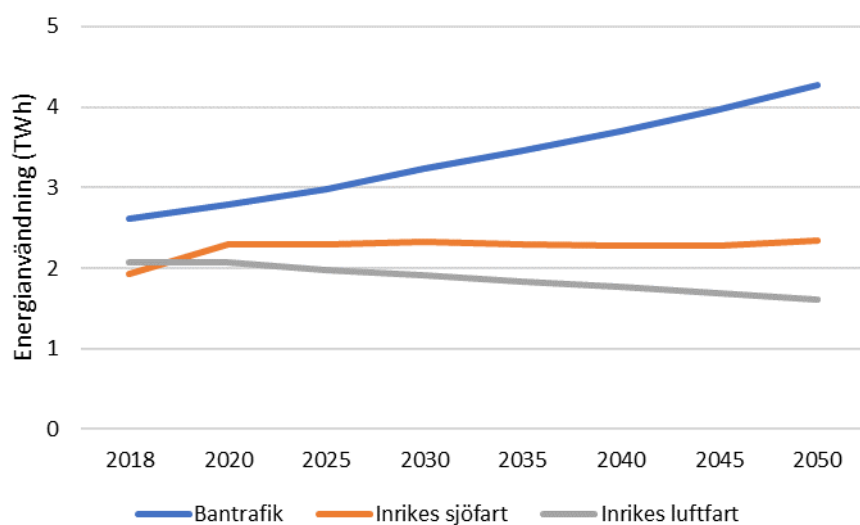
Även övriga trafikslag (bantrafik, sjöfart och luftfart) väntas öka under scenarioperioden. Bantrafiken och sjöfartens trafikutveckling beskrivs i transportarbete och luftfarten beskrivs av antalet passagerare. För luftfarten är ingen hänsyn till Covid-19 tagen, detta då målet med scenarierna är att beskriva energisystemet på längre sikt och det är idag svårt att veta vilka långsiktiga effekter på luftfarten som pandemin kan få.

3.3 Sjöfart, bantrafik och luftfart

För sjöfarten, bantrafiken och luftfarten ser inrikes energianvändning i *Referens EU* ut enligt Figur 10. Energianvändningen antas främst öka inom bantrafiken, där en ökning sker inom både gods- och persontransporter vilket är en konsekvens av den ekonomiska utvecklingen. Inom bantrafiken står elanvändning för över 90 procent av energianvändningen, resterande del består av dieselanvändning vilket bedöms gälla över hela scenarioperioden.

Sjöfartens energianvändning är stabil över scenarioperioden. Mängden transporter ökar som en konsekvens av en ökad efterfrågan på godstransporter inom sjöfarten på grund av den ekonomiska utvecklingen men samtidigt sker en energieffektivisering, vilket motverkar en ökad energianvändning. Användningen av flytande naturgas (LNG) och flytande biogas (LBG) väntas öka och 2050 stå för omkring 20 procent av energianvändningen inom inrikes sjöfart, ökningen av flytande gas inom sjöfarten baseras på trender och indikationer från branschen¹⁵. I takt med att användningen av LNG och LBG ökar minskar användningen av Eldningsolja 1 och Eldningsolja 2–6. En viss elektrifiering sker av vägfärjor och kustnära fartyg vilket ses redan idag då vissa av Färjerederiets färjor redan är på gång att elektrifieras men energimängden är fortsatt försumbar.

Inom inrikes luftfart väntas en viss minskning av energianvändningen ske över scenarioperioden som en konsekvens av energieffektivisering och en låg ökning av antal passagerare.



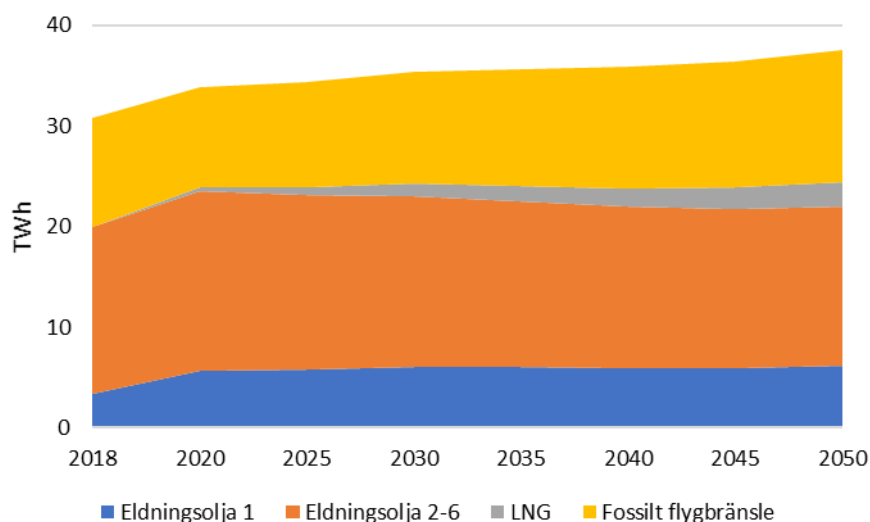
Figur 10. Energianvändning inom bantrafik, inrikes sjöfart och inrikes luftfart *Referens EU*, 2018–2050, TWh.

¹⁵ DNV GL, *Maritime forecast to 2050*.

3.4 Utrikes transporter

Utrikes transporter innefattar energianvändning från utrikes sjöfart och utrikes luftfart. Energianvändningen väntas öka under scenarioperioden i *Referens EU* från omkring 31 TWh vid basåret till 38 TWh 2050, vilket kan ses i Figur 11. Inom utrikes sjöfart används eldningsolja 1, eldningsolja 2–6 samt LNG. Den totala energianvändningen inom utrikes sjöfart ökar från knappt 20 TWh till drygt 24 TWh vilket härstammar ifrån en efterfrågeökning på godstransporter kopplad till den ekonomiska utvecklingen. Energianvändningen inom utrikes luftfart väntas öka från 11 TWh till 13 TWh från 2018 till 2050, vilket är en konsekvens av ökad efterfrågan på flygresor kopplad till sambandet mellan flygresande och ekonomisk utveckling. Denna efterfrågeökning minskas dock något av flygskatten samt ett ökande utsläppsrättspris¹⁶ vilket påverkar kostnaden för flygresor och i förlängningen efterfrågan på dessa.

Däremot ses inga större bränsleskiftet över scenarioåren förutom en ökning av flytande naturgas (LNG) inom sjöfarten. I scenarierna *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering* innebär dock reduktionsplikten för flygfotogen att användningen av förnybart flygbränsle tar fart och ökar till knappt 4 TWh 2050.



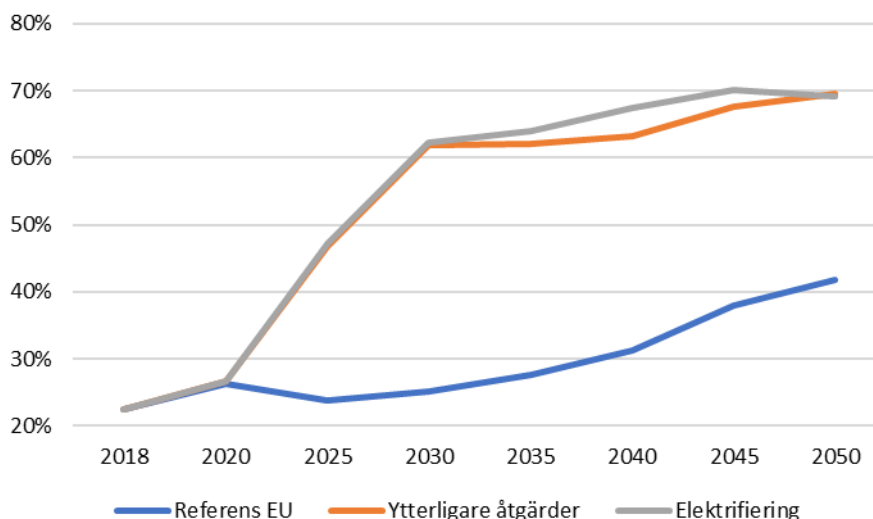
Figur 11. Energianvändning utrikes transporter *Referens EU*, 2018–2050, TWh.

3.5 Förnybart inom transportsektorn

Transportsektorn är i nuläget den sektor som använder störst mängd fossil energi. Förnybar energi som används inom transportsektorn är både gasformig energi (i form av biogas), flytande energi (i form av biobensin, etanol, HVO, FAME, LBG och förnybart flygbränsle) samt förnybar elenergi. Andelen förnybar energi för inrikes transporter väntas öka över scenarioperioden, främst som en konsekvens av den ökade elektrifieringen. I scenarierna *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering* ökar biodrivmedelsanvändningen till 2030 i takt med att reduktionsnivåerna inom reduktionsplikten ökar, för att därefter minska till följd av den ökade elektrifieringen som minskar efterfrågan på drivmedel totalt sett och därmed även mängden biodrivmedel. Fortsatt beskrivning av biodrivmedelsanvändning finns i kapitel 6.

¹⁶ Information om utsläppsrättsprisets påverkan på flygefterfrågan återfinns i Bilaga B.

I Figur 12. redovisas den faktiska¹⁷ förnybartandelen i scenarierna *Referens EU*, *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering*. Förnybartandelen ökar i *Referens EU* från omkring 22 procent 2018 till 42 procent 2050, i *Ytterligare åtgärder* ökar förnybartandelen till 70 procent 2050 och i *Elektrifiering* till 69 procent. Mängden förnybar energi ökar från 19 TWh 2018 till 26 TWh i *Referens EU*, drygt 43 TWh i *Ytterligare åtgärder* och drygt 38 TWh i *Elektrifiering*.



Figur 12. Förnybartandel inrikes transporter 2018–2050.

Kommentar: Förnybartandelen är densamma i scenarierna *Referens EU*, *Lägre energipriser*, *Lägre BNP*, *Högre trafikutveckling* och *Lägre trafikutveckling*.

3.6 Osäkerheter i scenarierna

Energianvändningen som redovisas i scenarierna är behäftade med vissa osäkerheter. Några av de viktigaste osäkerheterna beskrivs nedan:

Trafikutvecklingen antas generellt öka över scenarioperioden, vilket beror på att de samband mellan historisk utveckling av trafiken och ekonomisk utveckling väntas gälla även i framtiden. I dagsläget finns det inga indikationer på att transporterna kommer att minska. Eventuella beteendeförändringar i hur människor ser på transporter och fordonsäggande etc. inkluderas således inte i scenarierna.

Andra exempel på beteendeförändringar som skulle kunna påverka trafikutvecklingen och efterfrågan på transporter och energi är elvägar och autonoma fordon. Framdrivning med hjälp av elvägar skulle främst vara ett alternativt framdrivningssätt för tunga vägtransporter och således kunna ersätta både diesel- och batteridrift. Elvägar är inte modellerade i scenarierna. För scenarierna är det själva elanvändningen som tas fram och det är ett resultat av bedömningen av hur många ellastbilar som finns och hur de används. För scenarierna är det av mindre betydelse om det är ellastbilar som använder elväg eller batterifordon som laddar vid en laddstation. Autonoma fordon eller självkörande fordon är heller inte med i scenarierna. Dessa skulle kunna påverka trafikutvecklingen positivt eller negativt beroende på vilka affärsmodeller som finns att tillgå. Exempelvis skulle

¹⁷ Faktisk förnybartandel beräknas som andel förnybar energi av total använd energi inom transportsektorn. Detta skiljer sig från den förnybartandel som beräknas inom förnybartdirektivet där vissa bränslen för dubbelräknas.

trafikarbetet kunna öka då individer som idag inte använder en personbil skulle ges andra möjligheter att resa med personbilar tack vare att de är självkörande.

Tillgången på energi är också en viktig aspekt. För att den energianvändning som presenteras ovan ska kunna realiserats krävs det att energin som efterfrågas finns tillgänglig på marknaden samt att det finns en infrastruktur för att tillhandahålla denna energi. Således antas det att laddinfrastruktur för att ovan elektrifiering ska kunna ske finns tillgänglig och att fordonstillverkarna har möjlighet att producera den mängden laddbara fordon som efterfrågas. Detta innebär att eventuella flaskhalsar kring både fordonsproduktion och batteriproduktion åtgärdas.

Likaså antas att de biodrivmedelsmängder som efterfrågas finns tillgängliga. Sverige har sedan 2018 styrmedlet Reduktionsplikt för bensin och diesel, vilket innebär att drivmedelsleverantörer behöver minska utsläppen på den bensin och diesel som de levererar på marknaden. I praktiken genomförs detta via inblandning av biodrivmedel. I dagsläget har Sverige högst krav i världen på utsläppsreduktion av bensin och diesel, men i takt med att övriga världen efterfrågar mer biodrivmedel finns risken att konkurrensen och priserna ökar. Scenarierna gör således gällande att biodrivmedelsproduktionen är tillräcklig för att tillhandahålla de behov som scenarierna presenterar.

4 Industrisektorns energianvändning

Viktiga slutsatser

- Energianvändningen inom industrin förväntas öka till 2030 för samtliga scenarier, där det främst är elanvändningen som beräknas öka. Efter 2030 minskar energianvändningen till 2050 för alla scenarier med undantag för *Elektrifiering* som ökar.
- Inom industrin förväntas de fossila bränslena minska med 5–23 TWh, beroende på scenario, mellan 2018 och 2050. Elanvändningen beräknas öka med 5–49 TWh, beroende på scenario, mellan 2018 och 2050.
- Teknikskiften är avgörande för hur industrins energianvändning kan se ut i framtiden. Scenariot *Elektrifiering* visar tydligt vilken konsekvens ett antal teknikskiften har på energianvändningen. Det är ett fåtal företag som står för en stor energianvändning vilket gör det svårt att bedöma utvecklingen då det rör sig om investeringsbeslut.

För industrisektorn presenteras resultat från följande scenarier:

- *Referens EU*
- *Lägre energipriser*
- *Lägre BNP*
- *Ytterligare åtgärder*
- *Elektrifiering*

Förutsättningarna för industrisektorn presenteras i Bilaga B och resultaten presenteras i Bilaga A.

Om industrisektorn

Inom industrisektorn inkluderas branscherna SNI¹⁸ 05–33 (ej raffinaderier)¹⁹. 2018 stod sektorn för 141 TWh, eller 38 procent, av Sveriges slutliga energianvändning. Massa- och pappersindustrin står för drygt hälften av industrins energianvändning. Järn- och stålindustrin och kemiindustrin står tillsammans för knappt en fjärdedel.

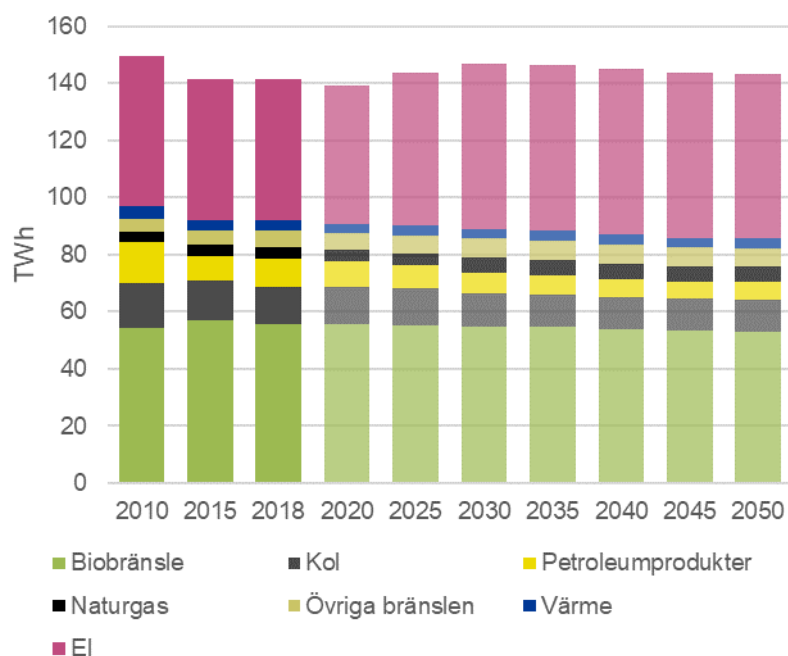
De viktigaste energibärarna är biobränsle och el, vilka svarade för drygt 39 respektive 35 procent av energianvändningen 2018. Andra viktiga energibärare är kolprodukter, fossila restgaser, petroleumprodukter, gasol och naturgas.

¹⁸ SNI 2007 eller Svensk näringsgrensindelning 2007, används för att klassificera branscher, inom EU används motsvarande system som benämns NACE Rev. 2.

¹⁹ Inom SNI 05–33 finns gruvor och tillverkningsindustri, läs mer om exakt vilka branscher som ingår i dessa: <https://www.scb.se/dokumentation/klassifikationer-och-standarder/standard-for-svensk-naringsgrensindelning-sni/>

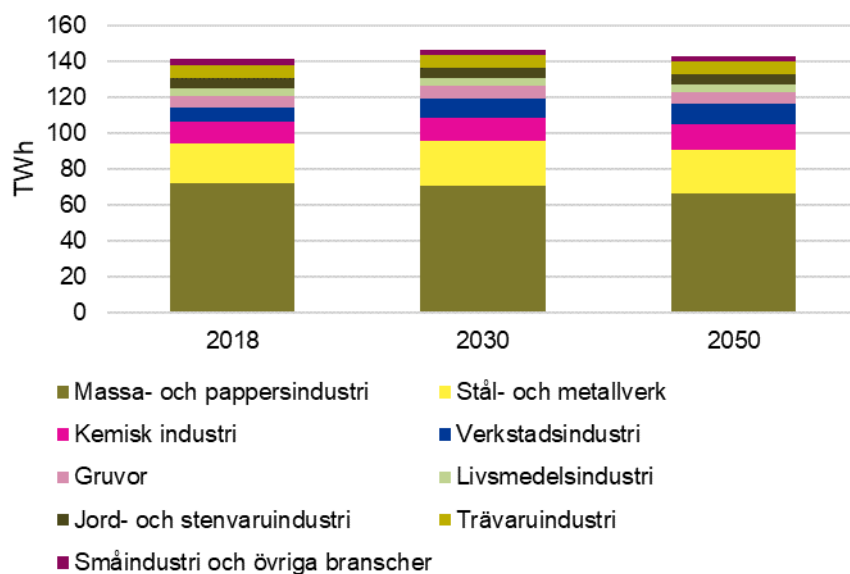
4.1 Industrins energianvändning

Industrins energianvändning redovisas i Figur 13, där statistik presenteras från 2010 till 2018, därefter visas utvecklingen i *Referens EU* till 2050. Energianvändningen ökar något fram till 2050 där elanvändningen ökar under perioden medan användningen av biomassa minskar något.



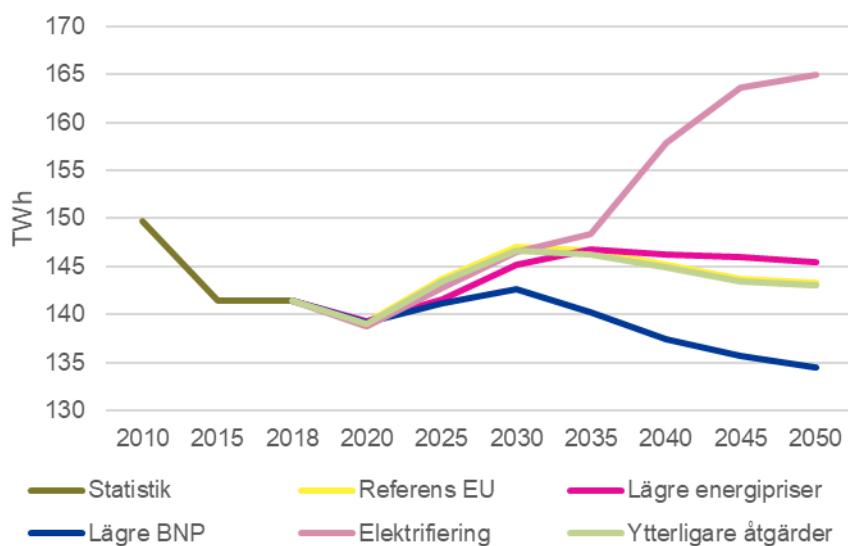
Figur 13. Industrins energianvändning 2010–2018 och scenario *Referens EU* för 2020–2050.

I Figur 14 redovisas statistik för 2018 och *Referens EU* för de olika branschernas energianvändning till 2030 och 2050, och ger en bild av vilken energianvändning de olika branscherna har gentemot varandra. Pappers- och massaindustrin är dominerande, och också den bransch som använder en stor andel bioenergi. Stål- och metallverk är den nästa största förbrukaren följt av den kemiska industrin. Som kan utläsas av bilden sker inga större förändringar i energianvändningen mellan branscherna. Den största procentuella ökningen sker inom verkstadsindustrin. Mer beskrivningar om utvecklingen i de olika branscherna finns i Bilaga B.6.5.



Figur 14. Branschers energianvändning i TWh 2018, scenario *Referens EU* för 2030 och 2050.

Energianvändningens utveckling skiljer sig beroende på scenario men gemensamt för alla scenarier är att energianvändningen ökar till 2030, se Figur 15. Ökningen beror på flertal faktorer; batterifabriken Northvolt beräknas vara i drift innan 2030, en masugn beräknas bytas ut mot en ljusbågsugn och att industrin beräknas ha en hög tillväxttakt till 2030. En utförligare beskrivning av de teknikskiften som antas i scenarierna beskrivs nedan.



Figur 15. Industrisektorns energianvändning, 2010–2050, TWh, alla scenarier.

Efter 2030 väntas energianvändningen minska i samtliga scenarier utom *Elektrifiering*. Anledningen till den minskade energianvändningen är att energianvändningen är kopplad till förädlingsvärdet som enligt Konjunkturinstitutet inte beräknas öka i samma takt som tidigare. Att energianvändningen istället ökar i *Elektrifiering* beskrivs nedan.

Endast i ett scenario, *Lägre BNP*, minskar energianvändningen till 2050 jämfört med 2018 års nivå. I de andra scenarierna ökar energianvändningen mellan 2 TWh till 24 TWh beroende på scenario. I *Referens EU* ökar energianvändningen med cirka 2 TWh till 2050, vilket procentuellt är en liten ökning. Det är främst elanvändningen som beräknas bidra till ökningen. I scenariot *Lägre BNP* minskar energianvändningen med 7 TWh till 2050, vilket beror på att förädlingsvärdet minskar till följd av en lägre BNP-utveckling gentemot *Referens EU* och vissa sektorer har en negativ utveckling. I *Lägre energipriser* ökar energianvändningen med 4 TWh till 2050. Anledningen till att den ökar mer än *Referens EU* är att incitamenten för energieffektivisering blir mindre samt att fossila energibärare fasas ut långsammare i ett läge med lägre priser på fossila bränslen. I *Ytterligare åtgärder* ökar energianvändningen med 2 TWh, främst för att elanvändningen ökar likt *Referens EU*. I scenariot *Elektrifiering* ökar energianvändningen med 24 TWh till följd av de projekt som introduceras i scenariot, se Tabell 1.

Anledningen till den stora ökningen i scenariot *Elektrifiering* är att många projekt ersätter befintliga processer, som idag kräver fossila råvaror, med el som råvara. Ofta innebär det att det krävs mer total mängd energi för att producera samma mängd varor som tidigare. Processen blir därmed mindre energieffektiv men fasar samtidigt ut fossila bränslen.

4.2 Industrins förädlingsvärde

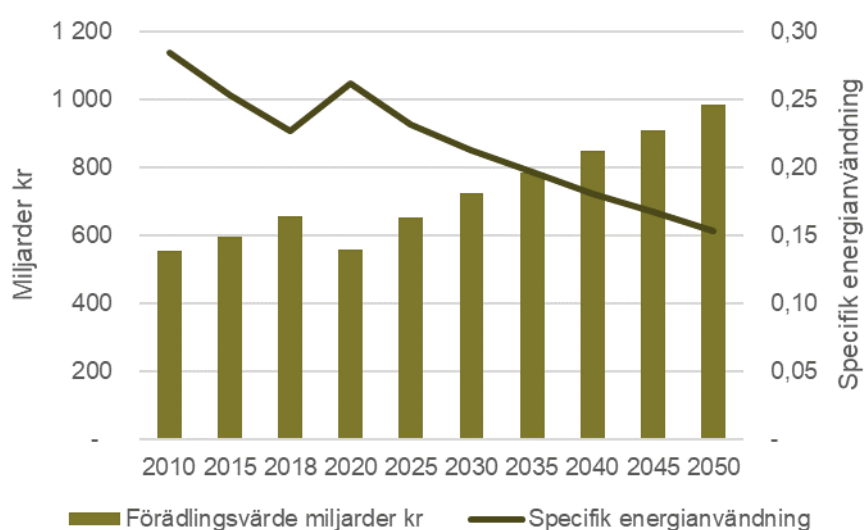
Det har historiskt funnits ett starkt samband mellan ekonomisk tillväxt och energianvändning inom de flesta branscher. Idag finns sambandet främst för större energibärare inom energiintensiva branscher. Även om sambandet kontinuerligt försvagas, det vill säga att energianvändningen per BNP eller förädlingsvärde minskar, leder en svagare ekonomisk utveckling generellt till lägre energianvändning och tvärtom.

Ekonomiska faktorer som förädlingsvärde och bruttoproduktion är därför viktiga förutsättningar vid framtagandet av scenarierna för industrisektorn där Konjunkturinstitutet (KI) beräknar en positiv tillväxt. Kopplingen mellan ekonomisk tillväxt och energianvändning varierar mellan olika branscher och ökningen i ekonomisk tillväxt är inte proportionell mot ökningen i energianvändning. Verkstadsindustrin stod till exempel för nära hälften av industrins totala förädlingsvärde 2018, men bara 5 procent av industrins energianvändning. En stark ekonomisk tillväxt för den branschen har därmed inte samma effekt på energianvändningen som för massa- och pappersindustrin, som stod för hälften av energianvändningen och 6 procent av industrins totala förädlingsvärde²⁰.

Förädlingsvärdet ökar med cirka 65 procent fram till 2050 förutom i scenariot *Lägre BNP* där ökningen är 34 procent till 2050, se Bilaga B. Figur 16 visar utveckling av specifik energianvändning, vilket också är energiintensitet (energianvändning dividerat på förädlingsvärde), samt det samlade förädlingsvärdet för industrin i scenariot *Referens EU*.

²⁰ Förädlingsvärde är värdet av produktion minus värdet av insatsvarorna som har använts.

Antaganden för energieffektivisering görs för varje bränsle inom varje bransch. Sammanställningen i Figur 16 visar energiintensiteten (energianvändning dividerat på förädlingsvärde) för industrin fram till 2050. Det finns viss problematik med att sammanställa alla branscher i samma figur. Det beror på att vissa branschers förädlingsvärde inte är lika starkt kopplad till dess energianvändning. Ta verkstadsindustrin som exempel, branschens förädlingsvärde är nästan hälften av industrins förädlingsvärde men bara 5 procent av energianvändningen. När den branschen växer påverkar det energiintensiteten eftersom den använder, i förhållande till sitt förädlingsvärde, lite energi. Det gör att den specifika energianvändningen sjunker. Sammantaget sjunker den specifika energianvändningen i *Referens EU* med 30 procent under perioden 2018 till 2050, trots att energianvändningen förväntas vara relativt stabil. Industrin förväntas alltså skapa mer värde med ungefär samma mängd energi som tidigare.



Figur 16. Specifik energianvändning är energianvändning dividerat på förädlingsvärde. Figuren visar hur förädlingsvärdet ökar i *Referens EU* och att den specifika energianvändningen minskar fram till 2050.

Som ses i Figur 16 antas den specifika energianvändningen avta till 2050. Det betyder att sambandet mellan energianvändning och förädlingsvärde minskar. Största anledningen till denna minskning antas vara resurseffektivisering men också att icke energiintensiva branscher beräknas öka mer än de energiintensiva.

4.3 Teknikskiften som kan leda till ökad energianvändning

Inom industrin är det framförallt teknikskiften och nyetableringar som innebär förändringar i energisystemet. Idag pågår flera teknikutvecklingar som kan innebära teknikskiften för ett flertal branscher. Den primära drivkraften för respektive teknikskiften är minskade växthusgasutsläpp. I många fall innebär tekniskt skifte en övergång från en fossil råvara till el. De teknikskiften som är inkluderade i scenarierna redovisas i Tabell 1 och diskuteras var för sig i avsnittet.

Tabell 1. Teknikskiften som inkluderats i respektive scenario.

	Referens EU	Lägre BNP	Lägre energipriser	Ytterligare åtgärder	Elektrifiering
Northvolt	X	X	X	X	X
HYBRIT	Delvis	Delvis	Delvis	Delvis	X
Elektrifiering av gruvor	Delvis	Delvis	Delvis	Delvis	X
CemZero					X
Elektrobränsle					Delvis

4.3.1 HYBRIT

Stål tillverkas från järnmalm eller återvunnet stålskrot. Malmbaserad ståltillverkning orsakar stora växthusgasutsläpp på grund av den omfattande användningen av kolprodukter. För att kunna tillverka råstål från järnmalm behöver malmråvaran genomgå en reduktionsprocess för att separeras från syre.

Idag sker den reduktionsprocessen i masugnar i Sverige. Koks, som framställs genom kraftig upphettning av kol, är huvudsakligt reduktionsmedel och nödvändigt för att masugnsprocessen ska fungera. Det smälta råjärnet omvandlas därefter till råstål i en syrgasprocess genom att syrgas med högt tryck blåses på smältan. I masugnar, koksverk och stålverk bildas energirika processgaser (masugns-, koksugns- och LD-gaser), som dels används för energiändamål i efterföljande tillverkningsprocess (som bränsle i värmningsugnar) och dels säljs för el- och värmeproduktion. Gaser som inte används måste facklas bort.

I HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology) testas möjligheten att istället direktreducera malmråvaran med vätgas som reduktionsmedel. Vätgasen är tänkt att produceras genom elektrolys. Direktreduktion resulterar i järnsvamp istället för i smält råjärn. Järnsvampen ska smältas till råstål i en elektrisk ljusbågsugn. Om tekniken införs i stor skala krävs stora mängder el till både vätgasproduktion och till ljusbågsugnar, samtidigt som majoriteten av branschens användning av kol, koks och processgaser försvinner.

De processgaser som kommer från masugnarna och koksverken används för el- och värmeproduktion idag och kommer att behöva ersättas med någon annan energibärare för att produktion av värme och el ska fortsätta som innan. Teknikomställningen och konsekvenser för samhället beskrivs mer ingående i en rapport från Jernkontoret²¹.

²¹ Klimatfärdplan. För en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige. Rapport D869, utgåva 2, Jernkontoret, 2018.

HYBRIT antas implementeras i varierande skala under scenarioperioden. Om initiativet implementeras fullskaligt kommer de tre masugnarna som används i Sverige idag konverteras, vilket innebär att stora mängder kol, koks och processgaser försvinner och att elanvändningen ökar avsevärt. En fullskalig implementering sker endast i *Elektrifiering* medan de övriga scenarierna endast inkluderar konvertering av en masugn.

Under sen höst 2020 presenterade LKAB att de skulle elektrifiera deras processer för att bli fossilfria. Det betyder att LKAB kommer reducera allt järn som bryts ur gruvorna till skillnad från tidigare besked. Detta har inte hunnits inkluderas inom ramen för denna rapport. LKAB uppger att de ska använda 55 TWh el²², vilket är betydligt mer än vad som är inkluderat i scenariot *Elektrifiering*. I scenariot *Elektrifiering* har delar av LKAB:s framtida elanvändning inom järn- och stålbranschen och HYBRIT antagits. En preliminär och grov uppskattning är att i scenariot *Elektrifiering* har 25 TWh av LKAB:s uppgivna 55 TWh tagits med.

4.3.2 CemZero

CemZero är ett projekt inom jord- och stenvarubranschen som syftar till att producera cement fossilfritt. Detta teknikskifte är inkluderat i scenariot *Elektrifiering* men inte i de andra scenarierna. Dagens teknik är beroende av mycket höga temperaturer som innebär förbränning av fossila bränslen, även om det under senare tid kommit in en aning mer biobränsle. Tekniken som CemZero bygger på innebär att elektrifiera tillverkningsprocessen och därmed ersätta alla fossila energibärare. För att ersätta dagens produktion krävs cirka 4–5 TWh²³ el. Dagens produktion är lokaliserad på Gotland som har begränsad överföringskapacitet av el från fastlandet. Gotlands elanvändning uppgår idag till knappt 1 TWh²⁴. För att projektet ska kunna genomföras behövs antingen en mycket stor gotländsk vindkraftsproduktion i kombination med energilager, eller en ökad överföringskapacitet till fastlandet²⁵.

4.3.3 Elektrifiering av gruvor

Idag används fossila bränslen till arbetsmaskiner, drift och processer i gruvindustrin. I samtliga scenarier antas att diesel och eldningsolja delvis ersättas av el, förutom i *Elektrifiering* där ersätts bränslena helt med el till 2050. Kolanvändningen inom branschen förväntas inte fasas ut.

4.3.4 Elektrobränslen

Elektrobränslen innebär att el används för att producera andra bränslen. Det finns många olika tekniker inom detta område, och en av dessa har inkluderats i scenariot *Elektrifiering*. Carbon Capture Utilization (CCU), eller på svenska, utnyttjande av infångat kol, är en process där man använder koldioxid som en insatsvara. Tekniken som inkluderats i scenariot kvalificerar som både elektrobränsle och CCU. När koldioxid reagerar med vätgas bildas metanol som sedan kan förädlas till olika bränslen. Koldioxiden som

²² *Frågor och svar Vår nya strategi*, LKAB, 2020. [fragor-och-svar_lkab-strategi_201123.pdf](#)

²³ *Så klarar svensk industri klimatmålen – En delrapport från IVA-projektet Vägval för klimatet*, IVA, 2019.

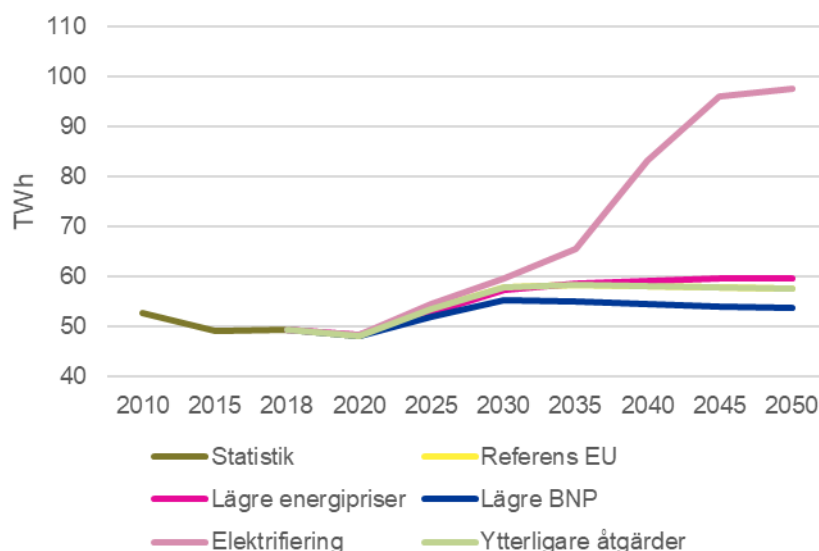
²⁴ *Smart och förnybart energisystem på Gotland*, ER 2018:5, Energimyndigheten.

²⁵ *Smart och förnybart energisystem på Gotland*, ER 2018:5, Energimyndigheten.

används kan plockas ifrån större utsläppskällor, fossila som biogena. Sedan krävs elektrolys²⁶ för att producera vätgas. Denna teknikomvandling har i *Elektrifiering* applicerats på en storskalig anläggning som exempel. Antagandet betyder att knappt 13 TWh el tillkommer och ersätter knappt 5 TWh fossila gaser. Idag uppstår de fossila gaserna vid petrokemisk cracking där de bland annat används till att driva processen. Detta innebär ett teknikskifte²⁷.

4.4 Generella trender

Elanvändningen ökar i samtliga scenarier, se Figur 17. Detta beror framförallt på en ökad elanvändning inom till exempel kemiindustrin, järn- och stålindustrin och verkstadsindustrin, men även på den förväntade ökningen av elanvändningen för arbetsmaskiner (framförallt inom gruvbranschen men även truckar med mera överlag) inom industrin. En förväntad positiv ekonomisk tillväxt för de flesta branscher bidrar till en ökad produktion och till att elanvändningen fortsätter att öka, i synnerhet inom branscher som idag använder mycket el.



Figur 17. Industrisektorns elanvändning 2010–2050, alla scenarier.

I *Elektrifiering* bedöms elanvändningen bli 40 TWh högre 2050 jämfört med motsvarande år i *Referens EU*, samt nästan 50 TWh högre än elanvändningen 2018. Det är framförallt olika teknikskiften som bidrar till denna ökning, se Tabell 1. Det är av vikt att notera att en sannolikhetsbedömning av implementeringen hos dessa teknikskiften inte är gjord. Scenariot *Elektrifiering* visar på möjliga utvecklingsvägar för några viktiga branscher och vilka konsekvenser det får för energianvändningen.

²⁶ Framställning av vätgas genom elektrolys sker genom att med el separera H₂O (vatten) molekylerna till H₂ och O₂.

²⁷ Så klarar svensk industri klimatmålen – En delrapport från IVA-projektet Vägval för klimatet, s. 51, IVA, 2019.

Eldningsolja 1 och 2–6 fasas till stor grad ut från drygt 4 TWh 2018 till 0,5 TWh 2050 i *Referens EU*. Alla scenarier har en liknande trend, i *Lägre energipriser* beräknas dock användningen hamna på nästan 1 TWh. Minskningen är en fortsättning på en långsiktig trend att eldningsoljor byts ut. Dessa fossila energibärare har ersättningsmöjligheter som ofta är billigare och när nyinvesteringar görs beräknas det inte vara lönsamt med fossila energibärare för framtiden. Biobränslet antas minska med drygt 3 TWh i *Referens EU*, främst eftersom pappers- och massaindustrin minskar sin användning på grund av ett antagande om ökat pris på biomassa och det drivs av att biomassan får fler användningsområden.

Idag sker också en kontinuerlig övergång från fossila bränslen till el i gruvindustrin, där en högre grad av automation bidrar till ökad produktivitet och förbättrad arbetsmiljö. Alla scenarier utom *Elektrifiering* beräknas leda till att elanvändningen för arbetsmaskiner och interna transporter ökar med 1–2 TWh mellan 2018 och 2050. I scenariot *Elektrifiering* ökar elanvändningen för arbetsmaskiner och interna transporter ytterligare, med knappt 4 TWh. Elektrifiering av fordon och arbetsmaskiner antas leda till en relativt sett lägre energianvändning eftersom elmotorer är mer energieffektiva än förbränningsmotorer.

4.5 Osäkerheter i scenarierna

Sveriges industri är priskänslig eftersom många aktörer agerar på en internationell marknad. I Sverige som land kan det vara dyrare att bedriva en tillverkningsindustri än utomlands, vilket betyder att det finns risk för företagsflyttar till länder med lägre kostnader. Det finns därför alltid osäkerheter i dessa scenarier. Om ett större bolag flyttar från Sverige eller stänger ner verksamheter kan det få stora konsekvenser på energianvändningen. En sådan händelse är svår att fånga i dessa scenarier, det gäller också nyetableringar av industrier.

En annan stor osäkerhet är att ett fåtal företag kan avgöra hur Sveriges framtida energianvändning ser ut. Att fånga vad dessa företag har planerat är mycket svårt vilket bidrar till stor osäkerhet i scenarierna. Till exempel LKAB:s investering som kan innebära stora förändringar för energisystemet. Det sker många satsningar nu och många företag tar beslut som påverkar energisystemet.

Många teknikskiften som är inkluderade i scenariot *Elektrifiering* är mycket osäkra. Det är en handfull tekniker som kan etableras i stor skala, men också aldrig synas på marknaden. Teknikskiftet elektrobränslen är en teknik som i scenariot applicerats på en befintlig industri för att visa vad det skulle kunna innebära för energianvändningen. Det finns enorm potential för tekniken om den skulle bli konkurrenskraftig och den kan kräva enorma mängder el för vätgasproduktion, men tekniken kan likväl aldrig ses på marknaden. Av de teknikskiften som inkluderats är elektrobränslen den teknik som bedöms ha längst kvar till att implementeras.

5 Bostäder och service

Viktiga slutsatser

- De huvudsakliga resultaten i samtliga scenarier är att den slutliga energianvändningen i sektorn först minskar fram till 2030 för att sedan öka igen fram till 2050 och uppgå till mellan 145 och 152 TWh beroende på scenario.
- Högst blir den slutliga energianvändningen i scenariot *Elektrifiering* där en större utbyggnad av datacenter genomförs i Sverige.
- Lägst blir energianvändningen i scenariot *Lägre energipriser*. Det beror främst på att värmepumpar blir mer konkurrenskraftiga jämfört med främst fjärrvärme i det fallet vilket minskar slutliga energianvändningen på grund av att upptagen energi från värmepumpar inte räknas med i den slutliga energianvändningen.
- Minskningen av fossila bränslen blir störst i scenarierna *Elektrifiering* och *Ytterligare åtgärder*. Det beror främst på att högre inblandning av biodrivmedel i bensin och diesel till arbetsmaskiner sker i dessa scenarier men även att det sker elektrifiering av arbetsmaskiner i byggsektorn i scenariot *Elektrifiering*.

Om sektorn bostäder och service m.m.

Sektorn består av hushåll, service, areella näringar och byggsektorn. Areella näringar inkluderar fiske, jordbruk och skogsbruk. Den slutliga energianvändningen i sektorn uppgick 2018 till 147 TWh. I servicesektorn ingår även datacenter som potentiellt kan få en stor påverkan på energianvändningen i sektorn.

Hushållen står normalt för 60 procent av sektorns energianvändning, service för 30 procent, areella näringar för 7 procent och byggsektorn för 2 procent.

Energi för uppvärmning och till varmvatten i bostäder och lokaler står för cirka 55 procent av sektorns energianvändning. Detta varierar mellan olika år eftersom energianvändningen för uppvärmning påverkas av utomhustemperaturen. Energianvändning för hushållsel och driftsel är den näst största posten med cirka 30 procent. Resterande del går till olika arbetsmaskiner för jordbruk, skogsbruk och byggverksamhet.

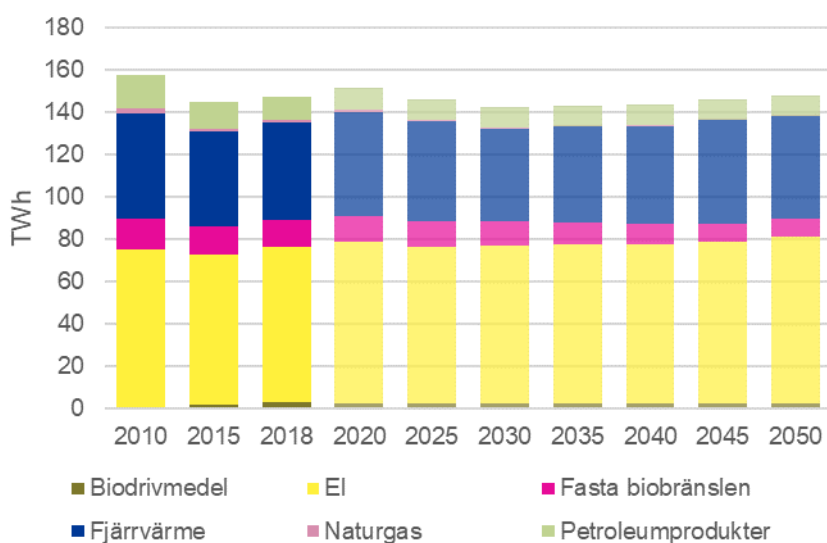
Fem olika scenarier presenteras för sektorn Bostäder och service m.m.:

- *Referens EU*
- *Lägre BNP*
- *Lägre energipriser*
- *Elektrifiering*
- *Ytterligare åtgärder*

Förutsättningarna för bostads- och servicesektorn presenteras i Bilaga B. Samtliga resultat för sektorn presenteras i tabellform i Bilaga A.

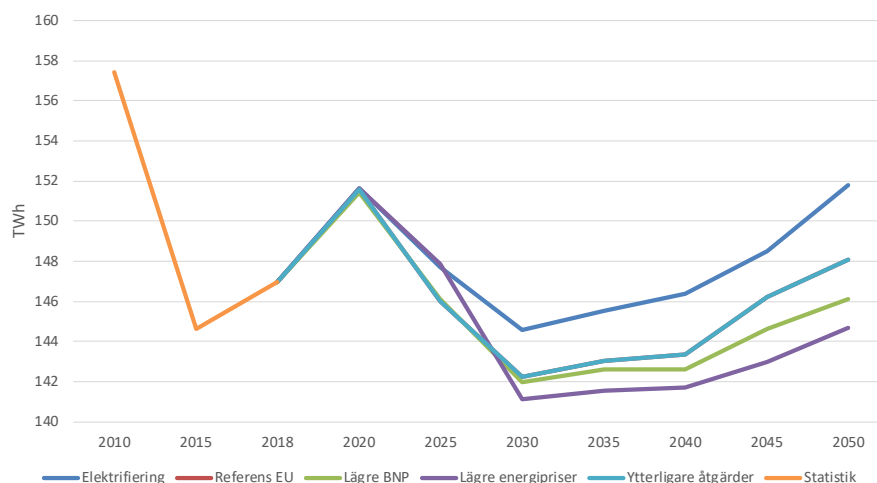
5.1 Energianvändningen minskar fram till 2030 för att sedan öka på längre sikt

I Figur 18 redovisas hur energianvändningen i *Referens EU* utvecklas från 2010 till 2050. Den övergripande trenden är att energianvändningen minskar fram till 2030 för att sedan öka igen. I fördelningen mellan olika energislag så sker inga dramatiska förändringar men mängden petroleumprodukter, naturgas och fasta biobränslen minskar medan framförallt el ökar men även fjärrvärmen ökar marginellt. Att elanvändningen ökar beror framförallt på att det antas ske en utbyggnad av datacenter i Sverige.



Figur 18. Slutlig energianvändning för Bostäder och service m.m. 2010, 2015 och 2018 samt i *Referens EU*, TWh.

Alla fem scenarier följer en liknande trend där den slutliga energianvändningen först minskar för att sedan öka i slutet av perioden. I Figur 19 redovisas statistik och scenarier över den slutliga energianvändningen i sektorn bostäder och service m.m. Viktigt att notera är att det är den slutliga energianvändningen som redovisas. Det innebär att upptagen energi från värmepumpar inte inkluderas²⁸.



Figur 19. Slutlig energianvändning 2010–2018, samt scenarier över den slutliga energianvändningen i sektorn bostäder och service m.m., till 2050, TWh.

Energianvändningen är densamma i *Referens EU* och i *Ytterligare åtgärder* vilket beror på att den enda skillnaden i förutsättningar mellan de två scenarierna är att inblandningsnivåer av biodrivmedel är högre i *Ytterligare åtgärder*. Energianvändningen minskar från basåret 2018 fram till 2030 i samtliga scenarier. Minskningen sker trots befolkningsökning och att det byggs nya bostäder och lokaler i Sverige²⁹. Att den slutliga energianvändningen inte ökar beror främst på att energianvändningen för uppvärmning och varmvatten för befintlig bebyggelse minskar mer än vad energianvändningen för nybyggnationen ökar. Det finns tre viktiga orsaker till att energianvändningen för uppvärmning och varmvatten för befintlig bebyggelse minskar i samtliga scenarier:

1. Värmepumpar ersätter direktverkande el i småhus och börjar konkurrera med fjärrvärme i flerbostadshus och lokaler.
2. Energieffektiviserande åtgärder genomförs i befintlig bebyggelse.
3. Klimatförändringar antas ge ett lägre uppvärmningsbehov.

²⁸ Upptagen energi från värmepumpar inkluderas inte i den slutliga energianvändningen i energistatistiken. Det beror bland annat på att det är behäftat med stor osäkerhet att uppskatta den upptagna energianvändningen. I olika sammanhang (exempelvis vid beräkning av förnybar energi) brukar uppskattningar av den upptagna energin från värmepumpar göras. Den upptagna energin från värmepumpar 2018 kan grovt uppskattas till 14 TWh.

²⁹ Värmebehovet för nybyggnation står för 7 TWh ackumulerat fram till 2050. Hushållsel/driftsel för nybyggnation står för 8 TWh ackumulerat fram till 2050.

Idag finns det fortfarande ganska många småhus med direktverkande el som inte har konverterat till värmepump eller annan energikälla. I scenarierna blir det lönsamt för fastighetsägare att ersätta direktverkande el med värmepumpar i småhus. Värmepumparna börjar också konkurrera med fjärrvärmen i flerbostadshus och lokaler. Eftersom den upptagna energin från värmepumpar inte redovisas i den slutliga energianvändningen så innebär detta att energianvändningen minskar när värmepumpar ersätter direktverkande el och fjärrvärme, detta oavsett om energiåtgärder genomförs. Energieffektiviserande åtgärder³⁰ bidrar också till att energianvändning i sektorn minskar. Sedan minskar energianvändningen för befintlig bebyggelse också på grund av varmare klimat.

Efter 2030 ökar energianvändningen igen i samtliga scenarier. Det beror dels på att värmepumparnas konkurrenskraft mot andra uppvärmningssätt minskar på grund av stigande elpris, dels på att den potential som fanns i början av perioden för att ersätta direktverkande el är uttömd. Det innebär att energianvändningen för befintlig bebyggelse inte längre minskar lika mycket. Det leder till att nybyggnation av bostäder och lokaler efter 2030 resulterar i en ökad slutlig energianvändning i sektorn. Men även utbyggnad av datacenter leder till att energianvändningen ökar igen.

Användning av hushålls-, fastighets- och verksamhetsel påverkas av två motsatta trender. Den första är att utvecklingen, med stöd av ekodesigndirektivet³¹, går mot hårdare krav på mer eleffektiva installationer och apparater. Den andra trenden är att innehavet av apparater och installationer som kräver el ökar. För hushåll gäller det speciellt hemelektronik som TV, datorer och kringutrustning. Svårigheten att modellera elanvändningen har inneburit att de två trenderna antas ta ut varandra och att elanvändningen per kvadratmeter är konstant från basåret 2018. Den totala användningen av hushållsel, fastighetsel och verksamhetsel i bostäder och lokaler ökar i samtliga scenarier i takt med att det byggs fler bostäder och lokaler³².

För jordbruket skiljer sig inte scenarierna åt utan energianvändningen minskar i samtliga scenarier från 6,5 TWh 2016 till 5 TWh 2050. Detta beror på att jordbruksproduktionen (växt- och djurproduktion) minskar relativt mycket i de förutsättningar som ligger till grund för scenarierna.

Skogsbrukets energianvändning skiljer sig inte heller åt mellan de olika scenarierna och ligger relativt konstant under perioden. Byggsektorns energianvändning ökar från cirka 4,3 TWh till 4,9 TWh 2050 i alla scenarier förutom i scenariot *Elektrifiering* där den är relativt stabil, vilket beror på en högre grad av elektrifiering av arbetsmaskiner i det scenariot. Fiskesektorn utgör en väldigt liten del av sektorns energianvändning och antas vara konstant under hela perioden.

³⁰ Exempel på energieffektiviserande åtgärder kan vara tilläggsisolering, fönsterbyten och varmvattenbesparande åtgärder. Energieffektiviseringarna uppgår till cirka 12 TWh 2050 i samtliga scenarierna.

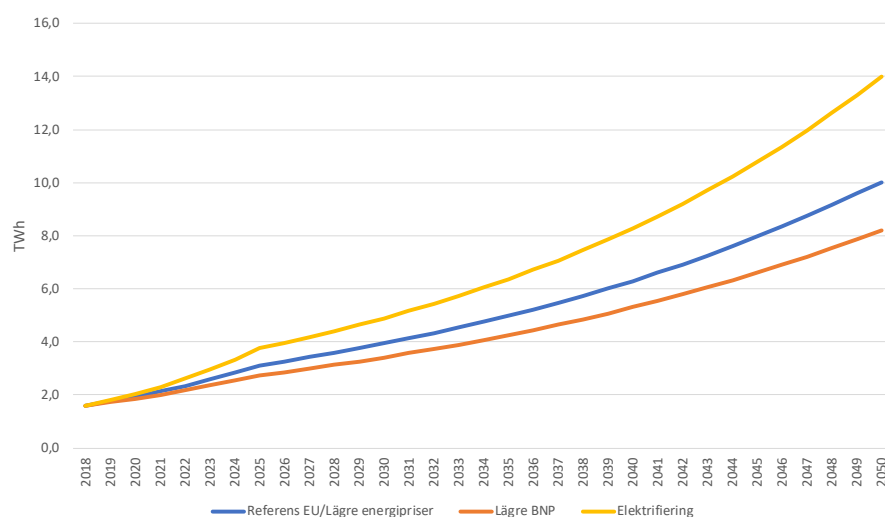
³¹ Europeiska unionen, *Europaparlamentets och rådets direkt 2009/125/EG om upprättande av en ram för att fastställa krav på ekodesign för energirelaterade produkter*.

³² Viktigt att notera är att den elanvändning som kommer i takt med att antalet laddbara fordon ökar i transportsektorn i praktiken kommer ske i anslutning till bostäder och lokaler där fordonen står parkerade.

5.2 Datacenter antas bidra till en stor ökning av elanvändningen i sektorn

Datacenterbranschen är relativt ny och växer idag kraftigt. Allt fler internationella företag ser fördelar med att bygga datacenter i Norden. Sverige har på många sätt gynnsamma förhållanden för dessa investeringar, såsom stabil politik, avbrottsfri elförsörjning, elproduktion med en hög andel förnybart och låga koldioxidutsläpp, få naturkatastrofer och relativt bra internetförbindelser.

Energimyndigheten finansierade under 2020 en rapport³³ tillsammans med flera andra aktörer. Syftet var bland annat att kartlägga befintliga datacenter i Sverige samt dess elförbrukning 2020 och utvecklingen de kommande fem åren. Preliminära resultat därifrån pekar på att elanvändningen i datacenter 2020 ligger på cirka 2 TWh och att det kan öka kraftigt upp till 6 TWh 2025. Den största ökningen utgörs i detta fall av så kallade hyperscalers, som bland annat innefattar Facebook och AWS (cloud computing services).



Figur 20. Elanvändning av datacenter i olika scenarier, TWh.

I scenarierna har Energimyndigheten antagit olika utvecklingstakter för datacenter, vilket kan ses i Figur 20. En högre procentuell utvecklingstakt har antagits till 2025 och sedan en något lägre takt från 2025 fram till 2050. Högst blir elanvändningen i scenariot *Elektrifiering* som ökar till nästan 14 TWh 2050 medan elanvändningen för datacenter uppgår till cirka 10 TWh i *Referens EU* och *Lägre energipriser*. Lite lägre utvecklingstakt antas i scenariot *Lägre BNP*.

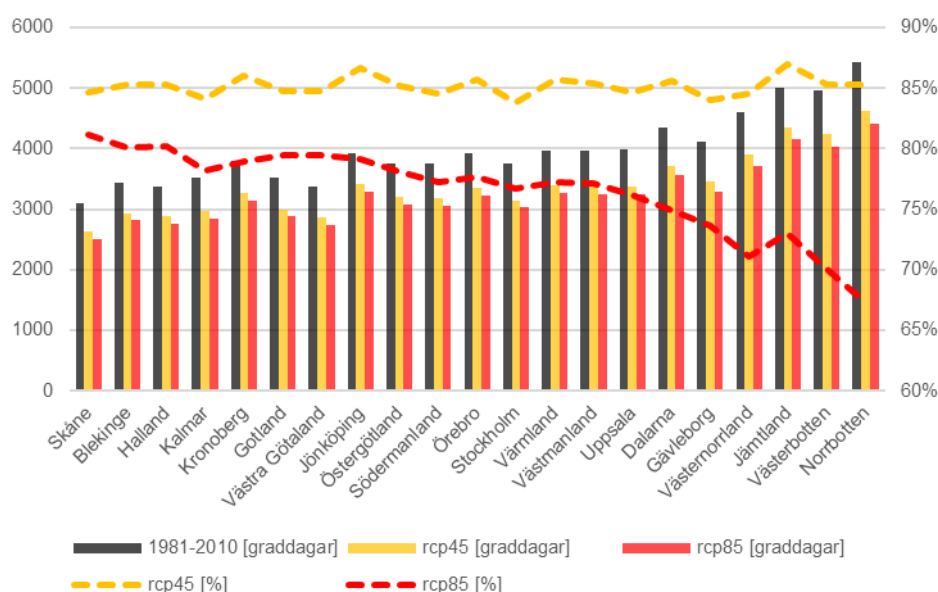
Hur stor tillkommande elanvändning datacenter skulle kunna stå för är dock väldigt osäkert. Hur attraktivt det kommer att vara att bygga datacenter i Sverige beror på en mängd faktorer så som elpris, skattenivå, kapacitet i elnätet samt hur attraktivt det anses jämfört med andra länder. Det beror också på hur digitalisering av samhället generellt utvecklas och hur det påverkar behovet av el.

³³ *Datacenter i Sverige 2020–2025*, Radar, 2020.

5.3 Varmare klimat leder till minskat uppvärmningsbehov

Klimatförändringarna innebär att medeltemperaturen på jorden ökar. Uppvärmningen sker mycket snabbare vid polerna, och för Sveriges del innebär detta att man kommer att märka större skillnader i norra Sverige än i södra. Den största skillnaden kommer man att märka av på vinterhalvåret, och detta innebär att uppvärmningsbehovet kommer att minska. Men på sommaren kommer behovet av kyla att öka, om än i mycket mindre utsträckning.

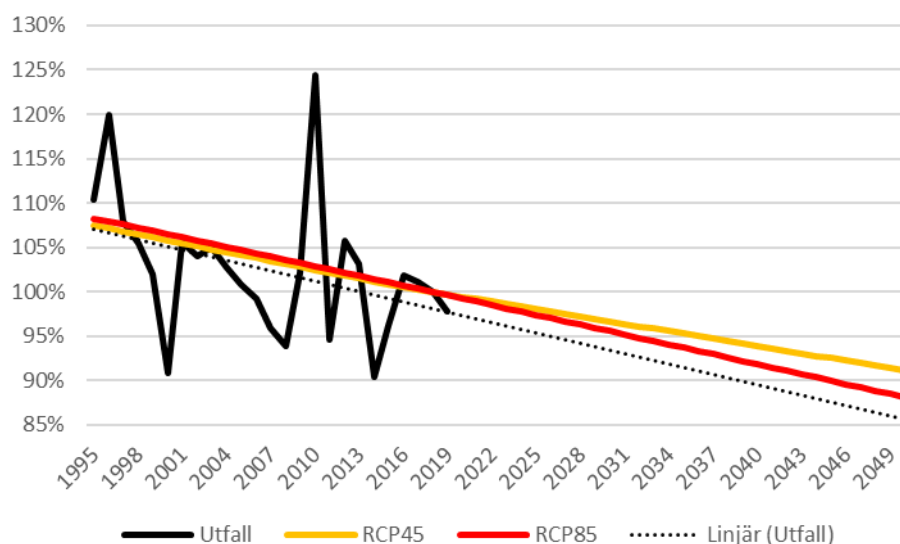
Graddagar för värme är ett sätt att kvantifiera hur stort behovet att värma upp byggnader är under ett år. Graddagar anger summan av dygnsmedeltemperaturavvikelsen från en referenstemperatur, som i detta fall är 17 grader Celsius. I Figur 21 visas hur antalet graddagar i Sverige minskar mellan normalårsperioden 1981–2010 och 2036–2065, för SMHI:s klimatscenario RCP 4,5 och RCP 8,5 i olika delar av Sverige³⁴. I Figur 21 är länen sorterade från syd (vänstra sidan) till nord (högra sidan). Staplarna visar tydligt hur minskningen i antalet graddagar ökar ju längre norrut ett län befinner sig. De streckade linjerna visar att för RCP 4,5 blir uppvärmningsbehovet cirka 85 procent 2050, jämfört med 1981–2010 i alla län, men i RCP 8,5 så sker en mycket större relativ förändring i den nordligare länen.



Figur 21. Förändring av graddagar för värme för mellan perioden 1981–2010 och 2036–2065 för olika län, RCP 4,5 och RCP 8,5. Förändring i absoluta värden och procent.

³⁴ Representative Concentration Pathways. Mer finns att läsa på SMHI:s hemsida: *Vad är RCP?* <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/vagledning-klimatscenarioer/vad-ar-rcp-1.80271>

För att kunna bedöma hur utvecklingen av graddagar kan se ut mellan basåret i scenarierna 2018 och 2050 så dras en rät linje från antal graddagar mitten av den första perioden (år 1995) och mitten av den andra perioden (år 2050), se Figur 22. I Figur 22 visas denna utveckling där 2018 är normerad till 100 procent. Då syns att värmebehovet 2050 kommer vara lite drygt 90 procent av värmebehovet 2018 enligt RCP 4,5 och knappt 90 procent enligt RCP 8,5. I de här scenarierna används RCP 4,5, det vill säga att värmebehovet minskar med knappt 10 procent, som bedömning i samtliga scenarier som Energi-myndigheten gör för bostäder och service mm.



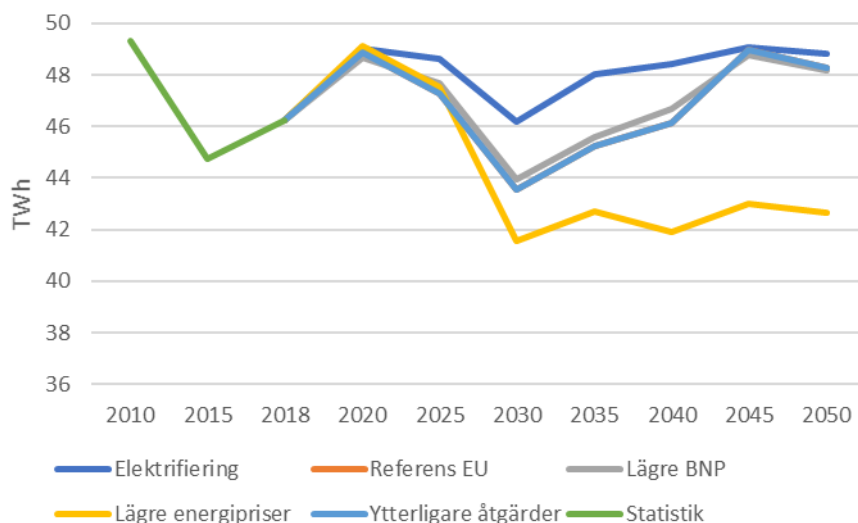
Figur 22. Utveckling av graddagar för värme i Sverige, viktat efter befolkning för RCP4,5 och RCP8,5. 100 % avser 2018. Den svarta linjen anger det faktiska utfallet i graddagar.

För kylbehovet finns inte lika bra kunskap om denna marknad som för värme. I den officiella statistiken finns data över mängden energi som går åt till uppvärmning och varmvatten. För kyla finns inte samma data. Det finns flera svårigheter i dagsläget med att koppla kylbehovet till ett energibehov. Eftersom det inte finns samma slags infrastruktur för kyla som för värme är det inte heller självklart hur människor agerar när kylbehovet ökar. Används värmepumpen för kyla om det är möjligt? Eller väljer de att endast öppna fönstret när de sover eller bara att stå ut i värmen? Detta kan man uttrycka som penetrationsgraden – det vill säga hur stor del av det faktiska kylbehovet som faktiskt kommer att resultera i ökad energianvändning. Med osäkerheterna angivna ovan och eftersom förändringen av graddagar för kyla är relativt liten i absoluta termer så görs antagandet att efterfrågan på kyla inte kommer att påverkas i dessa scenarier.

5.4 Elpriset styr användningen av fjärrvärme

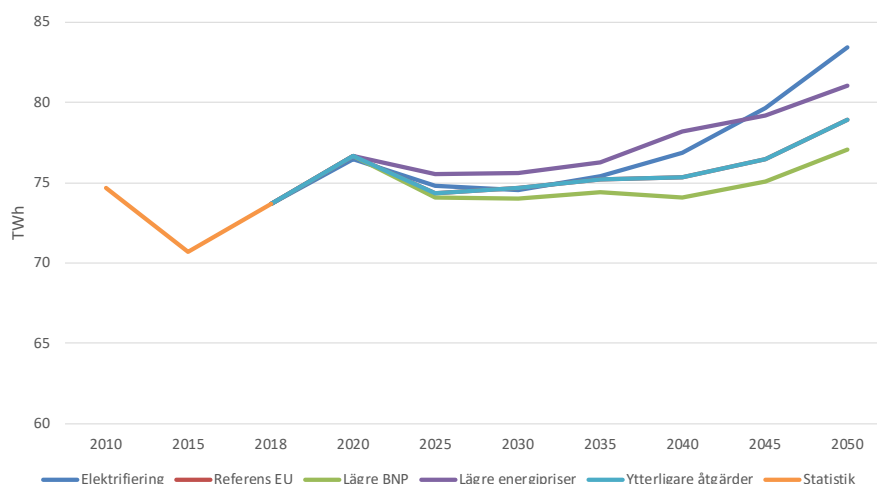
Fjärrvärmeanvändningen för de olika scenarierna redovisas i Figur 23 och visar att fjärrvärmeanvändningen minskar i samtliga scenarier fram till 2030 för att sedan öka igen. Fjärrvärmeanvändningen är densamma i *Referens EU* och *Ytterligare åtgärder*. Konkurrenskraften för fjärrvärme är beroende av elpriset; när elpriset är högt blir det mer ekonomiskt lönsamt för fastighetsägare att investera i fjärrvärme för uppvärmning

och varmvatten och omvänt. Det betyder att scenariot *Lägre energipriser*, som har ett relativt lågt elpris, får en lägre fjärrvärmeanvändning jämfört med exempelvis scenariot *Elektrifiering* som har högre elpris.



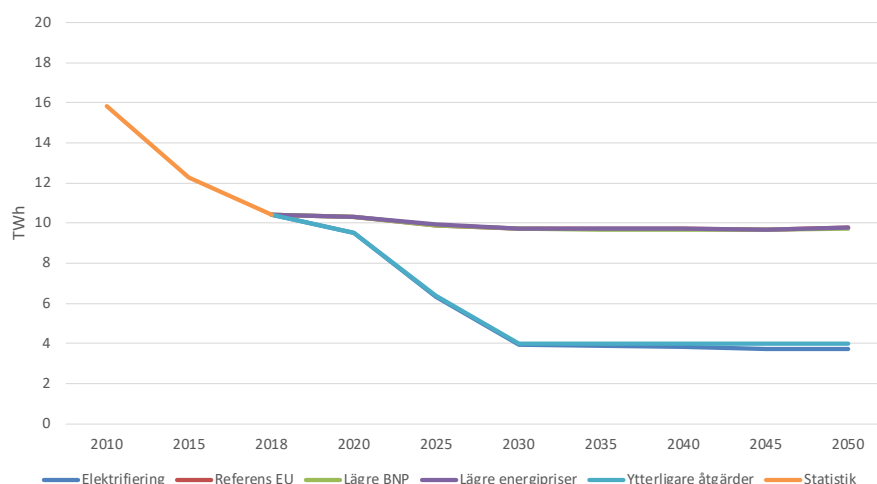
Figur 23. Fjärrvärmeanvändning i bostäder och service mm, 2010–2050, TWh.

Elanvändningen som redovisas i Figur 24 ökar från 74 TWh 2018 till mellan 77 och 83 TWh i scenarierna till 2050. Elanvändningen är densamma i *Referens EU* och *Ytterligare åtgärder*. Användningen av hushållsel/fastighetsel/verksamhetsel samt el för datacenter gör att elanvändningen ökar medan konverteringar från direktverkande el till andra uppvärmningssätt gör att elanvändningen minskar. Elanvändningen är högst i scenariot *Elektrifiering* där tillväxttakten för datacenter antas vara högre och i scenariot *Lägre energipriser* där konkurrenskraften för värmepumpar är bättre på grund av ett relativt lågt elpris.



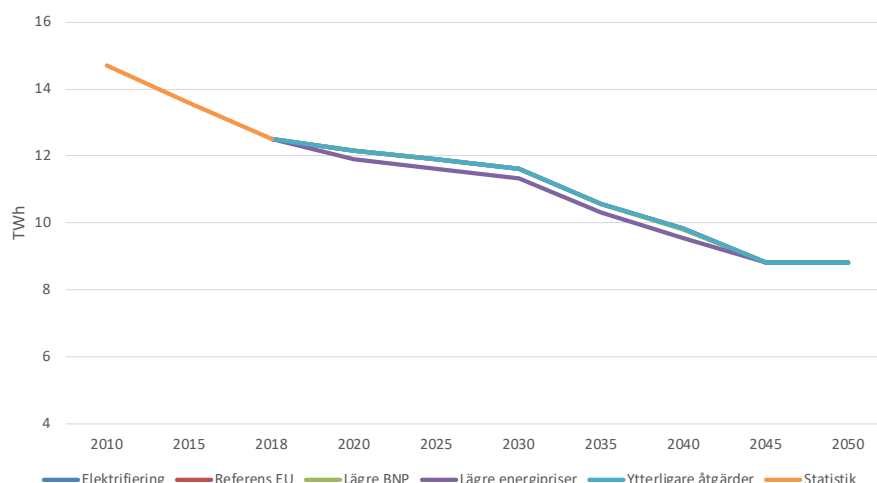
Figur 24. Elanvändning i bostäder och service mm, 2010–2050, TWh.

Användningen av fossila bränslen redovisas i Figur 25. Den minskar i sektorn från 12 TWh till cirka 10 TWh i *Referens EU*, *Lägre BNP* och *Lägre energipriser*. I scenarierna *Elektrifiering* och *Ytterligare åtgärder* minskar användningen av fossila bränslen till cirka 4 TWh. Minskningen är lite större i scenariot *Elektrifiering* där en större andel av arbetsmaskinerna elektrifieras. Den stora minskningen i de här två scenarierna beror på antaganden om betydligt högre inblandning av biodrivmedel i diesel och bensin till arbetsmaskiner. Användningen av fossila bränslen för uppvärmning i bostäder och lokaler försvinner helt under scenarioperioden i samtliga scenarier och ersätts av fjärrvärme och värmepumpar.



Figur 25. Användning av fossila bränslen i bostäder och service mm, 2010–2050, TWh.

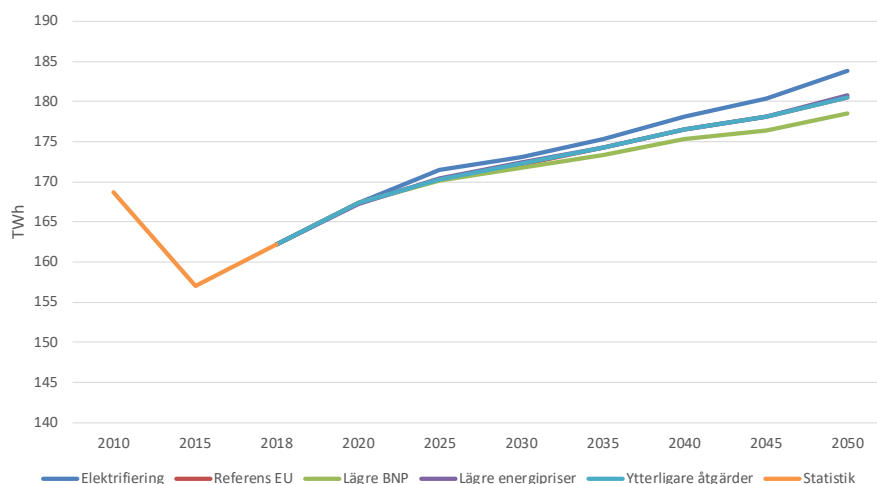
Fasta biobränslen i form av pellets, som främst används för uppvärmning i småhus, redovisas i Figur 26. Utvecklingen är i princip densamma för samtliga scenarier och minskar från drygt 13 TWh 2018 till knappt 9 TWh 2050. Orsaken till minskningen är att pellets blir lite mindre konkurrenskraftigt i relation till värmepumpar och fjärrvärme.



Figur 26. Användning av fasta biobränslen i bostäder och service mm, 2010–2050, TWh.

5.5 Konkurrenskraften för värmepumpar och energieffektivisering påverkar energianvändningen

Värmepumpar och energieffektivisering har stor påverkan på hur den slutliga energianvändningen i sektorn utvecklas. Att bedöma konkurrenskraften för dessa är dock inte oproblematiskt. Av den anledningen följer en närmare genomgång om vilken inverkan dessa faktorer har på resultatet i de olika scenarierna.



Figur 27. Slutlig energianvändning för bostäder och service mm inklusive upptagen energi och exklusive energieffektivisering 1990–2050, TWh.

För att illustrera den stora effekten av upptagen energi från värmepumpar och energieffektivisering redovisas i Figur 27 den slutliga energianvändningen för samtliga scenarier inklusive upptagen värme och exklusive energieffektivisering³⁵ för de olika scenarierna. Av bilden framgår det att energibehovet utan effektiviseringar och konverteringar till värmepumpar uppgår till mellan 178 och 184 TWh år 2050. Det är att jämföra med den slutliga energianvändningen i Figur 19 som uppgår till mellan 145 och 151 TWh.

³⁵ Med exklusive energieffektivisering menas att den energi som har effektiviserats bort i scenariot inkluderas i energianvändningen. Det motsvarar i det här fallet cirka 12 TWh.

5.6 Arbetsmaskiner i sektorn

En viss andel av arbetsmaskiner i byggsektorn elektrifieras i scenariot *Elektrifiering*. Energimyndigheten har i rapporten ”Fossilfrihet för arbetsmaskiner”³⁶ låtit undersöka förutsättningar för elektrifiering av arbetsmaskiner inom jordbruk, skogsbruk och byggsektorn. Trafikverket³⁷ undersöker också möjligheterna för elektrifiering av arbetsmaskiner i jordbruk, skogsbruk och byggsektorn. Från rapporterna framgår att jord- och skogsbruk karaktäriseras av arbetsmaskiner som används över stora geografiska områden, vilket enligt rapporterna innebär att elektrifiering är svårare att åstadkomma.

För byggsektorn däremot verkar förutsättningarna för elektrifiering och hybridisering vara betydligt bättre. I de scenarier Trafikverket diskuterar i rapporten antas majoriteten av arbetsmaskinerna vara hybridiserade eller elektrifierade till 2050 för byggsektorn. Osäkerheten är väldigt stor men baserat på ovan nämnda rapporter antar Energimyndigheten att viss elektrifiering sker i byggsektorn men inte i jord- och skogsbruk. Hälften av all diesel till arbetsmaskiner i scenariot *Elektrifiering* för byggsektorn 2050 antas ersättas av el. Bytet från diesel till el antas effektivisera energianvändningen med 50 procent.³⁸ Det innebär att cirka 0,8 TWh diesel blir 0,4 TWh el.

En så kallad klimatpremie³⁹ har införts för ellastbilar och andra miljölastbilar samt eldrivna arbetsmaskiner, som tillsammans med det fortsatta stödet till elbussar syftar till att främja marknadsintroduktion av dessa fordon.

³⁶ *Fossilfrihet för arbetsmaskiner*, skriven av konsultföretaget WSP på uppdrag av Energimyndigheten, 2017-02-10.

³⁷ *Arbetsmaskiners miljöpåverkan och hur den kan minska - ett underlag till 2050 arbetet*, 2012:223, Trafikverket.

³⁸ Antagandet baseras på rapporten *Arbetsmaskiners miljöpåverkan och hur den kan minska ett underlag till 2050 arbetet*, 2012:223, Trafikverket.

³⁹ SFS 2020:750, *Förordning om statligt stöd till vissa miljöfordon*, reglerar ansökan av och utbetalningar till lastbilar och arbetsmaskiner.

6 Bioenergianvändning i olika scenarier

Bioenergi är en viktig energibärare i det svenska energisystemet där en stor användare är pappers- och massaindustrin och en annan är fjärrvärmesektorn. Transportsektorn har ökat sin användning sedan början av 2000-talet vilket främjats av olika styrmedel. Total tillförsel av biobränslen i energisystemet visas i Figur 1.

Utvecklingen kring bioenergi framöver kan bero på en rad faktorer, exempelvis pappers- och massaindustrins utveckling. Det kan bli fråga om att en del biomassa som idag används för energiändamål istället blir råvara för mer högkvalitativa produkter, till exempel för kemiindustrin. Det kan också innebära satsningar på bioraffinaderier där ett spektrum av produkter kan tillverkas, till exempel, värme, el och gröna kemikalier. Konkurrensen om biomassa kan förväntas öka vilket skulle påverka prisutvecklingen på bioenergi. Denna utveckling är dock svårbedömd på lång sikt men kan komma att ha betydelse för användningen i olika sektorer.

6.1 Påverkan av nya styrmedel för biodrivmedelsanvändning

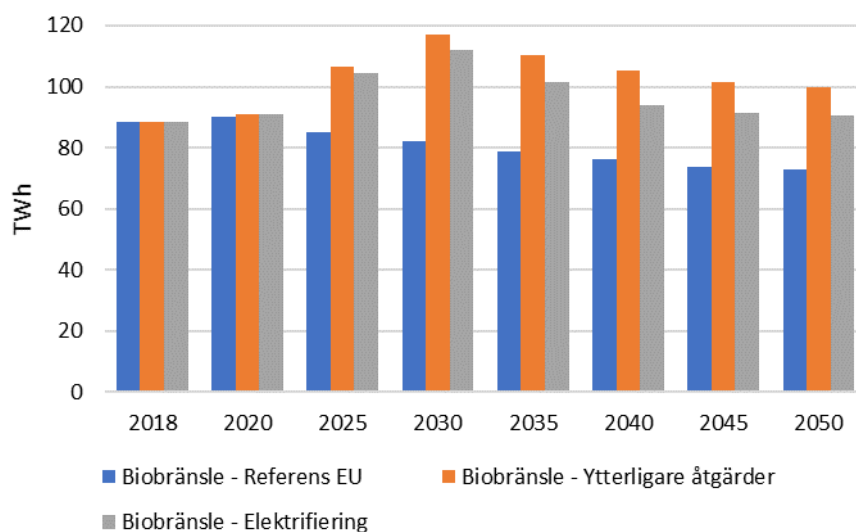
I detta scenarioarbete analyseras en ökad bioenergiefterfrågan genom att inkludera ett antal styrmedel som presenterats i budgetpropositionen för 2021⁴⁰ i scenarierna *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering*:

- Ökade reduktionsnivåer inom reduktionsplikten för bensin och diesel till 2030 vilket påverkar inblandningen av biodrivmedel i dessa drivmedel.
- Reduktionsplikten för flygfotogen (flygbränsle).
- Fortsatt skattebefrielse för rena och höginblandade biodrivmedel samt för biogas.

Dessa styrmedel leder till en signifikant skillnad i biodrivmedelsanvändning jämfört med *Referens EU*.

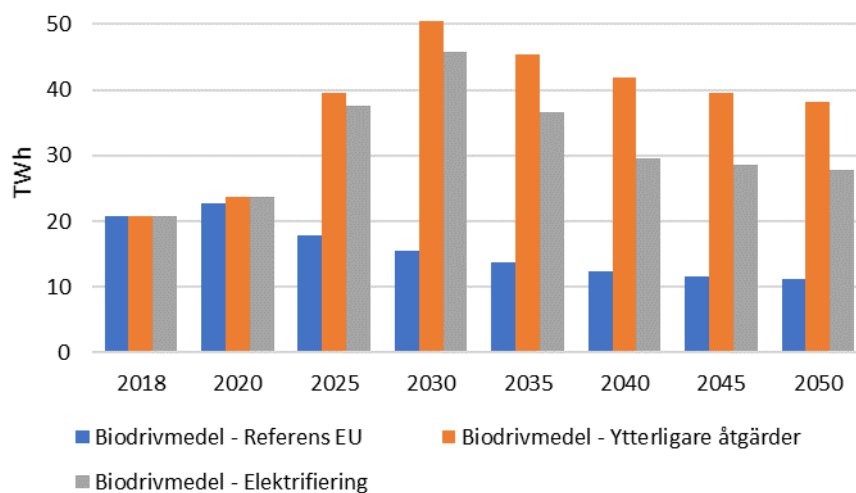
⁴⁰ Prop 2020/21:1 *Budgetproposition för 2021*.

Figur 28 redovisar den slutliga bioenergianvändningen inom alla användarsektorer och inkluderar även andra biobränslen inom industrin och bostäder och service (trädbränslen, avlutar samt övriga biobränslen).



Figur 28. Bioenergianvändning i användarsektorerna 2018 – 2050, TWh.

Figur 29 redovisar biodrivmedelsanvändningen i användarsektorerna. Biodrivmedel innefattar etanol, biobensin, FAME, HVO, biogas och förnybart flygbränsle. Här innefattas även användning av biodrivmedel i arbetsmaskiner.

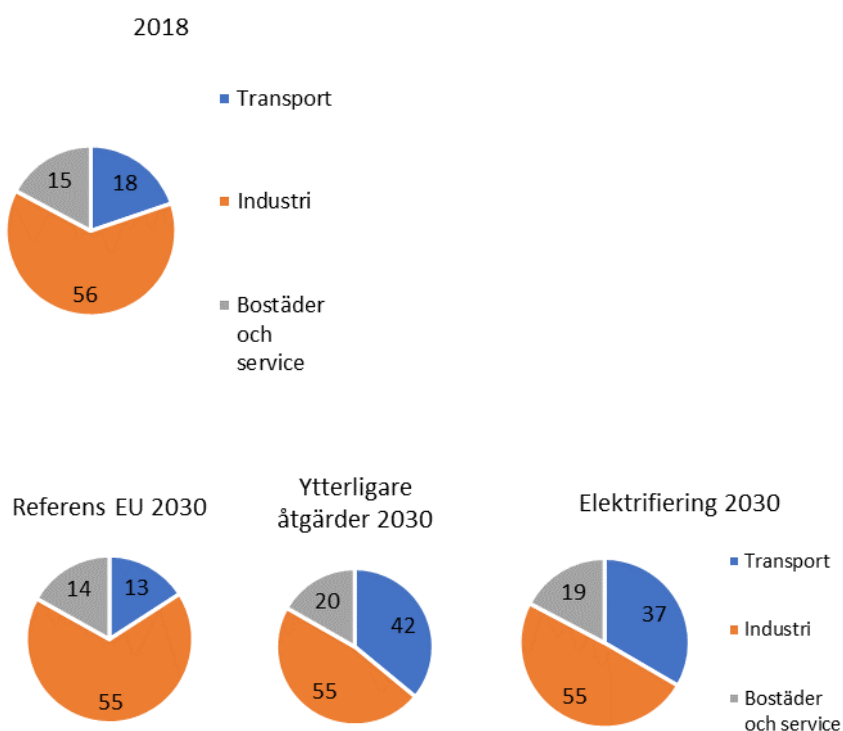


Figur 29. Biodrivmedelsanvändning i användarsektorerna 2018–2050, TWh.

I *Referens EU* minskar biodrivmedelsanvändningen i absoluta tal efter 2020 i samband med att skattebefrielsen för rena och höginblandade biodrivmedel (förutom för biogas) avskaffas efter 2020 och i och med att elektrifieringen inom vägtransporter minskar efterfrågan på biodrivmedel. I *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering* ökar istället biodrivmedelsanvändningen fram till 2030 i takt med att reduktionsnivåerna i reduktionspliktssystemet ökar.

Biodrivmedelsanvändningen 2030 omfattar drygt 50 TWh i *Ytterligare åtgärder*, 46 TWh i *Elektrifiering* och 16 TWh i *Referens EU*. Av dessa bidrar reduktionsplikten för bensen och diesel samt reduktionsplikten för flygfotogen med knappt 44 TWh i *Ytterligare åtgärder*, knappt 40 TWh i *Elektrifiering* och knappt 13 TWh i *Referens EU*. Reduktionsplikten för flygfotogen bidrar till en användning av 0,6 TWh förnybart flygbränsle 2030 inom inrikes luftfart och 3,3 TWh förnybart flygbränsle inom utrikes luftfart. Övriga biodrivmedel är rena och höginblandade biodrivmedel samt biogas i både gas- och flytande form.

Efter 2030 förväntas bioenergianvändningen sjunka igen på grund av ökad elektrifiering, dessutom inkluderas inget styrmedel som höjer kraven på biodrivmedelsanvändning efter 2030.



Figur 30. Bioenergifördelning mellan användarsektorerna 2018 och 2030, TWh.

Figur 30 visar fördelningen i bioenergianvändning mellan användarsektorerna 2018 samt i de olika scenarierna 2030. Särskilt transportsektorns andel ökar kraftigt. I bostäder och service ökar biodrivmedelsanvändningen i arbetsmaskiner. Det används en viss mängd drivmedel i arbetsmaskiner även i industrisektorn men det är utvecklingen i pappers- och massaindustrin som är avgörande för bioenergianvändningen.

6.2 Effekter av ökad efterfrågan på biodrivmedel

Den ökning av biodrivmedelsanvändning som sker särskilt i scenariot *Ytterligare åtgärder* till 2030 innebär således att det krävs tillgång till stora mängder biodrivmedel i Sverige.

Detta kan jämföras med hur mycket biodrivmedel som kan produceras genom att öka uttaget av biomassa i Sverige så långt som möjligt utan att komma i konflikt med andra miljömål eller hindra andra sektors möjligheter att ställa om med hjälp av biomassa. I *Styrmedel för ökad användning av biodrivmedel i bensin och diesel*⁴¹ bedömer Energimyndigheten och samverkande myndigheter att det i ett 2030-perspektiv finns ett utrymme på 17–18 TWh biodrivmedel för transportsektorn (samtliga trafikslag, liksom drivmedel som används i arbetsmaskiner som också omfattas av reduktionsplikten). Potentialen förutsätter att nya tekniker utvecklas som gör det möjligt att använda råvaror som till exempel restprodukter från skogen som inte kan omvandlas till biodrivmedel med befintlig teknik. För att främja biodrivmedelsproduktion med sådana tekniker utreder Energimyndigheten på regeringens uppdrag behovet av ytterligare styrmedel för att främja inhemsk produktion av biodrivmedel⁴². Uppdraget ska redovisas i oktober 2021.

Potentialberäkningen bygger på att transportsektorn tar den biomassa som blir över när andra sektorer uppfyllt sina mål, men det är inte ett självklart sätt att fördela den begränsade biomassaresursen. Ökade insatser för energieffektivisering – genom styrmedel och/eller genom att till exempel skogsindustrin får ökade incitament att hushålla med energin när energirika restströmmar kan ges ett högre värde som råvara till biodrivmedel – kan bidra till att mer biomassa frigörs för biodrivmedel. Även om den exakta storleken på potentialen kan diskuteras synes det emellertid utmanande att möta en efterfrågan på upp till 50 TWh.

Resonemanget ovan bygger på att Sverige, som ett land rikt på biomassa och med ambitionen att visa på en omställningsväg som andra länder kan följa, ska kunna matcha sin biodrivmedelsanvändning med inhemska råvaror. Så är dock långt ifrån fallet idag, då cirka 75 procent av de biodrivmedel som används är importerade.⁴³ I takt med att andra länder ökar sin efterfrågan på biodrivmedel, bland annat för att möta EU-krav på ökad andel förnybart i transportsektorn, väntas konkurrensen om biodrivmedel/biomassa öka. I vilken grad Sverige även fortsatt kan räkna med att importera stora mängder biodrivmedel beror på betalningsviljan jämfört med andra länder, vilket i sin tur beror på hur kraftfulla styrmedlen är i respektive land.

EU:s förnybartdirektiv sätter upp hållbarhetskriterier som syftar till att förhindra att en ökad bioenergianvändning leder till så kallad direkt ändrad markanvändning i form av till exempel intrång i kolrika eller biologiskt värdefulla marker. Däremot är styrningen svagare mot så kallad indirekt ändrad markanvändning, där odling av grödor för energiändamål tränger undan odling för andra ändamål, såsom livsmedel, som i sin tur tränger

⁴¹ *Förslag till styrmedel för ökad andel biodrivmedel i bensin och diesel – En rapport inom uppdraget Samordning för energiomställning i transportsektorn*, ER 2016:30, Energimyndigheten.

⁴² Regeringskansliet, *Produktion av biodrivmedel ska främjas*, 2020.
<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/10/produktion-av-biodrivmedel-ska-framjas/>

⁴³ Energimyndighetens bearbetning av uppgifter rapporterade enligt SFS 2011:319 *Drivmedelslag*.

undan naturskog, torvmarker osv. Inte heller regleras andra miljöeffekter än de på klimatet som till exempel kan uppstå när jord- och skogsbruk intensifieras genom ökad användning av bekämpningsmedel och handelsgödsel. En ökad import av biodrivmedel ökar alltså risken för att Sverige bidrar till negativa miljöeffekter utanför Sverige.

Med biodrivmedel som produceras från svenska råvaror kan Sverige lättare styra miljöpåverkan genom exempelvis skogs-, jordbruks- och allmän miljöskyddslagstiftning. Om uttaget överstiger den hållbara potentialen riskeras dock negativa effekter på miljömål som Levande skogar, Ett rikt växt- och djurliv, Bara naturlig försurning och Giftfri miljö.

EU:s takdirektiv för luft⁴⁴ anger en målsättning för utsläpp av kväveoxider (NOx) från inrikestransporter till 2030. Enligt det svenska luftvårdsprogrammet⁴⁵ så uppgår det svenska betinget för att minska utsläppen av NOx från transportsektorn till 7 kton till 2030. SMED⁴⁶ har undersökt möjligheterna att nå det svenska betinget av NOx-utsläpp för transportsektorn i nya klimatscenarier framtagna av Trafikverket⁴⁷. Analyserna visar att inget av klimatscenarierna uppfyller det svenska betinget för utsläpp av NOx till 2030. I alla scenarierna nås klimatmålen med marginal. Det innebär att ytterligare åtgärder kan behöva vidtas för att Sverige ska nå sina åtaganden enligt takdirektivet för luft.

⁴⁴ Europeiska unionen, *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2016/2284 av den 14 december 2016 om minskning av nationella utsläpp av vissa luftföroreningar.*

⁴⁵ Regeringsbeslut M2019/00243/KI, *Nationellt luftvårdsprogram.*

⁴⁶ Svenska MiljöEmissionsData

⁴⁷ *NOx-utsläpp i klimatscenarier för vägtrafik 2030*, PM från SMED, 2020

7 El- och fjärrvärmesektorn

Viktiga slutsatser

- Elanvändningen ökar i samtliga scenarier till 2050. I *Elektrifiering* ökar elanvändningen till 234 TWh 2050. För övriga scenarier så hamnar elanvändningen på cirka 170–178 TWh i slutet av perioden.
- Elproduktionen ökar i samtliga scenarier till 2050. Den högsta elproduktionen noteras i scenario *Elektrifiering* där det högre elpriset och relationen till omkringliggande länder tex i form av ökat elbehov även i dessa länder driver fram en elproduktion på 282 TWh.
- Kärnkraften finns kvar i samtliga scenarier genom att de förutsättningar som antagits för kostnader för livstidsförlängning av de tre modernaste reaktorerna gör den lönsam i modellen. I *Elektrifiering* blir även investeringar i ny kärnkraft lönsam i Sverige från 2045 med de antaganden av kostnader som har gjorts.
- Landbaserad vindkraft byggs utan stödsystem under perioden i samtliga scenarier. I ett av *Elektrifieringens* känslighetsfall, där produktionskostnader för vindkraft antas vara lägre, blir även havsbaserad vindkraft lönsamt. Total produktion från vindkraft är mellan 64–156 TWh 2050 beroende på scenario.
- Solkraftens bidrag förväntas utgöra mellan 9 och 11 TWh 2050 för samtliga scenarier. Utbyggnaden sker tack vare att skattereduktion för inmatning av el antas ligga fast hela perioden tillsammans med antagandet om fortsatta kostnadsminskningar för solkraft och stigande elpris.
- Sverige är nettoexportör av el i samtliga scenarier till 2050. År 2050 är nettoexporten högst i scenariot *Elektrifiering* med 47 TWh och lägst i *Lägre energipriser* med 8 TWh.

För el- och fjärrvärmeproduktion redovisas följande fyra scenarier samt två känslighetsfall på scenariot *Elektrifiering*:

- *Referens EU*
- *Lägre energipriser*
- *Lägre BNP*
- *Elektrifiering*
 - *Elektrifiering utan ny kärnkraft*
 - *Elektrifiering med lägre produktionskostnader för vindkraft*

Scenarierna beskrivs mer i detalj i kapitel 1.2.

Samtliga resultat för scenarierna presenteras i tabellform i Bilaga A och förutsättningar och antaganden presenteras mer detaljerat i Bilaga B.

Elanvändning och elproduktion

Elanvändningen i Sverige varierar mellan åren, mycket beroende på konjunktur för industrin och temperatur för uppvärmningsbehovet i bostadssektorn. Under 2018 användes totalt 141 TWh. Bostadssektorn använde ungefär hälften av all el, medan industrin använde 35 procent. Omkring 8 procent utgjordes av distributionsförluster. Sedan 1990 har användningen av el totalt varierat mellan 135 TWh och 150 TWh.

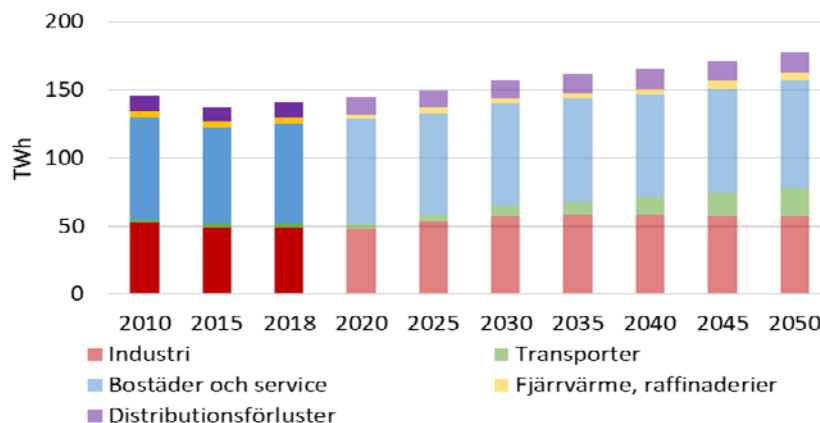
I början av 90-talet stod vattenkraften för 50 procent och kärnkraft för 46 procent av elproduktionen i Sverige. Sedan dess har övriga elproduktionslag ökat sin andel samtidigt som kärnkraftsreaktorer tagits ur drift. Under 2018 stod vattenkraften för 39 procent och kärnkraft för 41 procent. Det är främst elproduktion från vindkraft som ökat och utgör 10 procent under 2018. El som produceras i kraftvärmeverk och inom industrin utgör 9 procent. Elproduktion varierar från år till år och sedan 1990 har produktionen från vattenkraft varit 51 TWh som lägst och 78 TWh som högst. Kärnkraftens produktion har varierat mellan 50–75 TWh under samma period.

Elproduktionen under 2018 var nästan 160 TWh och elanvändningen 141 TWh, vilket resulterade i att Sverige nettoexporterade cirka 18 TWh el. Variationer mellan användning och produktion av el har lett till att Sverige som mest har nettoimporterat 13 TWh vilket inträffade 2003. Den största nettoexporten var nästan 23 TWh och inträffade under 2015.

7.1 Elektrifiering ökar elanvändningen

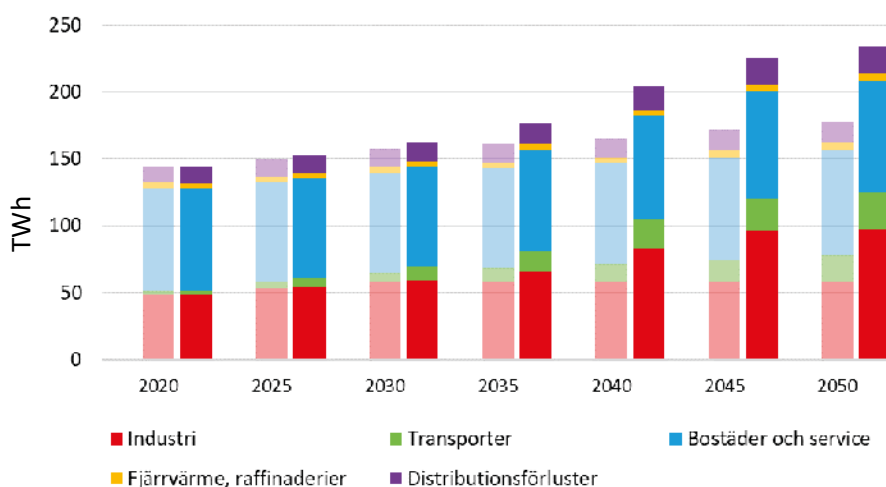
Under 2018 användes 142 TWh el och i *Referens EU* är elanvändningen 178 TWh 2050, vilket redovisas i Figur 31. Ökningen är störst i transportsektorn, där den ökar från 3 till 21 TWh (mellan 2018 och 2050), men sker även i industrin och bostad- och servicesektorn. Då elproduktion och elanvändning ökar så ökar även distributionsförlusterna något.

Total elanvändning skiljer sig inte mellan scenarierna *Referens EU*, *Lägre energipriser* och *Ytterligare åtgärder* för 2050 men skillnader finns mellan sektorernas användning. I scenariot *Lägre BNP* ser vi en något lägre elanvändning på 170 TWh för 2050 till följd av en lägre tillväxt som framförallt påverkar industrin men även övriga sektorer. Läs mer om sektorernas elanvändning i de olika scenarierna i respektive kapitel där det beskrivs närmare.



Figur 31. Elanvändning i Sverige per sektor 2010, 2015 och 2018 samt till 2050 i *Referens EU*, TWh.

En viss elektrifiering sker i samtliga scenarier men är betydligt högre i scenariot *Elektrifiering* där elanvändningen ökar kraftigt, till 234 TWh 2050. Det är framförallt industrins elanvändning och el för transporter som ökar kraftigt i detta scenario, se Figur 32.

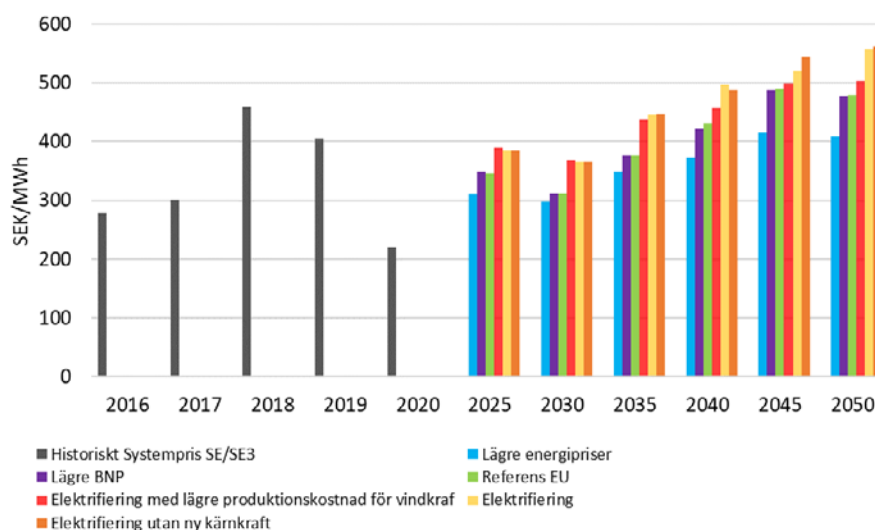


Figur 32. Elanvändning per sektor i *Referens EU* (transparenta staplar) och *Elektrifiering* till 2050, TWh.

Mer om elanvändningen för respektive användarsektor redovisas under respektive kapitel och i resultattabeller i Bilaga A.

7.2 Elpriset ökar över tid

Elprisutvecklingen för samtliga scenarier redovisas i Figur 33. Elpriserna är beräknade som årliga genomsnitt för Sverige som behandlas som ett prisområde⁴⁸.

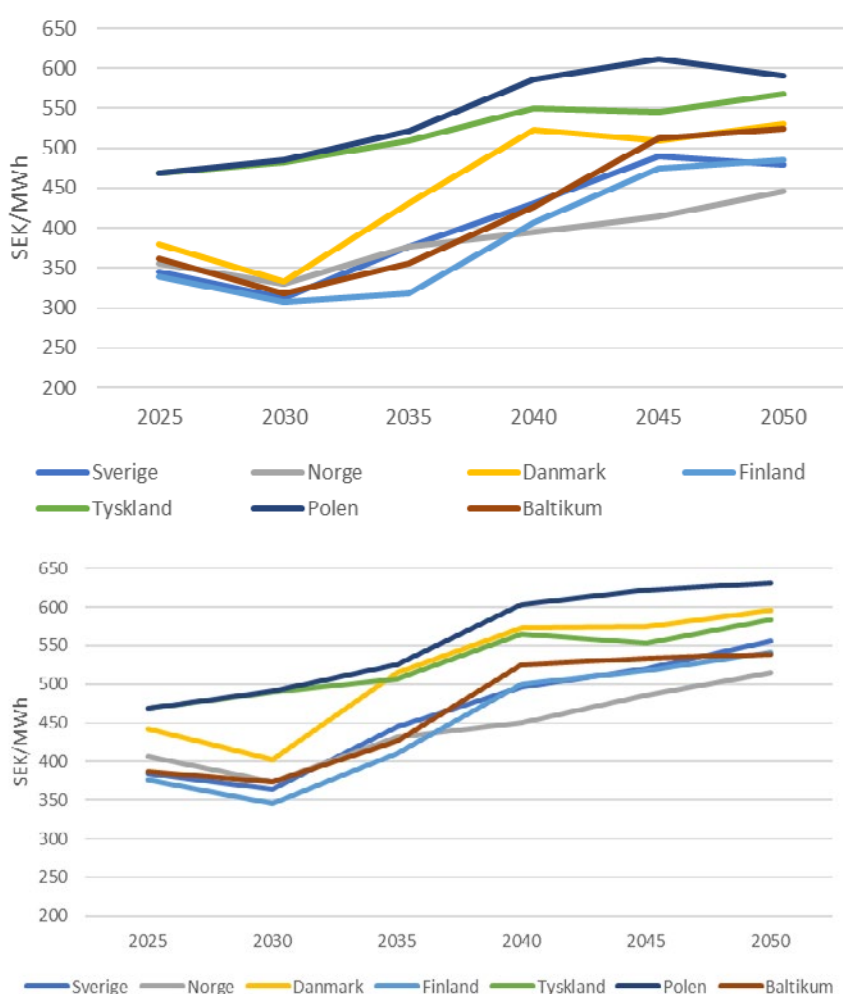


Figur 33. Historiska elpriser samt elprisutveckling för respektive scenario till 2050, SEK/MWh.

⁴⁸ Sverige är indelat i fyra elprisområden och dessa kan ha olika elpriser. Historiska elpriser för elområden finns att se på handelsplatsen Nord Pools hemsida, Market data | Nord Pool (nordpoolgroup.com)

I samtliga scenarier stiger elpriset till 2050 vilket drivs av stigande bränsle- och utsläppsriktpriser⁴⁹, en ökad marknadskoppling mot kontinenten samt en ökad efterfrågan på el. Högst elpris noteras i scenario *Elektrifiering* samt i dess känslighetsfall. Lägst pris finns i scenariot *Lägre energipriser*, där priserna på fossila bränslen och utsläppsrikt är lägre.

Scenariot *Elektrifiering* och tillhörande känslighetsfall har genomgående högre elpriser än *Referens EU* trots att bränslepriser och priset på utsläppsrikt är samma. Orsaken är den betydligt högre elanvändningen, både i Sverige och i länderna runt omkring. Då efterfrågan på el stiger kommer elpriset öka vilket då motiverar investeringar i ny elproduktion. Att det finns skillnader i elpriser mellan Sverige och de övriga länderna, se Figur 34, beror på begränsningar i överföringskapacitet. Prisskillnaden mellan länderna motiverar i sin tur investeringar i ny transmissionskapacitet.



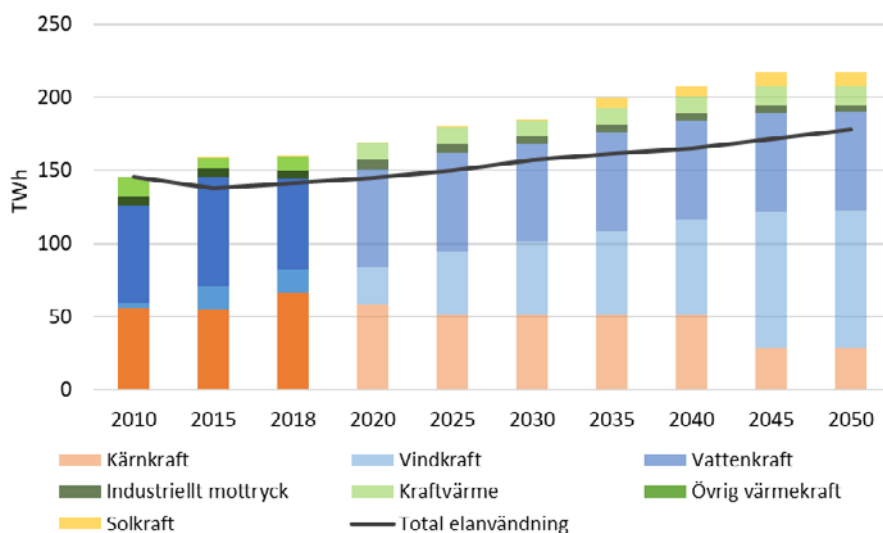
Figur 34. Elpriser i samtliga länder i scenariot *Referens EU* (övre) och *Elektrifiering* (nedre), SEK/MWh.

⁴⁹ Priserna på bränsle- och utsläppsriktpriser är antagna förutsättningar i scenarierna och beskrivs i Bilaga B.

7.2 Elproduktionen ökar i samtliga scenarier

Elproduktionens utveckling i *Referens EU* redovisas i Figur 35. Detaljerade resultat för samtliga scenarier återfinns i Bilaga A.

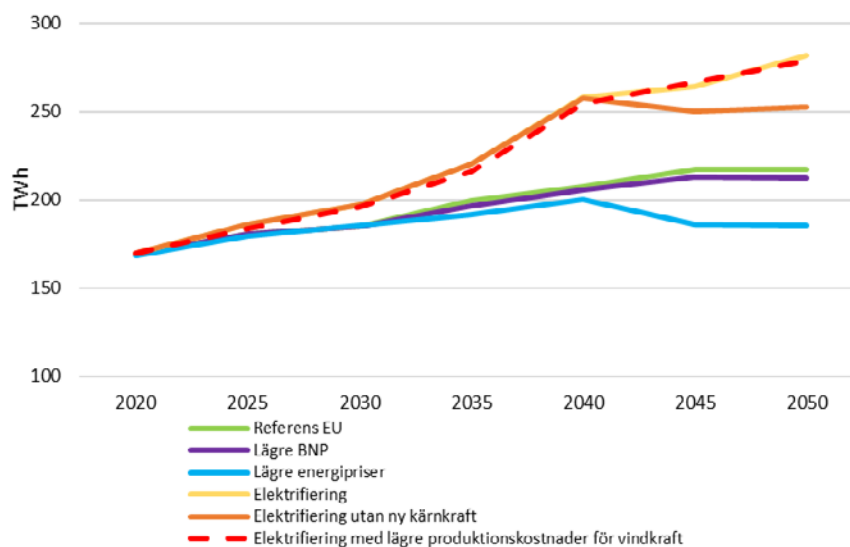
I *Referens EU* ökar elproduktionen till 217 TWh till 2050. En viss elektrifiering ökar elbehovet och elpriset är högre än dagens nivå vilket primärt drivs av antagandet om ökade fossil- och utsläppsriktade priser över tid. De stigande elpriserna innebär att det blir lönsamt att investera i ny elproduktion. Kärnkraften finns kvar genom att en möjlighet till livstidsförlängning antas för tre reaktorer (vilket motsvarar 28 TWh), men det är framförallt landbaserad vindkraft som växer till 94 TWh i slutet av perioden tack vare att den är mest lönsam att bygga. Solkraften ökar till närmare 10 TWh tack vare att stöd fortfarande antas finnas kvar. Ökad överföringskapacitet (stärkt marknadskoppling)⁵⁰ samt fortsatta prisskillnader mellan Sverige och dess handelsländer innebär att nettoexporten ökar och uppgår till närmare 40 TWh 2050.



Figur 35. Elproduktion i Sverige per produktionsslag 2010, 2015 och 2018 samt i scenariot *Referens EU* till 2050, TWh.

Elproduktionen ökar i samtliga scenarier till 2050, vilket kan ses i Figur 36. År 2050 blir elproduktionen lägst i scenariot *Lägre energipriser*, 186 TWh. Det lägre elpriset i scenariot medför att färre investeringar i ny elproduktion görs. Högst blir elproduktionen i scenariot *Elektrifiering*, inklusive känslighetsfallen, där produktionen hamnar på 250–280 TWh, beroende på vilka antaganden som görs för de olika teknikerna. Ökad elproduktion drivs av de högre elpriserna och ett ökat elbehov, inte bara i Sverige utan även i länderna runt omkring. I scenariot *Elektrifiering* blir det i modellen lönsamt att investera i ny kärnkraft. I känslighetsfallen sker inte investering i ny kärnkraft men det blir fortfarande lönsamt att göra livstidsförlängningar av tre reaktorer med de kostnader som antagits.

⁵⁰ Mer om ökad överföringskapacitet finns att läsa under Sverige fortsätter att vara nettoexportör av el samt i Bilaga B.



Figur 36. Total elproduktion till 2050 i scenarier och känslighetsfall, TWh.

I denna rapport har inte effektbalansens utveckling studerats närmare. Detta liksom ett antal andra elsystemfrågor kommer att analyseras mer utförligt i den kommande publikationen om hållbar elektrifiering.

7.2.1 Vattenkraften antas producera som idag

Vattenkraften antas producera som ett genomsnittligt år i samtliga scenarier. Sålunda analyseras inte effekterna av ett torr- eller våtår. I scenarierna antas dock en ökad produktion på grund av en ökad tillrinning som beror på klimatförändringar. Samtidigt antas en minskad produktion då samtliga vattenkraftverk står inför nya krav på miljöanpassningar enligt vattendirektivet.⁵¹ Tillsammans betyder det en antagen produktionsökning på 0,5 TWh.⁵² Vattenkraftens normala och stora variationer kommer naturligtvis att fortsätta men analyseras inte vidare i dessa scenarier. År 2020 antas vattenkraften producera drygt 67 TWh för att sedan öka till knappt 68 TWh 2050. Detta antagande gäller för samtliga scenarier.

7.2.2 Kärnkraft livstidsförlängs och finns kvar 2050

Antaganden om kärnkraftens utveckling är samma i samtliga scenarier, dvs att det finns sex kvarvarande reaktorer efter 2020. I tre av de yngre reaktorerna antas det vara möjligt med en livstidsförlängning efter 60 års drifttid. Denna förlängning blir lönsam i modellen, utifrån de kostnadsantaganden som gjorts, och förlängningen aktualiseras i samtliga scenarier och känslighetsfall. Det innebär att elproduktionen från livstidsförlängd kärnkraft uppgår till 28 TWh 2050. I modellen är det möjligt att investera i ny kärnkraft⁵³

⁵¹ Hur vattenkraftens reglerförmåga påverkas av de nya kraven på miljöanpassningar är av stor vikt för elsystemet men hanteras inte vidare i detta arbete.

⁵² Läs mer om förutsättningarna för vattenkraften i Bilaga B.

⁵³ En ny reaktor kan i modellen byggas 2040, ytterligare en 2045 och två reaktorer 2050, läs mer om förutsättningar för kärnkraften i Bilaga B.

vilket blir lönsamt i scenariot Elektrifiering där elproduktionen från kärnkraft är 60 TWh i slutet av perioden. Av dessa utgörs 28 TWh av livstidsförlängning i tre reaktorer och resten från nya reaktorer.⁵⁴

Variationer i produktionen mellan år kommer naturligtvis också att finnas men analyseras inte närmare i dessa scenarier utan normalproduktion antas.

Att bedöma lönsamhet för kärnkraft i framtiden är naturligtvis förenat med stora osäkerheter då en anläggnings fortsatta drift är beroende av att intäkterna täcker upp för driftkostnader och för nödvändiga återinvesteringar. Både driftkostnader och återinvesteringar är hos kärnkraften starkt kopplat till politiska beslut om till exempel säkerhetskrav och hantering av avfall.

Om de, idag, sex kvarvarande reaktorerna har en livslängd på 60 år så stänger de mellan 2038 och 2045. I dessa scenarier har vi med möjlighet för livstidsförlängning med ytterligare 20 år för de tre yngsta reaktorerna vilket också modellen tar med som en lönsam investering att göra i samtliga scenarier. Antagandet om vad en sådan livstidsförlängning kostar är just ett antagande och det elpris som blir ett resultat i Times styr intäkten. Elpriset är i sin tur beroende av bedömt elbehov och elproduktion i Sverige liksom i länderna runt omkring, vilka överföringsmöjligheter som finns mellan länderna samt vilka priser på bränslen och utsläppsrätter som antas. Hur intäktsposter ser ut i ett framtida elsystem med mer variabel elproduktion är ytterligare en osäkerhet.

I *Elektrifiering* blir det också ekonomiskt lönsamt att investera i ny kärnkraft vilket sällan eller aldrig varit utfallet i tidigare långsiktiga scenarier. I känslighetsfallet där produktionskostnaderna för vindkraft sänktes⁵⁵ ytterligare jämfört med övriga scenarier så gjordes inte investeringen i ny kärnkraft vilket visar att de antaganden som görs får stor påverkan på resultatet.

7.2.3 Kraftig ökning av vindkraft betyder inte fler vindkraftverk

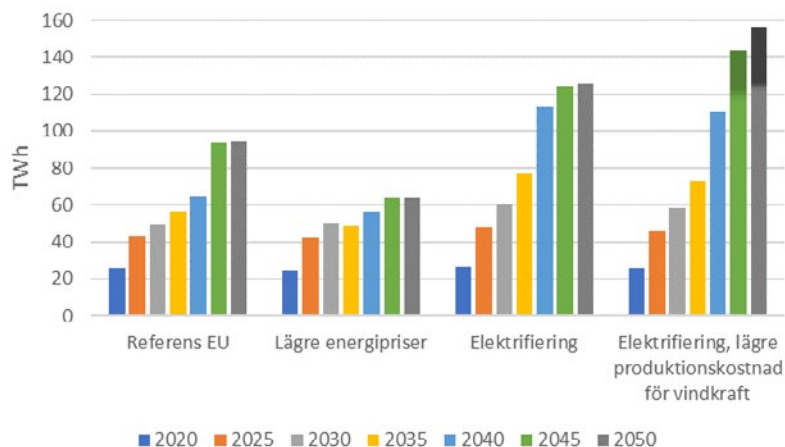
Vindkraften byggs ut i samtliga scenarier till 2050, vilket visas i Figur 37.

Lägst blir vindkraftsutbyggnaden i scenariot *Lägre energipriser* där produktionen hamnar på cirka 64 TWh 2050. I scenariot *Elektrifiering* blir produktionen istället 126 TWh 2050. Orsaken till den högre produktionen utgörs av de högre elpriserna i scenarierna, vilket i sin tur drivs av högre bränsle- och utsläppsrättspriser samt en högre efterfrågan på el. Då kostnaden för delar av potentialen för ny landbaserad vindkraft har antagits vara lägst bland tillgängliga nyinvesteringar, förutom livstidsförlängningar i kärnkraft, ökar investeringarna primärt i ny landbaserad vindkraft.

I känslighetsfallet där produktionskostnaden för vindkraft reducerats ytterligare blir havsbaserad vindkraft lönsam och står för 34 TWh av den totala vindkraftsproduktionen på 156 TWh 2050.

⁵⁴ Antagandet är som alla antaganden på lång sikt mycket osäkert. Beroende på ekonomisk lönsamhet, säkerhetskrav och politiska beslut osv kan den verkliga livslängden vara både längre och kortare.

⁵⁵ Landbaserad vindkraft är 15 procent lägre år 2040 än i övriga scenarier och havsbaserad är 40 procent lägre.



Figur 37. Vindkraftsproduktion i de olika scenarierna, TWh.

Anm: Havsbaserad vindkraft markeras som en mörkare nyans av staplarna längst till höger.

Vindkraften byggs utan stödsystem i takt med att elpriserna stiger i scenarierna. Värt att notera är vindkraftsproduktionen på drygt 40 TWh 2025. Denna produktion utgörs av projekt som redan är beslutade eller under byggnation och således inte ett modellresultat.

När befintliga turbiner senare tjänat ut så kan de i modellen ersättas med nyare och effektivare turbiner på befintlig plats. Kostnaden antas då reduceras till cirka 80 procent av kostnaden för ett nytt vindkraftverk då vägar, nätanslutningar och annan infrastruktur antas återutnyttjas. Läs mer i Bilaga B om antagna produktionskostnader under perioden.

Att bygga stora volymer vindkraft innebär andra utmaningar än enbart lönsamhet. Sverige är ett relativt stort land både till yta och kuster med goda vindförhållanden men det finns också fler intressen som har markanspråk. Det rör sig till exempel om skyddad natur och kulturmiljö, bebyggelse och infrastruktur samt försvarets intressen. Även om acceptansen för förnybar energi är hög så betyder det inte att lokal acceptans för vindkraft alltid finns. Tillståndsprocessen är ytterligare en utmaning för etablering av vindkraft där så mycket som en tredjedel av landbaserad vindkraft fått avslag på sin ansökan⁵⁶. Av dessa avslag så var den vanligaste orsaken att kommunen inte tillstyrkt vindkraftsparken. Anslutning och utbyggnad av elnät kan i vissa regioner vara en begränsande faktor för anslutningar av både land- och havsbaserad vindkraft eller att tillstånd som givits inte utnyttjas.

I den nyligen antagna Vindkraftsstrategin⁵⁷ identifieras den geografiska placeringen av vindkraft som viktig för en hållbar utbyggnad. Dels med hänsyn till andra markanvändningsintressen dels ur ett elförsörjningsperspektiv. Planeringsprocessen bör utvecklas genom att den nationella strategin bryts ner till faktiska planer för vindkraftsutbyggnaden som görs på regional och kommunal nivå. En utvecklad planeringsprocess tillsammans med ett förslag om förändrad kommunal tillstyrkan som innebär att tillstyrkan sker tidigt i processen och att kommunens beslut sedan inte kan ändras bedöms leda till en mer förutsägbar tillståndsprocess.

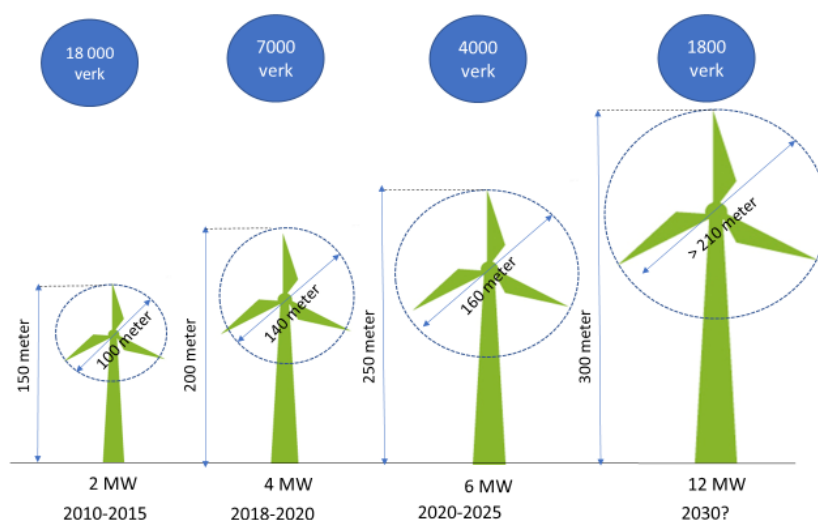
⁵⁶ Visar Energimyndighetens kartläggning av vindkraftverk som har tillståndsprövats under perioden 2014–2019.

⁵⁷ Energimyndigheten, *Strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad*. Strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad (energimyndigheten.se)

I strategin ligger ett antagande om ett utbyggnadsbehov av vindkraft på 100 TWh till 2040-talet där 80 TWh är landbaserad och 20 TWh havsbaserad vindkraft (antagandet för den havsbaserade vindkraften baseras på Havs- och vattenmyndighetens förslag till havsplaner). Resultaten i scenarierna ligger högre för landbaserad vindkraft i *Elektrifiering* och dess känslighetsfall och betydligt lägre i övriga scenarier 2040 än nivån i den nationella vindkraftsstrategin. Havsbaserad vindkraft blir lönsamt i ett av känslighetsfallen där 23 TWh finns 2045 och 34 TWh 2050.

Hur många vindkraftverk behövs för drygt 80 TWh el?

Vindturbinerna utvecklas och blir större men också effektivare, bland annat tack vare större rotoror som fångar mer vind. Räkneexemplet nedan kommer från nulägesbeskrivningen i Energimyndighetens och Naturvårdsverkets nationella strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad⁵⁸ och visar att det inte behövs fler vindkraftverk än vad det gör idag för att producera mer el. Utvecklingen leder till att det kommer krävas färre verk för att producera samma mängd energi, vilket visas i Figur 38.



Figur 38. Räkneexempel över hur många vindkraftverk som krävs för att producera drygt 80 TWh med olika turbintekniker.

Källa Regionala utbyggnadsbehov och generationsväxling, Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad, Energimyndigheten och Naturvårdsverket januari 2021.

⁵⁸ Nulägesbeskrivning – vindkraftens förutsättningar, Underlag till Nationell strategi för en hållbar Vindkraftsutbyggnad, Energimyndigheten, 2021. http://www.energimyndigheten.se/globalassets/for-nybart/strategi-for-hallbar-vindkraftsutbyggnad/nulagesbeskrivning_-vindkraftens-forutsattningar.pdf

7.2.4 Solkraft växer till omkring 10 TWh 2050

Solkraften byggs ut till närmare 10 TWh runt 2050 i *Referens EU*. Den klart övervägande delen av installationerna sker på taken till småhus, flerbostadshus och lokaler och sker till stor del på grund av den skattereduktion för inmatning av el som ligger kvar hela perioden. Det stigande elpriset och antagna fortsatta kostnadsreduktioner för solceller bidrar också till utbyggnaden. Skillnaderna mellan scenarier är små och drivs av de elprisskillnader som finns. Produktionen är mellan 9–11 TWh i de olika scenarierna där lägst produktion återfinns i *Lägre energipriser* och högst i *Elektrifiering*. Läs mer i Bilaga B om antagandena för solkraft.

Får solceller motsvarande 10 TWh plats på tak?

Om utbyggnaden av solkraft till 10 TWh uteslutande sker med takbaserade solceller innebär det att en total takyta om cirka 80 kvadratkilometer kommer täckas med solceller⁵⁹. Detta utgör runt 6 procent av den totala takytan i landet och innebär att cirka var femte byggnad har solceller på sina tak⁶⁰. Behovet av takyta bedöms i flera tidigare studier⁶¹ vara betydligt lägre än vad som finns tillgängligt och är lämpligt för solceller. Ytbehovet är konservativt räknat utifrån de solceller som finns på marknaden⁶² idag och kommer med säkerhet att minska i framtiden med teknisk utveckling.

7.2.5 Kraftvärme och industriellt mottryck kvar på samma nivå

Total produktionen från kraftvärme och industriellt mottryck⁶³ ligger kvar på dagens nivå under hela perioden fram till 2050. Skillnaderna mellan scenarierna är små och produktionen 2050 hamnar på 16–17 TWh beroende på scenario. Det är framförallt elpriserna som driver utvecklingen vilket i första hand syns i *Lägre energipriser* där produktionen hamnar i det lägre intervallet.

El från kraftvärmeverk ökar något på längre sikt i förhållande till idag. Den ökade produktionen är ett resultat av ökad drifttid i befintliga anläggningar. Nyinvesteringar sker längre fram i perioden och elproduktionen från kraftvärme ökar mer till följd av stigande elpriser mot slutet av perioden. Industriellt mottryck minskar över tid och understiger långsiktigt 5 TWh. Huvudsäket till detta är att massaindustrin antas använda en större del av ångan för internt bruk i samband med processförändringar. Därmed återstår en krympande ångmängd för elproduktion.

⁵⁹ Specifik elproduktion per elområde baseras på rapporten *Teknisk-ekonomisk kostnadsbedömning av solceller i Sverige* av Profu (mellan 974 och 1 075 kWh per kW vid orientering mot syd och optimal lutning) och solcellernas yta sätts till sju kvadratmeter per installerad kW. Solceller (energimyndigheten.se).

⁶⁰ Ungefär 29 procent av total takyta är lämplig att bygga på utifrån hänsyn taget till orientering och skuggning (skuggning från till exempel skorstenar, ventilationsrör, träd, andra byggnader, andra solceller samt kantförluster).

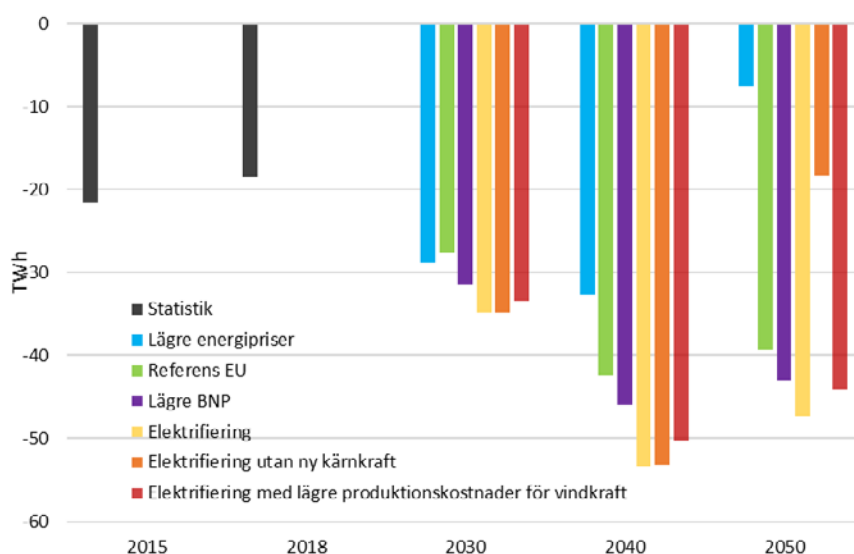
⁶¹ *Teknisk-ekonomisk kostnadsbedömning av solceller i Sverige*, Profu, 2018. *Teknisk-ekonomisk kostnadsbedömning av solceller i Sverige*

⁶² Beräknat med 15 procent verkningsgrad.

⁶³ Med industriellt mottryck avses kraftvärme från industrin.

7.2.6 Sverige fortsätter att vara nettoexportör av el

Sverige är nettoexportör av el i samtliga scenarier vilket kan ses i Figur 39.



Figur 39. Nettoexport 2015 och 2018 samt i scenarier till 2050, TWh.

I *Referens EU* ökar den svenska nettoexporten till strax under 40 TWh 2050. Elproduktionen är stor genom en fortsatt utbyggnad av förnybar elproduktion, framförallt vindkraft, och att tre kärnkraftreaktorer livstidsförlängs. Att det sker en nettoexport från Sverige beror på att det är lönsamt att handla elen från Sverige vilket styrs av elprisskillnader och kapacitet i överföring.

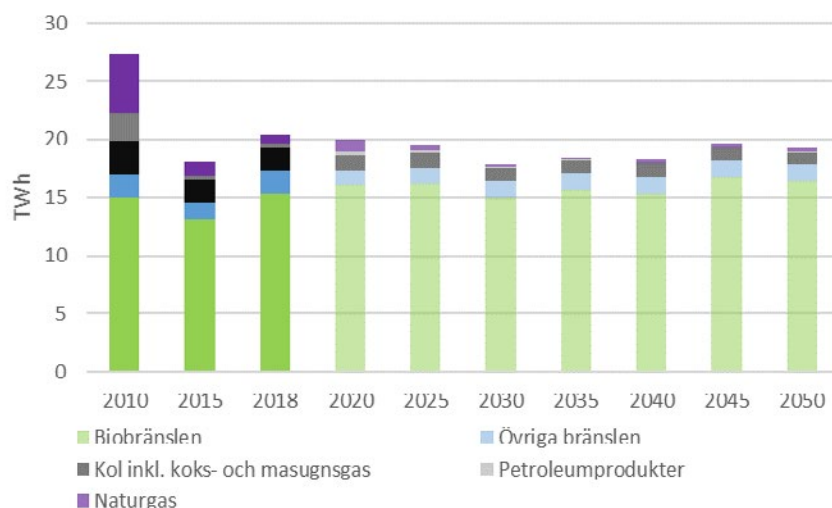
År 2050 är nettoexporten högst i scenariot *Elektrifiering* med 47 TWh och lägst i *Lägre energipriser* med 8 TWh. I *Lägre energipriser* blir det mer lönsamt att producera mer av elen på kontinenten än att göra det i Sverige varför nettoexporten är lägre jämfört med *Referens EU*.

En betydande andel av elproduktionen är variabel vilket innebär att Sverige, liksom andra länder, periodvis även importerar el. För att denna elhandel ska vara möjlig tillkommer ny överföringskapacitet. Utöver de drygt 10 GW som finns idag tillkommer 4 GW kring 2040 i *Elektrifiering* och hälften utgörs av kapacitet mellan Sverige och de tre andra nordiska länderna och hälften med kontinenten. I *Referens EU* tillkommer 2 GW kring 2040 där allt utgörs av kapacitet mellan Sverige och kontinenten.

7.3 Biobränslen är det vanligast bränslet för elproduktion

Insatt bränsle för elproduktion i *Referens EU* ligger kvar på dagens nivåer till följd av att den totala elproduktionen från kraftvärme och industriellt mottryck gör det, vilket kan ses i Figur 40. Huvudsakligt bränsle utgörs av biobränslen.

Skillnaderna mellan scenarierna är mycket liten och det enda scenario som utmärker sig är *Lägre energipriser* som har en större mängd insatta fossila oljor än övriga scenarier. En begränsad elproduktion sker i gasturbiner från 2045 under perioder av året när elpriset är högre. Se Bilaga A för detaljerade resultat.



Figur 40. Insatt bränsle för elproduktion exklusive kärnbränsle 2010, 2015 och 2018 samt i *Referens EU* till 2050, TWh.

7.4 Fjärrvärmens kvar på dagens nivå

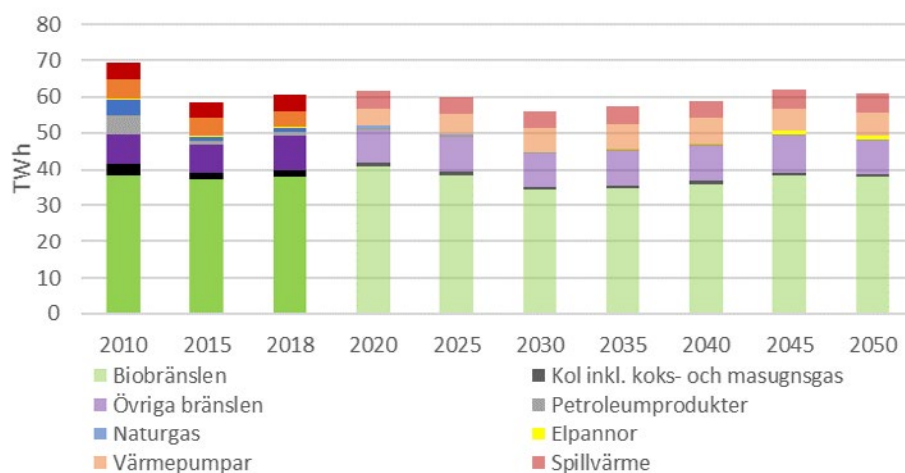
Användning och produktion av fjärrvärme

Produktionen av fjärrvärme styrs i hög grad av behovet av fjärrvärme i framförallt bostadssektorn men även i industrin. Behovet av fjärrvärme varierar kortsiktigt med temperatur och långsiktigt med befolkningsutveckling samt hur fjärrvärmens står sig i konkurrens med andra uppvärmningskällor.

Fjärrvärmeproduktionen har förändrats sedan 1990 då biobränslen stod för 13 procent och fossila bränslen för 47 procent av den tillförda energin. Under 2018 är motsvarande andelar 62 procent biobränslen och 23 procent fossila bränslen. Resterande andelar utgörs av elpannor, stora värmepumpar och spillvärme.

Fjärrvärmeproduktionen ligger kvar på dagens nivå till 2050 i *Referens EU*, se Figur 41. Den tillförda energin domineras av biobränslen och avfallsbränslen i *Referens EU* men också i övriga scenarier. Bidraget från värmepumpar och spillvärme ökar från dagens nivå.

Insatt bränsle för fjärrvärmeproduktion minskar något omkring 2030 vilket beror på att fjärrvärmeefterfrågan minskar i sektorn Bostäder och service. Elpriset är lägre och det gör det billigare att använda värmepumpar än fjärrvärme. Efter 2030 stiger elpriset igen vilket är till fördel för fjärrvärmerna.



Figur 41. Tillförd energi för fjärrvärmeproduktion, 2010, 2015 och 2018 samt scenario *Referens EU* till 2050, TWh.

Fjärrvärmeanvändningen och den tillförda energin för fjärrvärmeproduktion skiljer sig relativt lite mellan de olika scenarierna. Användningen hamnar på mellan 60–62 TWh för 2050 med undantag för scenariot *Lägre energipriser* som är 55 TWh. I det scenariot är elpriserna lägre vilket ger konkurrensfördelar för uppvärmning med el och värmepumpar som tar andelar av värmeunderlaget.

8 Måluppfyllelse

Sammanfattning

- Total andel förnybar energi väntas bli 58 procent 2020 vilket överträffar det nationella målet om 50 procent. Sverige har inget fastställt mål för förnybart till 2030 och i scenarierna blir andelen mellan 63 och 75 procent.
- Andel förnybar elproduktion blir i scenarierna 72–79 procent 2040. 1 procent av elen är producerad med fossila bränslen i samtliga scenarion och resterande utgörs av el från kärnkraft.
- Andelen förnybar energi som används i transportsektorn 2020 blir 35 procent oavsett scenario, vilket överträffar EU:s mål på 10 procent. Till 2030 är andelen 42–44 procent i tre av scenarierna och 79–82 procent i de scenarier som inkluderar höjda kvotnivåer till 2030 i reduktionspliktsystemet samt en högre elektrifiering. EU:s mål är 14 procent för 2030. Beräkningen inkluderar dubbelräkningar med mera av vissa biodrivmedel och el enligt metodik i förnybartdirektivet.
- Energiintensiteten, uttryckt som tillförd energi i förhållande till BNP, är 24 procent lägre 2020 än 2008 och målet på 20 procent lägre energiintensitet bedöms därmed nås. Till 2030 är målet 50 procent minskad energiintensitet i jämförelse med 2005 vilket inte nås i scenarierna där minskningen blir 46–47 procent.

8.1 Andel förnybar energi

8.1.1 Målet till 2020 bedöms överstigas

Målet för Sverige till 2020

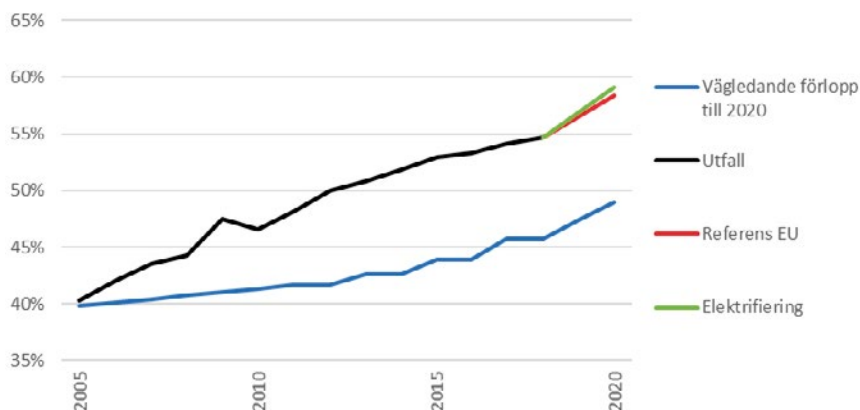
Enligt förnybartdirektivet⁶⁴ är målet om andelen förnybar energi formulerat som kvoten mellan förnybar energi och slutlig energianvändning. Sveriges mål är enligt EU:s bördefördelning⁶⁵ 49 procent 2020 vilket kan jämföras med andelen 2005 som var 39,8 procent. Nationellt har Sverige höjt ambitionsnivån och beslutat att andelen förnybar energi ska öka till minst 50 procent 2020⁶⁶. Sverige nådde 51 procent förnybar energi 2012.

⁶⁴ Europeiska unionen, *Europaparlamentets och rådets direkt 2009/28/EG om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor*.

⁶⁵ Bilaga I i förnybartdirektivet.

⁶⁶ Enligt prop. 2008:09:163, *En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi*.

År 2018 var andelen förnybart 54,7 procent och bedömningen är att andelen kommer vara något högre under 2020. År 2020 är andelen förnybart 58 procent i samtliga scenarier (utom i *Elektrifiering*), vilket ses i Figur 42. Andelarna 2020 är beräknade utifrån ett modellresultat och inte utifrån statistik (som ännu inte finns tillgänglig). Skillnaderna mellan scenarierna är små, vilket redovisas närmare i slutet av Bilaga A. I *Elektrifiering* blir den förnybara andelen 59 procent för 2020 på grund av att det finns lite mer förnybart i form av vindkraft i systemet.



Figur 42. Sveriges vägledande förlopp⁶⁷, verkligt utfall till 2018 och andel förnybar energi 2020 i scenarier med högst och lägst andel, procent.

8.1.2 Andelen förnybar energi i Sverige ökar till 2030

Mål för förnybart till 2030

För Sverige finns inget fastställt mål för andelen förnybar energi till 2030. EU:s gemensamma mål för andelen förnybart till 2030 är minst 32 procent, vilket fastställs i det nya förnybartdirektivet⁶⁸. Målet kommer inte att bördefördelas som det gjordes för 2020. Alla medlemsländer har dock gjort en energi- och klimatplan för respektive land. I planen⁶⁹ är bedömningen att 65 procent av Sveriges energianvändning 2030 är förnybar och att det är bidraget till EU:s mål. EU har gjort bedömningen att medlemsstaternas planer räcker till att nå det gemensamma målet. I och med att både rådet och parlamentet nu står bakom högre klimatmål för 2030 kan dock behov av ökade nationella bidrag av förnybar energi behövas för att bidra till ett högre klimatmål.

⁶⁷ Enligt förnybartdirektivet bör medlemsstaterna sträva efter att följa ett så kallat vägledande förlopp som utgår från basåret och stegvis når det bindande målet. Förloppet räknas fram med en formel som anges i direktivet.

⁶⁸ European Union, *Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources*.

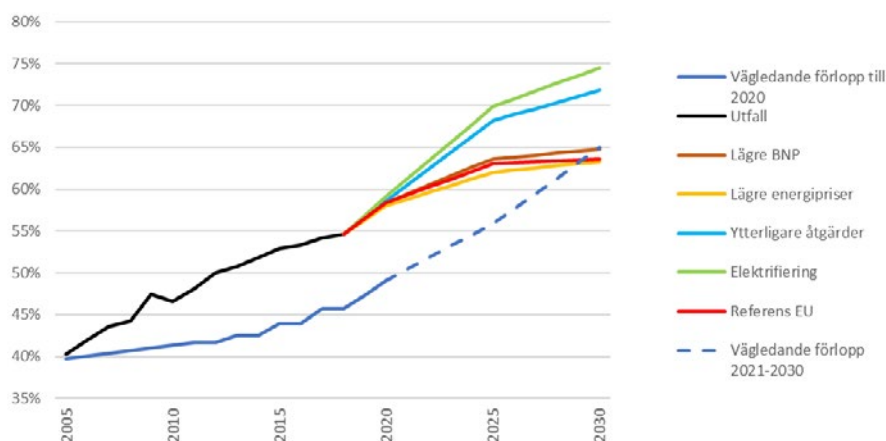
⁶⁹ Se *Sveriges integrerade nationella energi- och klimatplan*, Regeringskansliet, 2020. final_necp_main_sc.pdf (europa.eu)

Nuvarande förnybartdirektiv⁷⁰ upphör att gälla i juli 2021 då det ersätts av det nya direktivet. Beräkningssättet kommer på det stora hela att vara ganska likt det för 2020 men det kommer att finnas några skillnader och alla beräkningssätt och metoder är ännu inte fastställda. De beräknade andelarna förnybart för 2030 och framåt kan därför komma att förändras i framtida beräkningar.

Skillnaderna mellan scenarierna blir betydligt större till 2030 än till 2020, men gemensamt är att samtliga scenarier visar en ökande andel förnybar energianvändning, se Figur 43. Andelen förnybar energi varierar mellan 63 och 75 procent för 2030 i scenarierna.

De högsta andelarna återfinns i *Elektrifiering* (75 procent) och *Ytterligare åtgärder* (72 procent). Gemensamt för dessa två scenarier är bland annat att höjda kvoter i reduktionsplikssystemet till 2030 inkluderas.

I *Elektrifiering* är, utöver en ökad användning av biodrivmedel, elanvändningen högre än i *Ytterligare åtgärder*. Elektrifieringen ger en effektivare användning av energi och en lägre efterfrågan på drivmedel totalt sett, vilket ger en något högre andel förnybart.



Figur 43. Total andel förnybart, verkligt utfall till 2018 och andel förnybar energi 2030 i samtliga scenarier, procent.

Ju längre fram i tiden beräkningar görs desto osäkrare blir naturligtvis resultaten. Om andelen förnybart beräknas på samma sätt som för 2030 varierar andelen mellan 66 och 85 procent för 2040 och mellan 67 och 84 procent för 2050 i de olika scenarierna.

Läs mer om hur andelen förnybart beräknas i Bilaga B.

⁷⁰ Europeiska kommissionen, COM (2020) 564 final. *En EU-omfattande bedömning av nationella energi- och klimatplaner.*

8.2 Andel förnybar el

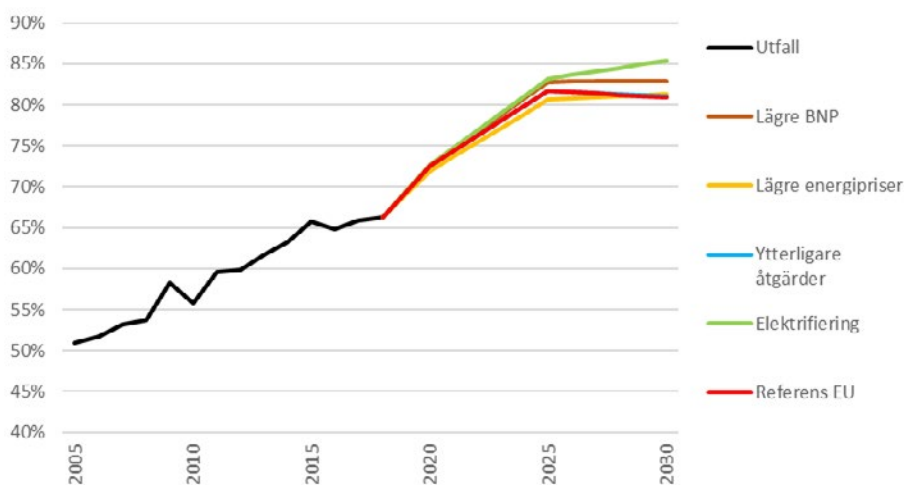
I förnybartdirektivet har varken EU eller Sverige ett mål för andelen förnybar el. Andelen beräknas och följs ändå då den bland annat används för att räkna på andelen förnybar el som används inom transportsektorn. Denna andel är kvoten mellan normaliserad⁷¹ förnybar elproduktion och elanvändning. Detta beräkningssätt skiljer sig från hur det svenska nationella målet beräknas.

Det nationella målet till 2040 är 100 procent förnybar elproduktion. Det är ett mål, inte ett stoppdatum som förbjuder kärnkraft och innebär inte heller en stängning av kärnkraft med politiska beslut. Denna andel är här tolkad som kvoten mellan förnybar elproduktion och total elproduktion.

Båda sätten att räkna presenteras nedan.

8.2.1 Andel förnybar el enligt förnybartdirektivet

I förnybartdirektivet beräknas andelen förnybar el som kvoten mellan el producerad⁷² med förnybara energikällor och elanvändning. Andelen kan då bli över 100 procent om landet exporterar el även om all elproduktion inte är förnybar. Enligt direktivets sätt att räkna är andelen förnybar el i Sverige 66 procent under 2018. År 2020 är andelen förnybar el 73 procent i samtliga scenarier utom i *Lägre energipriser* där andelen är 72 procent, se Figur 44. Det är mycket små skillnader i mängden förnybar elproduktion och elanvändning i de olika scenarierna.



Figur 44. Andel förnybar el enligt direktivets beräkningssätt 2005 till 2018 samt andel till 2030 i scenarier, procent.

Källa: Eurostat och Energimyndigheten.

⁷¹ Elproduktionen från vatten- och vindkraft räknas om så att effekter av ett år med mycket eller lite vatten och vind räknas bort. Om produktionen ett målår är högre eller lägre än vad den varit under normala förhållanden kan det annars bli avgörande för om ett mål nås.

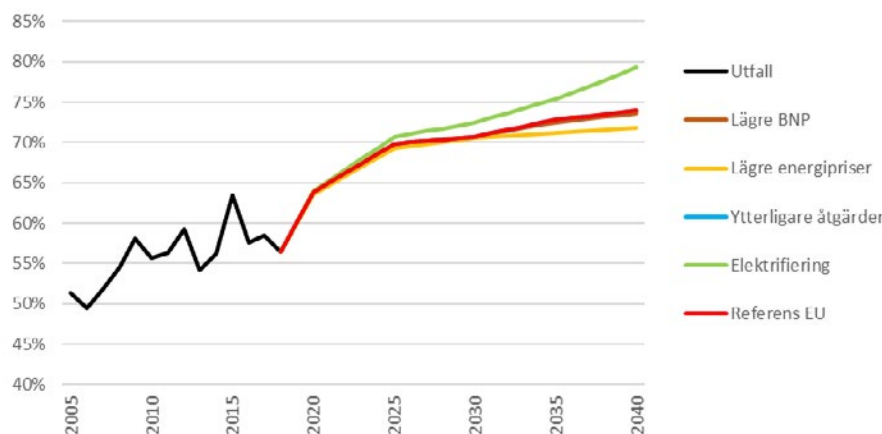
⁷² Produktionen från vatten- och vindkraft normaliseras och är inte den faktiska produktionen.

Efter 2020 blir skillnaderna större mellan scenarierna och 2030 är andelarna mellan 81–85 procent. *Elektrifiering* har högre andel än övriga scenarier. I *Elektrifiering* har ett något högre elpris gjort det lönsamt att producera mer förnybar el, framförallt i form av vindkraft vilket ger en högre andel trots att även elanvändningen är högre än i till exempel *Referens EU*. Lägst andel förnybar el återfinns i *Referens EU* med 81 procent.

8.2.2 Andel förnybar el i förhållande till producerad el

Det nationella målet till 2040 är 100 procent förnybar elproduktion.⁷³ Det är ett mål, inte ett stoppdatum som förbjuder kärnkraft och innebär inte heller en stängning av kärnkraft med politiska beslut. Denna andel är här tolkad som kvoten mellan förnybar elproduktion och total elproduktion. Under 2018 var andelen förnybar el 56 procent om beräkningen baseras på kvoten mellan producerad el med förnybara energikällor och total produktion i landet. Utvecklingen i scenarierna kan ses i Figur 45. Andelen förnybar el varierar en del då produktionen från vind- och vattenkraft är den faktiska produktionen i detta beräkningssätt.

År 2040 är andelen förnybar el mellan 72 och 79 procent. Det beror på att en del kärnkraft finns kvar och att vissa bränslen fortfarande är av fossilt ursprung. I *Referens EU*, *Lägre BNP* och *Ytterligare åtgärder* är andelen förnybar el 74 procent, kärnkraft står för 25 procent av elproduktionen och resterande 1 procent utgörs av el från fossila bränslen (främst av restgaser från stålindustrin och det fossila innehållet i avfall). I *Elektrifiering* är andelen förnybar el något högre med 79 procent. Trots en betydligt högre elanvändning än i *Referens EU* så är elproduktionen med framförallt vindkraft ännu mycket högre. Kärnkraftens andel av elproduktionen är 20 procent och knappt 1 procent är el från fossila källor.



Figur 45. Faktisk andel förnybar el i förhållande till producerad el, 2005 till 2018 samt till 2040 i scenarier.

⁷³ Läs mer om målet och andra mål i prop. 2017/18:228, *Energipolitikens inriktning*.

8.3 Andel förnybart i transportsektorn

Förnybar energi i transportsektorn enligt direktivets beräkningssätt

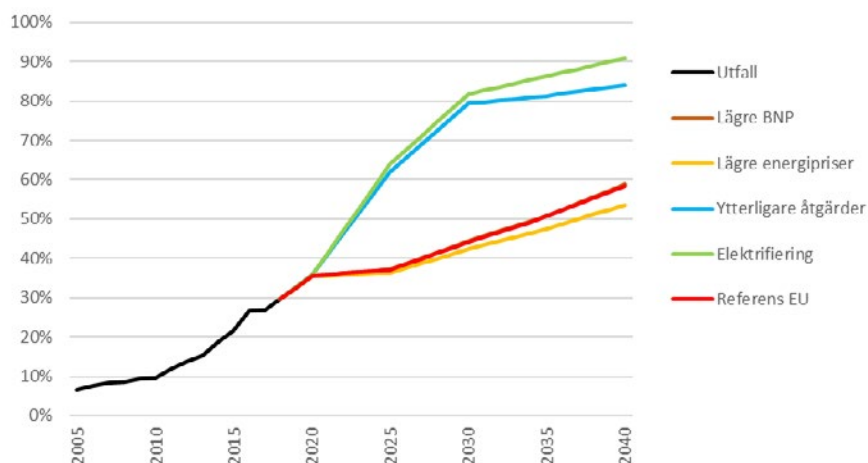
Målet för andelen förnybart i transportsektorn är formulerat i förnybartdirektivet⁷⁴ som att minst 10 procent av den energi som används i transportsektorn 2020 ska vara förnybar utifrån det beräkningssätt som anges i direktivet. Under 2011 var andelen i Sverige 12 procent och andelen har ökat med flera procentenheter varje år sedan dess.

Till 2030 är målet för EU att minst 14 procent av energin i transportsektorn ska vara förnybar. I det nya förnybartdirektivet finns en ny beräkningsmetodik för målet samt begränsning i hur stor andel av målet som får uppfyllas med hjälp av grödobaserade biodrivmedel till 2030.

8.3.1 Förnybar andel fortsätter öka till 2020

På svensk nivå är målet för förnybart i transportsektorn 2020 formulerat på samma sätt som i förnybartdirektivet. I avsnitt 3.6 redovisas den faktiska andelen förnybart i transportsektorn, det vill säga utan dubbelräkningar.

År 2018 var andelen förnybart, som inkluderar dubbelräkningar⁷⁵, 30 procent i transportsektorn och bedöms 2020 vara omkring 35 procent oavsett scenario, se Figur 46. Användningen av biodrivmedel i transportsektorn bedöms vara högre 2020 jämfört med 2018 samtidigt som användningen av fossila bränslen minskar. Det är framförallt användningen av biodiesel som ökar till 2020.



Figur 46. Andel förnybart enligt förnybartdirektivets beräkningsmetodik i transportsektorn, utfall 2005–2018 samt i scenarierna till 2040.

⁷⁴ Europeiska unionen, *Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/28/EG om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor*.

⁷⁵ Läs mer om dubbelräkningar i Bilaga B.

8.3.2 Förnybar andel ökar ytterligare till 2030

Till 2030 är målet för EU att 14 procent av energin som används i transportsektorn 2030 ska vara förnybar utifrån det beräkningssätt som anges i direktivet⁷⁶.

Efter 2020 ökar den förnybara andelen i samtliga scenarier. I *Referens EU*, *Lägre energipriser* och *Lägre BNP* är andelen mellan 42–44 procent 2030 och 54–59 procent 2040.

En högre andel återfinns i *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering* som är 79 respektive 82 procent 2030. År 2040 är andelarna 84 respektive 91 procent. Anledningen är att båda scenarierna bland annat innehåller höjda kvotnivåer i reduktionspliktssystemet⁷⁷ till 2030 vilket gynnar biodrivmedel.⁷⁸ I *Elektrifiering* ökar användningen av el till vägfordon vilket får stor påverkan på andelen då den förnybara delen av elanvändningen får räknas gånger 4.

8.4 Energiintensitet

8.4.1 2020 års energiintensitetsmål bedöms nås

Energiintensitetsmålet till 2020

Energiintensitet är ett relativt energieffektiviseringsmått där energitillförsel eller energianvändning står i relation till något annat. För det svenska energiintensitetsmålet definieras energiintensitet som tillförd energi per BNP i fasta priser.

Sveriges riksdag antog 2009 ett nationellt mål om effektivare energianvändning till 2020. Enligt målet ska den svenska energiintensiteten, mätt som tillförd energi per BNP-enhet (fasta priser), vara minst 20 procent lägre 2020 än energiintensiteten 2008.

I formuleringen av energiintensitetsmålet saknas en definition av begreppet tillförd energi⁷⁹. Däremot definieras i artikel 2 i energieffektiviseringsdirektivet⁸⁰ (EED) primärenergianvändning som den inhemska bruttoanvändningen, exklusive annan användning än energi⁸¹. Den definitionen har använts för att beräkna EU:s energieffektiviseringsmål och för att det svenska energiintensitetsmålet ska vara jämförbart med EU:s mål används här denna definition även för energitillförsel.

⁷⁶ Europeiska unionen, *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/2001 om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor*.

⁷⁷ Enligt förslag i Prop 2020/21:1. *Budgetproposition för 2021*.

⁷⁸ Läs mer om de olika scenarierna i kapitel 1.2.

⁷⁹ Se prop. 2008/09:163, *En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi*, sida 39.

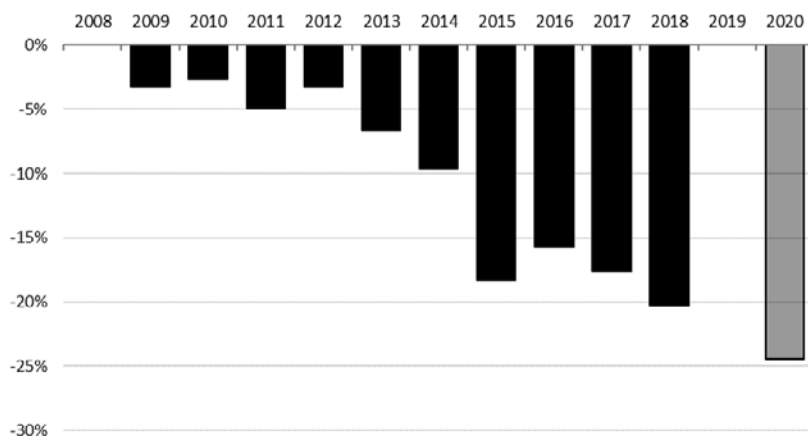
⁸⁰ Europeiska unionen, *Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/27/EU om energieffektivitet*.

⁸¹ Inhemska bruttoanvändning motsvaras då av total energitillförsel minus användning för icke-energiändamål.

Under 2018 var intensiteten 20 procent lägre än under 2008 vilket kan ses i Figur 47.

Beräkningarna på minskad energiintensitet till 2020 baseras på den senast gjorda kortsiktsprognosen⁸² samt tillhörande kortsiktiga bedömning av ekonomisk utveckling från Konjunkturinstitutet, dvs den baseras inte på resultat i dessa långsiktiga scenarier eller Konjunkturinstitutets långsiktiga bedömningar. Anledningen är att pandemins påverkan på kort sikt bättre fångas i en kortsiktig bedömning både när det gäller tillförd energi och ekonomisk utveckling.

Till 2020 bedöms energiintensiteten vara 24 procent lägre än den var 2008.



Figur 47. Förändrad energiintensitet i förhållande till basåret (2008), för åren 2008–2018 samt år 2020. Beräkningar för 2020 är gjorda på de kortsiktiga prognoserna, ht 2020.

Källa: Energimyndigheten, SCB och Konjunkturinstitutet.

Hur energiintensiteten utvecklas beror på utvecklingen av BNP och av tillförd energi, vilket i sin tur kan bero på energieffektiviseringsåtgärder, strukturomvandlingar inom industrin, driften i kärnkraftverk, utveckling av den svenska ekonomin och konjunktur med mera. Målåret 2020 var även ett väldigt speciellt år då Covid19-pandemin påverkade såväl den ekonomiska utvecklingen som energianvändningen.

⁸² Kortsiktsprognos sommaren 2020, ER 2020:21, Energimyndigheten.

8.4.2 Energiintensitetsmål till 2030

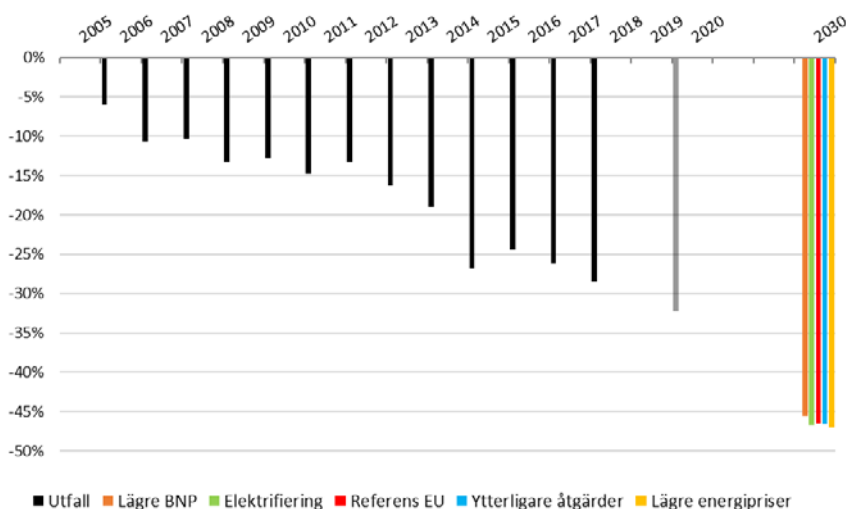
Energiintensitetsmålet till 2030

Under 2016 slöt Socialdemokraterna, Moderaterna, Miljöpartiet, Centerpartiet och Kristdemokraterna en ramöverenskommelse om energipolitiken som även omfattar ett mål för energieffektivisering till 2030.⁸³ I december 2019 beslutade sig Moderaterna och Kristdemokraterna att lämna denna överenskommelse.

Till 2030 är målet att Sverige ska ha 50 procent effektivare energianvändning jämfört med 2005. Liksom i målet till 2020 är det uttryckt som tillförd energi i relation till BNP. Skillnaden är att det istället ska jämföras med 2005.

I jämförelse med 2005 har energiintensiteten minskat med 29 procent till 2018. I scenarierna minskar energiintensiteten med mellan 46 och 47 procent till 2030, se Figur 48. Målet nås inte i något av scenarierna och skillnaderna är små men är längst ifrån att nås i *Lägre BNP* där BNP är lägre, vilket har en påverkan på resultatet.

Den fortsatta minskningen av energiintensiteten beror till stor del på att ytterligare en reaktor stänger i slutet av 2020, vilket har stor påverkan på tillförd energi då även förlusterna från kärnkraften ingår i tillförd energi. Den tillförda energin är också lägre på grund av en minskad energianvändning mellan 2020 och 2030 i transport- och i bostads- och servicesektorn.



Figur 48. Förändrad energiintensitet i förhållande till basåret (2005), för åren 2005–2018, 2019 och 2020 är beräknade utifrån senaste Kortsiktprognos samt år 2030 i scenarierna, procent.

Källa: Energimyndigheten, SCB och Konjunkturinstitutet.

⁸³ Läs mer om målet och andra mål i prop. 2017/18:228, *Energipolitikens inriktning*.

9 Avslutande diskussion

Energimyndighetens scenarier utgår från dagens energisystem och beskriver utvecklingen av energisystemet utifrån antaganden om den ekonomiska utvecklingen, energipriser, sektorspecifika förutsättningar, teknisk utveckling etc.

En viktig del i utredningen är att visa på de osäkerheter som finns och resultaten ska inte betraktas som prognoser. De antaganden som har gjorts i scenarioarbetet bygger på våra bästa bedömningar utifrån kunskapsläget, men många förutsättningar ändras snabbt som exempelvis teknisk utveckling. Resultaten från scenarierna och känslighetsanalyserna ska ge ett brett kunskapsunderlag på möjliga utvecklingsvägar. Resultaten kan även vara inspel till fortsatta analyser och diskussioner.

9.1 Antaganden och förutsättningar har stor påverkan på resultaten

En stor osäkerhet är priser för utsläppsrätter och priser på energi, där högre priser också innebär ett högre elpris. Högre priser på utsläppsrätter har betydelse för att driva på omställningen av energisystemet, exempelvis incitament för investeringar i ny elproduktion och konvertering från fossila bränslen. Den tekniska utvecklingen, både i användarsektorerna och på tillförselsidan, ger också stora osäkerheter på lång sikt. På tillförselsidan kan det röra sig om kostnader för investeringar och på användarsidan exempelvis kostnaden för batteriteknik.

Utvecklingen på lång sikt av den svenska industrin, exempelvis vilka strukturomvandlingar som kommer att ske och vilka nya tekniker som kommer att växa fram, är svår att bedöma. Exakt hur strukturomvandlingen av industrin påverkar energianvändningen är svår att bedöma och är behäftat med stora osäkerheter. Detsamma gäller utveckling av vissa tekniskskiften i industrin, som beroende på hur de utvecklas, kommer att ha en stor inverkan på den totala energianvändningen.

En stark trend i samhället idag är en ökad digitalisering. I dessa scenarier är det inkluderat i form av ökat behov av data globalt och antagandet att en del av dessa investeringar i datacenter kommer att ske i Sverige och därmed att elanvändning kommer att öka. Bedömningen om datacenter innehåller dock stora osäkerheter på lång sikt. Den ökade digitaliseringen kan komma att föra med sig nya näringsgrenar och ändrade beteenden. Ett exempel kan vara introduktion av självkörande fordon, andra exempel kan vara ökad flexibilitet och bättre styrning av produkter vilket kan innebära energieffektivisering.

En annan osäkerhet är utveckling av trafikarbete, vilket är en parameter som har stor betydelse för energianvändningen i transportsektorn. Den antas generellt öka över scenarioperioden, vilket beror på att de samband mellan historisk utveckling av trafiken och ekonomisk utveckling väntas gälla även i framtiden. Eventuella beteendeförändringar i hur människor ser på transporter och fordonsäggande etc. inkluderas således inte i scenarierna. I det så kallade SOFT-samarbetet⁸⁴, fastslogs att det behövs en ökad styr-

⁸⁴ I detta samarbete deltog Boverket, Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Trafikanalys, Trafikverket och Transportstyrelsen.

ning mot ett transporteffektivt samhälle och i det ett minskat trafikarbete från energintensiva trafikslag. En av de principer som lyftes fram inom SOFT-arbetet är att det är viktigt med åtgärder inom tre områden; förnybara drivmedel, energieffektiva och fossilfria fordon och farkoster samt transporteffektivt samhälle⁸⁵. De känslighetsfall som genomförs över trafikarbetet visar på en stor påverkan på energianvändningen beroende på hur trafikarbetet utvecklas.

En osäkerhet är också den långsiktiga påverkan av covid19-pandemin. Man kan tänka sig att pandemin kommer att innebära olika beteendeförändringar, exempelvis förändrat resmönster med minskat tjänsteresande och andra konsumtionsmönster, men det har inte funnits möjlighet att analysera denna typ av förändring. Denna utveckling kommer att vara viktig att följa i kommande scenarioarbeten. Det bör nämnas att en viss påverkan (nedgång) på den ekonomiska utvecklingen inkluderades i det underlag som Konjunkturinstitutet tar fram på uppdrag av Energimyndigheten som ett underlag till scenarierna.

9.2 Elsystemets utveckling

Elsystemet står inför stora förändringar. En ökande andel förnybar intermittent kraft kan förväntas, med medföljande behov av lagring och flexibilitet i systemet. En ökad elektrifiering i samhället, som till stor del drivs av behov av att fasa ut fossila bränslen kan också förväntas. I detta scenarioarbete görs antaganden om ökad elektrifiering i syfte att analysera effekter på energisystemet; i scenariot *Elektrifiering* är elanvändningen 234 TWh 2050 jämfört med *Referens EU* där elanvändningen är 178 TWh samma år.

Den höga elanvändningen i kombination med att även våra grannländer ökar sin elförbrukning innebär ett högre elpris vilket ger incitament till ökade investeringar i elproduktion. I scenariot *Elektrifiering* blir det lönsamt att investera i ny kärnkraft. Detta resultat är naturligtvis beroende på de antaganden om kostnader som görs, och det finns osäkerheter här. Det blir lönsamt att livstidsförlänga tre reaktorer i alla scenarier, men det finns naturligtvis också osäkerheter för det resultatet. Livstidsförlängning innebär att dessa reaktorer ska uppnå en livslängd på 80 år vilket kan medföra tekniska utmaningar.

Vindkraften expanderar kraftigt i alla scenarier. I *Referens EU* finns 94 TWh vindkraft 2050 och *Elektrifiering* 126 TWh. I det känslighetsfall där lägre kostnader för vindkraft antas når vindkraftsproduktionen upp till 156 TWh varav 34 TWh är havsbaserad. Det finns naturligtvis osäkerheter också kring denna utveckling men det står helt klart att vindkraftens betydelse för elsystemet i Sverige kommer att öka kraftigt över tid. Det visar på att Sverige har goda förutsättningar att öka vindkraftsutbyggnaden, men att det kommer finnas utmaningar med denna utbyggnad, exempelvis kring tillståndprocesser, och det är något som Energimyndighetens och Naturvårdsverkets vindstrategi⁸⁶ syftar att underlätta. En utgångspunkt för strategin är att förutsättningar behöver skapas för runt 100 TWh vindkraft till 2040-talet. Ett av målen är att nå en bred samsyn på ett nationellt plan om hur staten kan bidra till att skapa förutsättningar för en hållbar vindkraftsutbyggnad.

En annan aspekt är att Sverige har en stor nettoexport i alla scenarier, det är till och med så att nettoexporten är störst i *Elektrifiering* med 47 TWh 2050 trots den kraftigt ökade elanvändningen i det scenariot. Att det blir mer export generellt från Sverige

⁸⁵ *Strategisk plan för omställning av transportsektorn till fossilfrihet*, ER 2017:07, Energimyndigheten.

⁸⁶ *Nationell strategi för hållbar vindkraft*, ER 2021:02, Energimyndigheten.

beror på att det har antagits att det finns billigare potential att bygga ut elproduktion än i omkringliggande länder samtidigt som nyinvesteringar i transmissionskapacitet medger större export från Sverige. Detta resultat är en sammanslagning över hela året och säger inget om tillgänglighet till eleffekt i det svenska elsystemet.

Elpriser påverkar i alla scenarierna men speciellt i de tekniskiften som sker i scenariot *Elektrifiering*. Många av dessa tekniskiften innebär en stor ökning av effektuttaget vilket av många industrier ses som en utmaning. Anledningen är att det i vissa delar av landet finns begränsad tillgång på effekt, vilket kan innebära att industrier kan bli nekade att utöka sitt effektuttag. Ökad elanvändning i de olika sektorerna innebär utmaningar i form av risk för effekt- och kapacitetsbrist i elnätet.

Vad gäller fordonsflottans elektrifiering innebär fordonsflottans utbytestakt en successiv ökning av energi- och effektbehov. I de flesta fall sker detta tillkommande behov inom befintliga elabonnemang och redan idag finns där incitament att hushålla med effekt, dvs goda möjligheter och ekonomi i att styra effektuttaget. I de fall där fastighetens abonnemang inte räcker eller där det behövs nya abonnemang kan det kräva viss planering för nätbolaget.

Hur en kraftigt ökad elanvändning i framtiden kommer att påverka elsystemet kommer att fortsätta att analyseras i uppdraget Hållbar elektrifiering, som drivs inom Miljömålsrådet. Fördjupade analyser kommer att göras kring hur en mer flexibel elanvändning kan påverka elsystemets stabilitet och leveranssäkerhet.

9.3 Fokus på vätgas ökar

Fokus på vätgas har ökat under senare tid, exempelvis inom EU där EU-kommissionen i juli 2020 presenterade en vätgasstrategi.⁸⁷ Det är en strategisk färdplan där EU-kommissionen utvecklar sin syn på vätgas och beskriver vätgasens potential samt förslag på åtgärder. I ett integrerat energisystem anses vätgas kunna bidra till utfasningen av fossila bränslen och vätgas anses av EU-kommissionen vara ett avgörande bidrag i EU:s åtagande att uppnå koldioxidneutralitet senast 2050.

Energimyndigheten har fått i uppdrag att ta fram en strategi för vätgas och elektrobränslen⁸⁸. Uppdraget omfattar bland annat att analysera och kvantifiera potentialen för ökad produktion, lagring, transport och användning av vätgas, elektrobränslen och ammoniak i olika sektorer.

I denna scenarioanalys inkluderas vätgas främst genom tekniskiften, som HYBRIT (direktreducering av järn) och elektrobränslen. Båda processerna antas producera vätgas genom elektrolys, för att sedan använda vätgasen som reduktionsmedel. Det finns också vätgasanvändning i raffinaderier, där naturgas omvandlas till vätgas och sedan till HVO. Att särskilt redovisa vätgasen i detta fall hade därmed lett till dubbelräkningar i energianvändningen. Dessutom används en stor del av vätgasen idag till icke energiändamål eller

⁸⁷ European Commission COM (2020) 301 final: *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*.

⁸⁸ Infrastrukturdepartementet. *Uppdrag att ta fram förslag till en strategi för vätgas och elektrobränslen*, I2021/00332.

som intermediär/mellanprodukt, som exempelvis inom kemiindustrin, varför dagens officiella energistatistik inte innefattar all vätgas som används idag. Hur vätgasens flöden ska följas upp i framtiden är en fråga som behöver diskuteras vidare, till exempel på europeisk nivå, men även inom ramen för den officiella energistatistiken i Sverige.

9.4 Andelen förnybar energi ökar efter hand

Sveriges förnybartandel i energisystemet ökar efter hand i alla scenarier och de uppsatta målen till 2020, samt det bedömda bidraget om 65 procent till EU:s mål till 2030, ser ut att nås. Sverige har under en lång tid haft olika styrmedel på plats som bidragit till denna utveckling.

Under 2021 kommer sannolikt nya mål för andelen förnybar energi att förhandlas inom EU och det kommer troligen att bli mer ambitiösa mål jämfört med nuvarande mål om 32 procent⁸⁹ till 2030. Det kan innebära att Sverige behöver höja sina ambitioner vad gäller det bedömda bidraget till EU:s mål.

Vad gäller förnybartandel i scenarierna återfinns de högsta andelarna i *Elektrifiering* (75 procent) och *Ytterligare åtgärder* (72 procent) till 2030. Gemensamt för dessa två scenarion är att bland annat höjda kvoter i reduktionspliktssystemet till 2030 inkluderas. Regeringen har föreslagit att detta införs⁹⁰ och med detta styrmedel finns det sannolikt utrymme att höja ambitionen vad gäller bidraget till EU:s förnybartmål till 2030. För att detta ska kunna göras på ett så hållbart sätt som möjligt är det viktigt att fortsatt sträva efter ökad energieffektivisering i sektorn.

9.5 Energiintensitetsmålet till 2030 ser inte ut att nås

Energiintensitetsmålet uttrycks i tillförd energi i förhållande till BNP. Målet bedöms nås till 2020 (20 procent lägre jämfört med 2008) men till 2030 ser det inte ut att nås (50 procent lägre jämfört med 2005) då minskningen i scenarierna varierar mellan 46–47 procent. Det finns stora osäkerheter i bedömningen, särskilt beroende på att målet baseras på BNP.

Under 2021 kommer sannolikt ett nytt mål för energieffektivisering till 2030 att förhandlas inom EU och troligen kommer målet att bli mer ambitiöst än nuvarande mål om 32,5 procent⁹¹. Dessutom har Kommissionen i sin översyn över medlemsstaternas nationella energi- och klimatplaner gjort bedömningen att medlemsstaterna inte kommer att uppnå 2030-målet⁹². Det kan sannolikt komma att bli ökat fokus på energieffektiviseringsåtgärder, både på nationell nivå och på EU-nivå.

⁸⁹ EU-målet är inte bördefördelat men alla ska bidra till det vilket medlemsstaterna redovisade i sina nationella energi- och klimatplaner. Kommissionen har gjort en bedömning av medlemsstaternas energi- och klimatplaner, som lämnades in vid årsskiftet 2019/2020, och EU:s mål till 2030 om förnybar energi bedöms nås, se rapporten COM (2020) 564 final. En EU-omfattande bedömning av nationella energi- och klimatplaner.

⁹⁰ Regeringens promemoria: *Reduktionsplikt för bensin och diesel – kontrollstation*.

⁹¹ EU-målet är inte bördefördelat mellan medlemsstaterna men alla ska bidra till det vilket medlemsstaterna beskrivit i sina nationella energi- och klimatplaner.

⁹² Europeiska kommissionen, COM (2020) 564 final. *En EU-omfattande bedömning av nationella energi- och klimatplaner*.

Energieffektivisering inkluderas i scenarioarbetet genom olika antaganden. Inom de olika trafikslagen antas en årlig procentuell effektivisering, dessutom medför den ökade elektrifieringen en effektivisering inom transportsektorn. Däremot ingår inte några bedömning av effektivisering av att flytta transporter från ett trafikslag till ett annat eller någon faktor för transporteffektivt samhälle i scenarierna och därför gjordes känslighetsanalys över trafikarbetets utveckling i ett försök att fånga den utvecklingen.

Inom industrisektorn görs antaganden för energieffektivisering för varje bränsle inom varje bransch.

Inom bostads- och servicesektorn modelleras energieffektivisering för uppvärmning och varmvatten i scenarierna. Energieffektiviserande åtgärder konkurrerar med olika uppvärmningsalternativ såsom värmepumpar och fjärrvärme för att tillgodose det värmebehov som finns från bostäder och lokaler. De energieffektiviserande åtgärderna uppgår till 12 TWh under scenarioperioden.

Vi ser därmed att energieffektivisering sker i alla sektorer och att det är ett viktigt medel för att hålla nere den totala energianvändningen. Givet att Sverige inte heller ser ut att nå målet till 2030, samt den kraftiga ökningen av framförallt elanvändning som en omfattande elektrifiering av samhället kan skapa, är det viktigt att arbetet mot förbättrad energieffektivitet fortsätter.

Bilaga A – Resultattabeller

Resultattabeller presenteras nedan för respektive scenario.

När det gäller resultat för 2020 i tabellerna nedan, ett år som passerat men saknar statistik för energisystemet, så bör de inte användas för analys på kort sikt. Läsaren hänvisas istället till Energimyndighetens kortsiktiga scenarier över energisystemet⁹³. Anledningen är att de närmaste åren inte fångas upp i modellberäkningarna i en modell som är avsedd för långsiktiga analyser.

Resultaten i tabellerna är avrundade värden. I några tabeller särredovisas vissa bränslen under en större bränslekategori, varför en summering av bränslena inte summerar till hela bränslekategoriens värde.

⁹³ Prognoser och scenarier (energimyndigheten.se)

A.1 Referens EU

Tabell 2. Energibalans i *Referens EU*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Slutlig energianvändning	366	373	374	368	361	356	352	352	354
<i>Industri</i>	140	141	139	144	147	147	145	144	143
<i>Bostäder, service m m</i>	149	147	152	146	142	143	143	146	148
<i>Transporter</i>	77	84	84	78	72	66	63	62	63
Omvandlings- och distributionsförluster	171	158	141	129	129	129	130	85	85
<i>Elproduktion</i>	149	145	128	117	117	117	118	72	73
<i>Fjärrvärme</i>	7,3	7,2	7,7	7,3	7,0	6,6	7,3	7,5	6,8
<i>Raffinaderier</i>	11	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2
<i>Gas, koksverk, masugnar</i>	3,1	2,3	2,3	2,3	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Ikke energiändamål	23	25	25	26	26	26	26	26	26
Total energianvändning	561	556	541	523	517	511	507	463	464
Tillförsel									
Total bränsletillförsel	273	292	295	283	267	257	250	247	242
<i>Kol, koks, mas- och kokungsgas</i>	32	22	18	18	15	15	15	15	15
<i>Biobränslen</i>	61	141	148	140	131	129	127	129	127
<i>Oljebänslen</i>	168	104	103	100	93	85	79	75	72
<i>Naturgas/ stadsgas</i>	6,7	11	11	8,9	10	10	10	10	10
<i>Övrigt bränsle</i>	5,5	14	16	17	17	18	18	18	17
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,6	6,4	6,9	7,1	6,4	6,3
Vattenkraft brutto	73	62	67	68	68	68	68	68	68
Kärnkraft brutto (insatt bränsle)	202	194	171	153	153	153	153	83	83
Vindkraft brutto	0	17	26	43	49	57	64	94	94
Solkraft	0	0	0,8	1,2	1,2	6,7	7,7	9,7	9,7
Import/export el	-1,8	-17	-25	-31	-28	-38	-42	-46	-39
Statistisk differens	8,2	3,2							
Total tillförd energi	561	556	541	523	517	511	507	463	464

Tabell 3. Elbalans i Referens EU, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	120	126	128	133	140	143	147	151	157
<i>Industri</i>	53	49	48	53	58	58	58	58	58
<i>Bostäder och service m m</i>	65	74	77	74	75	75	75	76	79
<i>Transporter</i>	2,5	2,6	3,1	5,0	7,2	9,9	13	17	21
Fjärrvärme, raffinaderier	10	4,3	4,1	4,1	3,9	4,2	4,3	5,5	5,5
Distributionsförluster	9,1	12	12	13	14	14	14	15	15
Total användning netto	140	142	145	150	157	162	165	171	178
Tillförsel									
Vattenkraft	71	62	67	67	67	67	68	68	68
Vindkraft	0,0	17	26	43	49	57	64	94	94
Kärnkraft	65	66	58	52	52	52	52	28	28
Kraftvärme i industrin	2,6	6,0	6,3	6,0	5,3	5,3	4,8	4,4	4,0
<i>Biobränslen</i>			5,7	5,5	4,9	5,0	4,5	4,1	3,7
<i>Naturgas</i>			0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<i>Koks- och masugngaser</i>			0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Olja</i>			0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kraftvärme i fjärrvärmesystem	2,4	9,0	11	11	10	11	12	13	13
<i>Biobränslen</i>			7,3	7,6	6,8	7,9	7,9	9,8	10,0
<i>Avfall</i>			2,3	2,6	2,8	2,8	2,9	2,7	2,5
<i>Naturgas</i>			0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Torv</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kol, inkl koks- och masugngaser</i>			0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
<i>Olja</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Värmekraftverk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solkraft	0,0	0,4	0,8	1,2	1,2	6,7	7,7	9,7	9,7
Nettoproduktion	142	160	169	180	185	199	208	217	217
Import-export	-1,8	-17	-25	-31	-28	-38	-42	-46	-39
Total tillförsel netto	140	142	145	150	157	162	165	171	178

Tabell 4. Insatt bränsle för elproduktion i *Referens EU*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	2,2	15	16	16	15	16	15	17	16
<i>Biobränslen, exkl. förnybar del av avfall</i>	2,1	13	15	15	13	14	14	15	15
<i>Förnybara delen av avfall</i>	0,1	1,9	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	1,5
Övrigt bränsle	0,3	2,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3
<i>Fossila delen av avfall</i>	0,1	1,8	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3
<i>Torv</i>	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oljebränslen	1,8	0,4	0,3	0,2	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
Kol, mas- och kokugns gas	2,4	1,9	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<i>Kol</i>	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Koks- och masugns gaser</i>	0,9	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Naturgas	0,5	0,7	1,0	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4
Totalt insatt bränsle	7,1	20	20	19	18	18	18	20	19

Tabell 5. Fjärrvärmebalans i *Referens EU*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	34	50	52	51	47	49	50	52	52
<i>Bostäder och service m m</i>	31	46	49	47	44	45	46	49	48
<i>Industri</i>	3,6	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Distributions- och omvandlingsförluster	6,8	8,9	9,3	9,2	9,2	8,8	9,4	9,7	9,1
<i>Distributionsförluster</i>	3,8	7,1	6,3	6,1	5,7	5,9	6,1	6,4	6,3
Total användning	41	59	62	60	56	57	59	62	61
Tillförsel									
Biobränslen	5,3	38	41	39	34	35	36	38	38
<i>Förnybara delen av avfall</i>	2,4	7,6	9,2	9,9	10	10	11	11	9,9
Övrigt bränsle	5,1	9,2	8,5	9,2	9,4	9,5	9,7	9,7	9,1
<i>Torv</i>	2,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fossila delen av avfall</i>	1,6	7,0	8,5	9,2	9,4	9,5	9,7	9,7	9,1
Oljebränslen	4,1	1,1	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Kol, mas- och kokugns gas	8,2	2,2	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Naturgas	2,0	1,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El till elpannor	6,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,0	1,0
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,6	6,4	6,9	7,1	6,4	6,3
Spillvärme	3,0	4,8	4,7	4,9	5,0	5,1	5,0	5,2	5,3
Totalt	41	61	62	60	56	57	59	62	61

Tabell 6. Energianvändning i industrin fördelat på energislag i *Referens EU*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	43	55	55	55	55	54	54	53	53
<i>Träbränslen</i>	0,0	18	18	19	19	20	20	20	21
<i>Avlutar</i>	0,0	38	37	36	35	35	34	33	32
Biodrivmedel	0,0	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
Kol, koks, mas- och kokungsgas	17	13	13	13	11	11	11	11	11
<i>Energikol</i>	7,1	6,2	6,2	6,2	5,6	5,6	5,5	5,5	5,5
<i>Koks</i>	7,2	5,1	5,1	5,0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
<i>Koks- och masugns gas</i>	2,6	1,8	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Oljebränslen	21	9,9	9,2	8,1	7,4	6,9	6,3	6,2	6,1
<i>Gasol (propan, butan)</i>	4,1	4,2	4,1	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,4
<i>Eo1</i>	4,6	1,5	1,3	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2
<i>Eo 2–6</i>	12	2,6	2,3	1,6	1,1	0,8	0,4	0,3	0,3
Övrigt bränsle	0,1	6,0	5,8	6,6	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5
Natur- och stadsgas	3,2	3,8	3,8	3,8	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
Fjärrvärme	3,6	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
El	53	49	48	53	58	58	58	58	58
Total energianvändning	140	141	139	144	147	147	145	144	143

Tabell 7. Energianvändning i industrin fördelat på bransch i *Referens EU*, TWh.

	1990	2018	2030	2050
Gruvindustri (SNI 05–09)	4	6	7	6
Livsmedelsindustri (SNI 10–12)	7	5	5	5
Trävaruindustri (SNI 16)	9	7	7	7
Massa- och pappersindustri (SNI 17)	62	72	71	67
Kemisk industri (SNI 20–22)	8	13	13	14
Jord- och stenindustri (SNI 23)	8	6	6	6
Stål- och metallverk (SNI 24)	22	22	24	24
Verkstadsindustri (SNI 25–30)	12	8	11	11
Småindustri och övriga branscher	9	3	3	3
Total energianvändning (SNI 05–33)	140	141	147	143

Tabell 8. Energianvändning i bostäder och service m.m. i *Referens EU*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	11	13	12	12	12	11	10	8,8	8,8
Biodrivmedel	0,0	2,7	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Oljebränslen	41	10	10	9,9	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8
<i>Dieselolja</i>	7,1	6,5	6,9	6,9	6,9	6,9	7,0	6,9	7,0
<i>Eo 1</i>	29	1,4	1,0	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–6</i>	4,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Övriga bränslen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Natur- och stadsgas	1,3	1,4	1,3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
Fjärrvärme	31	46	49	47	44	45	46	49	48
El	65	74	77	74	75	75	75	76	79
Total energianvändning	149	147	152	146	142	143	143	146	148
Total energianvändning, temperaturkorr.	166	149	152	146	142	143	143	146	148
<i>Graddagstal</i>	82	92	100	100	100	100	100	100	100
Graddagstal, 60 %	85	95	100	100	100	100	100	100	100

Tabell 9. Energianvändning för inrikes transporter i *Referens EU*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biodrivmedel	0,0	18	20	15	13	11	9,9	9,1	8,6
<i>Etanol</i>	0,0	1,4	2,0	1,2	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3
<i>FAME</i>	0,0	3,2	3,2	2,7	2,4	2,1	1,8	1,7	1,6
<i>HVO</i>	0,0	12	13	9,9	8,5	7,3	6,5	6,0	5,7
<i>Biogas</i>	0,0	1,1	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8
<i>Biobensin</i>	0,0	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
<i>LBG</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Oljebränslen	74	64	60	58	51	45	40	36	33
<i>Bensin</i>	49	24	21	16	14	13	11	9,1	7,7
<i>Diesel</i>	20	37	36	38	34	29	26	24	23
<i>Eo 1</i>	0,9	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–5</i>	0,7	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
<i>Flygbränsle fossilt</i>	3,4	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
LNG	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Naturgas	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El	2,5	2,6	3,1	5,0	7,2	9,9	13	17	21
<i>El, järnväg</i>	2,5	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,8	4,1
<i>El, fordon</i>	0,0	0,2	0,5	2,2	4,1	6,5	9,7	13	16
Total energianvändning	77	84	84	78	72	66	63	62	63

A.2 Lägre BNP

Tabell 10. Energibalans i *Lägre BNP*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Slutlig energianvändning	366	373	374	365	355	347	340	338	338
<i>Industri</i>	140	141	139	141	143	140	137	136	134
<i>Bostäder, service m m</i>	149	147	151	146	142	143	143	145	146
<i>Transporter</i>	77	84	83	78	71	64	60	58	58
Omvandlings- och distributionsförluster	171	158	141	129	129	128	129	84	84
<i>Elproduktion</i>	149	145	128	116	117	117	117	71	72
<i>Fjärrvärme</i>	7,3	7,2	7,6	7,2	6,9	6,5	7,3	7,3	6,6
<i>Raffinaderier</i>	11	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3
<i>Gas, koksverk, masugnar</i>	3,1	2,3	2,3	2,3	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7
Icke energiändamål	23	25	25	25	25	25	24	24	24
Total energianvändning	561	556	540	519	509	500	494	446	446
Tillförsel									
Total bränsletillförsel	273	292	294	282	263	251	242	238	232
<i>Kol, koks, mas- och kokungsgas</i>	32	22	18	18	15	14	14	14	14
<i>Biobränslen</i>	61	141	147	140	131	128	126	127	125
<i>Oljebränslen</i>	168	104	103	99	91	82	76	71	68
<i>Naturgas/stadsgas</i>	6,7	11	11	8,8	10	9,4	9,4	9,3	9,2
<i>Övrigt bränsle</i>	5,5	14	16	16	16	17	17	17	16
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,6	6,4	6,9	7,1	6,4	6,3
Vattenkraft brutto	73	62	67	68	68	68	68	68	68
Kärnkraft brutto (insatt bränsle)	202	194	171	153	153	153	153	83	83
Vindkraft brutto	0	17	26	43	49	54	62	90	90
Solkraft	0	0	0,8	1,2	1,2	6,7	7,7	9,7	9,7
Import-export el	-1,8	-17	-25	-33	-31	-40	-46	-48	-43
Statistisk differens	8,2	3,2							
Total tillförd energi	561	556	540	519	509	500	494	446	446

Tabell 11. Elbalans i *Lägre BNP*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	120	126	128	131	136	139	141	145	149
<i>Industri</i>	53	49	48	52	55	55	54	54	54
<i>Bostäder och service m m</i>	65	74	77	74	74	74	74	75	77
<i>Transporter</i>	2,5	2,6	3,1	4,9	7,0	9,4	13	16	19
Fjärrvärme, raffinaderier	10	4,3	4,1	4,2	4,0	4,4	4,6	5,5	5,5
Distributionsförluster	9,1	12	12	13	13	14	14	14	15
Total användning netto	140	142	145	148	154	157	159	164	170
Tillförsel									
Vattenkraft	71	62	67	67	67	67	68	68	68
Vindkraft	0,0	17	26	43	49	54	62	90	90
Kärnkraft	65	66	58	52	52	52	52	28	28
Kraftvärme i industrin	2,6	6,0	6,3	6,1	5,2	5,2	4,8	4,4	4,0
<i>Biobränslen</i>			5,7	5,5	4,8	4,9	4,5	4,1	3,7
<i>Naturgas</i>			0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<i>Koks- och masugngaser</i>			0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Olja</i>			0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kraftvärme i fjärrvärmesystem	2,4	9,0	11	11	10	11	12	13	13
<i>Biobränslen</i>			7,3	7,7	6,8	7,9	8,0	9,7	9,9
<i>Avfall</i>			2,3	2,6	2,8	2,8	2,9	2,7	2,5
<i>Naturgas</i>			0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Torv</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kol, inkl koks- och masugngaser</i>			0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
<i>Olja</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Värmekraftverk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Solkraft	0,0	0,4	0,8	1,2	1,2	6,7	7,7	9,7	9,7
Nettoproduktion	142	160	169	180	185	197	205	213	213
Import-export	-1,8	-17	-25	-33	-31	-40	-46	-48	-43
Total tillförsel netto	140	142	145	148	154	157	159	164	170

Tabell 12. Insatt bränsle för elproduktion i *Lägre BNP*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	2,2	15	16	16	15	16	15	17	16
<i>Biobränslen, exkl. förnybar del av avfall</i>	2,1	13	15	15	13	14	14	15	15
<i>Förnybara delen av avfall</i>	0,1	1,9	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	1,4
Övrigt bränsle	0,3	2,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3
<i>Fossila delen av avfall</i>	0,1	1,8	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3
<i>Torv</i>	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oljebränslen	1,8	0,4	0,3	0,2	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
Kol, mas- och kokugns gas	2,4	1,9	1,3	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>Kol</i>	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Koks- och masugns gaser</i>	0,9	1,3	1,3	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
Natargas	0,5	0,7	1,0	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4
Totalt insatt bränsle	7,1	20	20	19	18	18	18	19	19

Tabell 13. Fjärrvärmebalans i *Lägre BNP*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	34	50	52	51	47	49	50	52	51
<i>Bostäder och service m m</i>	31	46	49	48	44	46	47	49	48
<i>Industri</i>	3,6	3,4	3,4	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	3,0
Distributions- och omvandlingsförluster	6,8	8,9	9,2	9,0	9,0	8,7	9,3	9,5	8,9
<i>Distributionsförluster</i>	3,8	7,1	6,3	6,2	5,7	5,9	6,1	6,3	6,2
Total användning	41	59	61	60	56	57	59	61	60
Tillförsel									
Biobränslen	5,3	38	41	39	34	35	36	38	37
<i>Förnybara delen av avfall</i>	2,4	7,6	9,2	10	10	10	11	10	9,8
Övrigt bränsle	5,1	9,2	8,5	9,2	9,4	9,5	9,7	9,7	9,0
<i>Torv</i>	2,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fossila delen av avfall</i>	1,6	7,0	8,5	9,2	9,4	9,5	9,7	9,7	9,0
Oljebränslen	4,1	1,1	0,7	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
Kol, mas- och kokugns gas	8,2	2,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
Natargas	2,0	1,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El till elpannor	6,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1,0	1,0
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,6	6,4	6,9	7,1	6,4	6,3
Spillvärme	3,0	4,8	4,7	4,9	5,0	5,1	5,0	5,3	5,3
Totalt	41	61	61	60	56	57	59	61	60

Tabell 14. Energianvändning i industrin fördelat på energislag i *Lägre BNP*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	43	55	55	55	55	54	53	52	52
<i>Träbränslen</i>	0,0	18	18	19	19	18	18	18	18
<i>Avlutar</i>	0,0	38	37	37	37	36	35	34	34
Biodrivmedel	0,0	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
Kol, koks, mas- och kokungsgas	17	13	13	13	11	10	10	10	10
<i>Energikol</i>	7,1	6,2	6,2	6,1	5,4	5,2	5,2	5,1	5,0
<i>Koks</i>	7,2	5,1	5,1	5,0	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8
<i>Koks- och masugns gas</i>	2,6	1,8	1,8	1,7	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3
Oljebränslen	21	9,9	9,2	8,0	7,1	6,4	5,8	5,6	5,4
<i>Gasol (propan, butan)</i>	4,1	4,2	4,1	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,8
<i>Eo1</i>	4,6	1,5	1,3	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2
<i>Eo 2–6</i>	12	2,6	2,3	1,6	1,1	0,8	0,4	0,3	0,3
Övrigt bränsle	0,1	6,0	5,8	5,7	5,6	5,6	5,7	5,7	5,8
Natur- och stadsgas	3,2	3,8	3,8	3,8	5,1	4,9	4,8	4,7	4,6
Fjärrvärme	3,6	3,4	3,4	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	3,0
El	53	49	48	52	55	55	54	54	54
Total energianvändning	140	141	139	141	143	140	137	136	134

Anm: Det finns fler petroleumprodukter än de som särredovisas därför blir summan av de som redovisas inte lika med totalen.

Tabell 15. Energianvändning i industrin fördelat på bransch i *Lägre BNP*, TWh.

	1990	2018	2030	2050
Gruvindustri (SNI 05–09)	4	6	7	7
Livsmedelsindustri (SNI 10–12)	7	5	4	4
Trävaruindustri (SNI 16)	9	7	7	7
Massa- och pappersindustri (SNI 17)	62	72	70	65
Kemisk industri (SNI 20–22)	8	13	12	11
Jord- och stenindustri (SNI 23)	8	6	5	5
Stål- och metallverk (SNI 24)	22	22	23	22
Verkstadsindustri (SNI 25–30)	12	8	10	10
Småindustri och övriga branscher	9	3	3	3
Total energianvändning (SNI 05–33)	140	141	142	134

Tabell 16. Energianvändning i bostäder och service m.m. i *Lägre BNP*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	11	13	12	12	12	11	10	8,8	8,8
Biodrivmedel	0,0	2,7	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Oljebränslen	41	10	10	9,9	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
<i>Diesololja</i>	7,1	6,5	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	7,0
<i>Eo 1</i>	29	1,4	1,0	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–6</i>	4,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Övriga bränslen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Natur- och stadsgas	1,3	1,4	1,3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
Fjärrvärme	31	46	49	48	44	46	47	49	48
El	65	74	77	74	74	74	74	75	77
Total energianvändning	149	147	151	146	142	143	143	145	146
Total energianvändning, temperaturkorr.	166	149	151	146	142	143	143	145	146
<i>Graddagstal</i>	82	92	100	100	100	100	100	100	100
Graddagstal, 60 %	85	95	100	100	100	100	100	100	100

Anm: Det finns fler petroleumprodukter än de som särredovisas därför blir summan av de som redovisas inte lika med totalen.

Tabell 17. Energianvändning för inrikes transporter i *Lägre BNP*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biodrivmedel	0	18	20	15	13	11	9,4	8,6	8,0
<i>Etanol</i>	0,0	1,4	2,0	1,2	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2
<i>FAME</i>	0,0	3,2	3,2	2,7	2,4	2,0	1,7	1,6	1,5
<i>HVO</i>	0,0	12	13	9,8	8,4	7,1	6,2	5,6	5,3
<i>Biogas</i>	0,0	1,1	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7
<i>Biobensin</i>	0,0	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
<i>LBG</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Oljebränslen	74	64	60	58	51	43	38	34	31
<i>Bensin</i>	49	24	21	16	14	12	10	8,6	7,1
<i>Diesel</i>	20	37	36	38	33	28	25	22	21
<i>Eo 1</i>	0,9	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–5</i>	0,7	1,3	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
<i>Flygbränsle fossilt</i>	3,4	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
LNG	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Naturgas	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El	2,5	2,6	3,1	4,9	7,0	9,4	13	16	19
<i>El, järnväg</i>	2,5	2,5	2,6	2,8	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5
<i>El, fordon</i>	0,0	0,2	0,5	2,1	4,1	6,4	9,3	12	15
Total energianvändning	77	84	83	78	71	64	60	58	58

A.3 Lägre energipriser

Tabell 18. Energibalans i *Lägre energipriser*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Slutlig energianvändning	366	373	375	369	360	356	354	355	357
<i>Industri</i>	140	141	139	142	145	147	146	146	145
<i>Bostäder, service m m</i>	149	147	152	148	141	142	142	143	145
<i>Transporter</i>	77	84	84	79	74	68	66	66	66
Omvandlings- och distributionsförluster	171	158	141	130	130	130	132	87	88
<i>Elproduktion</i>	149	145	128	117	117	118	120	75	76
<i>Fjärrvärme</i>	7,3	7,2	7,4	7,4	7,1	6,6	6,4	6,3	6,3
<i>Raffinaderier</i>	11	3,2	3,1	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6
<i>Gas, koksverk, masugnar</i>	3,1	2,3	2,3	2,2	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
icke energjämdamål	23	25	25	25	26	26	26	26	26
Total energianvändning	561	556	541	524	515	513	512	468	471
Tillförsel									
Total bränsletillförsel	273	292	295	284	266	259	253	251	247
<i>Kol, koks, mas- och kokungsgas</i>	32	22	18	17	15	15	15	15	15
<i>Biobränslen</i>	61	141	147	138	128	126	122	121	119
<i>Oljebränslen</i>	168	104	103	101	95	90	87	85	84
<i>Naturgas/stadsgas</i>	6,7	11	11	10	11	11	11	11	11
<i>Övrigt bränsle</i>	5,5	14	16	18	17	18	18	18	18
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,6	6,4	6,9	6,8	7,0	7,2
Vattenkraft brutto	73	62	67	68	68	68	68	68	68
Kärnkraft brutto (insatt bränsle)	202	194	171	153	153	153	153	83	83
Vindkraft brutto	0	17	25	42	50	49	56	64	64
Solkraft	0	0	0,8	1,2	1,2	6,7	7,7	8,6	8,6
Import-export el	-1,8	-17	-24	-30	-29	-30	-33	-14	-8
Statistisk differens	8,2	3,2							
Total tillförd energi	561	556	541	524	515	513	512	468	471

Tabell 19. Elbalans i *Lågre energipriser*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	120	126	128	133	139	144	149	153	159
<i>Industri</i>	53	49	48	53	57	59	59	60	60
<i>Bostäder och service m m</i>	65	74	77	76	76	76	78	79	81
<i>Transporter</i>	2,5	2,6	3,1	4,7	6,5	8,9	12	15	18
Fjärrvärme, raffinaderier	10	4,3	4,1	4,2	3,9	4,0	4,0	4,1	4,2
Distributionsförluster	9,1	12	12	13	14	14	14	15	15
Total användning netto	140	142	145	150	157	162	168	172	178
Tillförsel									
Vattenkraft	71	62	67	67	67	67	68	68	68
Vindkraft	0,0	17	25	42	50	49	56	64	64
Kärnkraft	65	66	58	52	52	52	52	28	28
Kraftvärme i industrin	2,6	6,0	6,4	6,0	5,6	5,6	5,9	5,6	5,0
<i>Biobränslen</i>			5,7	5,4	4,9	4,7	4,5	4,1	3,4
<i>Naturgas</i>			0,3	0,3	0,4	0,8	1,2	1,3	1,4
<i>Koks- och masugngaser</i>			0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Olja</i>			0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Kraftvärme i fjärrvärmesystem	2,4	9,0	11	11	9,7	11	10	11	11
<i>Biobränslen</i>			7,4	7,1	6,2	7,0	6,7	7,5	7,5
<i>Avfall</i>			2,3	2,6	2,8	2,9	2,9	2,9	2,8
<i>Naturgas</i>			0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Torv</i>			0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kol, inkl koks- och masugngaser</i>			0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
<i>Olja</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Värmekraftverk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,1	1,4	1,5
Solkraft	0,0	0,4	0,8	1,2	1,2	6,7	7,7	8,6	8,6
Nettoproduktion	142	160	168	180	185	192	200	186	186
Import-export	-1,8	-17	-24	-30	-29	-30	-33	-14	-8
Total tillförsel netto	140	142	145	150	157	162	168	172	178

Tabell 20. Insatt bränsle för elproduktion i *Lägre energipriser*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	2,2	15	16	16	14	15	14	15	14
<i>Biobränslen, exkl. förnybar del av avfall</i>	2,1	13	15	14	13	13	12	13	12
<i>Förnybara delen av avfall</i>	0,1	1,9	1,3	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6
Övrigt bränsle	0,3	2,1	1,2	1,7	1,5	1,5	1,6	1,5	1,5
<i>Fossila delen av avfall</i>	0,1	1,8	1,2	1,4	1,5	1,5	1,6	1,5	1,5
<i>Torv</i>	0,1	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oljebränslen	1,8	0,4	0,3	0,2	0,2	1,6	3,7	4,6	5,2
Kol, mas- och kokugns gas	2,4	1,9	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<i>Kol</i>	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Koks- och masugns gaser</i>	0,9	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Naturgas	0,5	0,7	1,2	0,8	0,5	0,9	1,4	1,5	1,6
Totalt insatt bränsle	7,1	20	20	20	18	20	22	23	23

Tabell 21. Fjärrvärmebalans i *Lägre energipriser*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	34	50	53	51	45	46	45	46	46
<i>Bostäder och service m m</i>	31	46	49	48	42	43	42	43	43
<i>Industri</i>	3,6	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,4	3,5	3,4
Distributions- och omvandlingsförluster	6,8	8,9	9,0	9,2	9,3	8,9	8,7	8,8	8,9
<i>Distributionsförluster</i>	3,8	7,1	6,3	6,2	5,4	5,6	5,5	5,7	5,6
Total användning	41	59	62	60	54	55	54	55	55
Tillförsel									
Biobränslen	5,3	38	41	38	32	32	31	32	31
<i>Förnybara delen av avfall</i>	2,4	7,6	9,2	9,9	10	10	11	11	11
Övrigt bränsle	5,1	9,2	8,5	9,8	9,3	9,5	9,7	9,9	10
<i>Torv</i>	2,6	1,3	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fossila delen av avfall</i>	1,6	7,0	8,5	9,1	9,3	9,5	9,7	9,9	10
Oljebränslen	4,1	1,1	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Kol, mas- och kokugns gas	8,2	2,2	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Naturgas	2,0	1,3	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El till elpannor	6,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,6	6,4	6,9	6,8	7,0	7,2
Spillvärme	3,0	4,8	4,7	4,9	5,0	5,1	5,0	5,3	5,3
Totalt	41	61	62	60	54	55	54	55	55

Tabell 22. Energianvändning i industrin fördelat på energislag i *Lägre energipriser*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	43	55	55	54	54	54	53	53	53
<i>Träbränslen</i>	0,0	18	18	19	19	20	20	20	21
<i>Avlutar</i>	0,0	38	37	36	35	34	34	33	32
Biodrivmedel	0,0	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
Kol, koks, mas- och kokungsgas	17	13	13	13	11	11	11	11	11
<i>Energikol</i>	7,1	6,2	6,2	6,1	5,5	5,5	5,5	5,5	5,4
<i>Koks</i>	7,2	5,1	5,1	4,9	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2
<i>Koks- och masugns gas</i>	2,6	1,8	1,8	1,7	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4
Oljebränslen	21	9,9	9,3	8,2	7,6	7,2	6,7	6,6	6,5
<i>Gasol (propan, butan)</i>	4,1	4,2	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,3
<i>Eo1</i>	4,6	1,5	1,4	1,0	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6
<i>Eo 2–6</i>	12	2,6	2,3	1,6	1,1	0,8	0,4	0,3	0,3
Övrigt bränsle	0,1	6,0	5,8	6,4	6,6	6,8	6,7	6,6	6,6
Natur- och stadsgas	3,2	3,8	3,8	3,8	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
Fjärrvärme	3,6	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,4	3,5	3,4
El	53	49	48	53	57	59	59	60	60
Total energianvändning	140	141	139	142	145	147	146	146	145

Anm: Det finns fler petroleumprodukter än de som särredovisas därför blir summan av de som redovisas inte lika med totalen.

Tabell 23. Energianvändning i industrin fördelat på bransch i *Lägre energipriser*, TWh.

	1990	2018	2030	2050
Gruvindustri (SNI 05–09)	4	6	6	7
Livsmedelsindustri (SNI 10–12)	7	5	5	5
Trävaruindustri (SNI 16)	9	7	7	8
Massa- och pappersindustri (SNI 17)	62	72	69	66
Kemisk industri (SNI 20–22)	8	13	13	14
Jord- och stenindustri (SNI 23)	8	6	6	6
Stål- och metallverk (SNI 24)	22	22	24	25
Verkstadsindustri (SNI 25–30)	12	8	11	12
Småindustri och övriga branscher	9	3	3	3
Total energianvändning (SNI 05–33)	140	141	145	145

Tabell 24. Energianvändning i bostäder och service m.m. i *Lägre energipriser*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	11	13	12	12	11	10	9,6	8,8	8,8
Biodrivmedel	0,0	2,7	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Oljebränslen	41	10	10	9,9	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8
<i>Dieseloilja</i>	7,1	6,5	6,9	6,9	7,0	6,9	7,0	6,9	7,0
<i>Eo 1</i>	29	1,4	1,0	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–6</i>	4,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Övriga bränslen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Natur- och stadsgas	1,3	1,4	1,3	1,1	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1
Fjärrvärme	31	46	49	48	42	43	42	43	43
El	65	74	77	76	76	76	78	79	81
Total energianvändning	149	147	152	148	141	142	142	143	145
Total energianvändning, temperaturkorr.	166	149	152	148	141	142	142	143	145
<i>Graddagstal</i>	82	92	100	100	100	100	100	100	100
Graddagstal, 60 %	85	95	100	100	100	100	100	100	100

Anm: Det finns fler petroleumprodukter än de som särredovisas därför blir summan av de som redovisas inte lika med totalen.

Tabell 25. Energianvändning för inrikes transporter i *Lägre energipriser*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biodrivmedel	0,0	18	20	16	14	12	11	10	9,9
<i>Etanol</i>	0,0	1,4	2,0	1,2	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3
<i>FAME</i>	0,0	3,2	3,2	2,8	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8
<i>HVO</i>	0,0	12	13	10	8,9	7,8	7,1	6,8	6,6
<i>Biogas</i>	0,0	1,1	1,3	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8
<i>Biobensin</i>	0,0	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
<i>LBG</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Oljebränslen	74	64	60	59	53	47	43	40	38
<i>Bensin</i>	49	24	21	17	15	13	11	10	9,5
<i>Diesel</i>	20	37	36	39	35	31	28	27	26
<i>Eo 1</i>	0,9	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–5</i>	0,7	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
<i>Flygbränsle fossilt</i>	3,4	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
LNG	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Naturgas	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El	2,5	2,6	3,1	4,7	6,5	8,9	12	15	18
<i>El, järnväg</i>	2,5	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2
<i>El, fordon</i>	0,0	0,2	0,5	1,9	3,4	5,6	8,1	11	14
Total energianvändning	77	84	84	79	74	68	66	66	66

A.4 Ytterligare åtgärder

Tabell 26. Energibalans i Ytterligare åtgärder, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Slutlig energianvändning	366	373	374	367	360	354	350	351	353
<i>Industri</i>	140	141	139	143	147	146	145	143	143
<i>Bostäder, service m m</i>	149	147	152	147	142	143	143	146	148
<i>Transporter</i>	77	84	83	77	71	65	62	61	62
Omvandlings- och distributionsförluster	171	158	141	128	129	129	130	85	85
<i>Elproduktion</i>	149	145	128	117	117	117	118	72	73
<i>Fjärrvärme</i>	7,3	7,2	7,7	6,5	6,6	6,4	7,1	7,5	6,8
<i>Raffinaderier</i>	11	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3
<i>Gas, koksverk, masugnar</i>	3,1	2,3	2,3	2,3	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Icke energiämdamål	23	25	25	26	26	26	26	26	25
Total energianvändning	561	556	540	521	515	509	506	461	463
Tillförsel									
Total bränsletillförsel	273	292	295	282	265	256	249	246	241
<i>Kol, koks, mas- och kokungsgas</i>	32	22	18	18	15	15	15	15	15
<i>Biobränslen</i>	61	141	148	161	163	158	154	153	151
<i>Oljebänslen</i>	168	104	102	77	59	55	52	50	48
<i>Natargas/stadsgas</i>	6,7	11	11	8,9	10	10	10	10	10
<i>Övrigt bränsle</i>	5,5	14	16	17	17	18	18	18	17
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,6	6,4	6,9	7,1	6,4	6,3
Vattenkraft brutto	73	62	67	68	68	68	68	68	68
Kärnkraft brutto (insatt bränsle)	202	194	171	153	153	153	153	83	83
Vindkraft brutto	0	17	26	43	49	57	64	94	94
Solkraft	0	0	0,8	1,2	1,2	6,7	7,7	9,7	9,7
Import-export el	-1,8	-17	-25	-31	-28	-38	-43	-46	-39
Statistisk differens	8,2	3,2							
Total tillförd energi	561	556	540	521	515	509	506	461	463

Tabell 27. Elbalans i Ytterligare åtgärder, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	120	126	128	133	140	143	147	151	157
<i>Industri</i>	53	49	48	53	58	58	58	58	58
<i>Bostäder och service m m</i>	65	74	77	74	75	75	75	76	79
<i>Transporter</i>	2,5	2,6	3,1	4,9	7,1	9,8	13	17	20
Fjärrvärme, raffinaderier	10	4,3	4,1	4,1	3,9	4,2	4,3	5,5	5,5
Distributionsförluster	9,1	12	12	13	14	14	14	15	15
Total användning netto	140	142	145	150	157	161	165	171	178
Tillförsel									
Vattenkraft	71	62	67	67	67	67	68	68	68
Vindkraft	0,0	17	26	43	49	57	64	94	94
Kärnkraft	65	66	58	52	52	52	52	28	28
Kraftvärme i industrin	2,6	6,0	6,3	6,0	5,3	5,3	4,8	4,4	4,0
<i>Biobränslen</i>			5,7	5,5	4,9	5,0	4,5	4,1	3,7
<i>Naturgas</i>			0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<i>Koks- och masugnsgaser</i>			0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Olja</i>			0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kraftvärme i fjärrvärmesystem	2,4	9,0	11	11	10	11	12	13	13
<i>Biobränslen</i>			7,3	7,6	6,8	7,9	7,9	9,8	10
<i>Avfall</i>			2,3	2,6	2,8	2,8	2,9	2,7	2,5
<i>Naturgas</i>			0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Torv</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kol, inkl koks- och masugnsgaser</i>			0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
<i>Olja</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Värmekraftverk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solkraft	0,0	0,4	0,8	1,2	1,2	6,7	7,7	9,7	9,7
Nettoproduktion	142	160	169	180	185	199	208	217	217
Import-export	-1,8	-17	-25	-31	-28	-38	-43	-46	-39
Total tillförsel netto	140	142	145	150	157	161	165	171	178

Tabell 28. Insatt bränsle för elproduktion i *Ytterligare åtgärder*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	2,2	15	16	16	15	16	15	17	16
<i>Biobränslen, exkl. förnybar del av avfall</i>	2,1	13	15	15	13	14	14	15	15
<i>Förnybara delen av avfall</i>	0,1	1,9	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	1,5
Övrigt bränsle	0,3	2,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3
<i>Fossila delen av avfall</i>	0,1	1,8	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3
<i>Torv</i>	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oljebänslen	1,8	0,4	0,3	0,2	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
Kol, mas- och kokugns gas	2,4	1,9	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<i>Kol</i>	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Koks- och masugns gaser</i>	0,9	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Natargas	0,5	0,7	1,0	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4
Totalt insatt bränsle	7,1	20	20	19	18	18	18	20	19

Tabell 29. Fjärrvärmebalans i *Ytterligare åtgärder*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	34	50	52	52	47	49	50	52	52
<i>Bostäder och service m m</i>	31	46	49	48	44	45	46	49	48
<i>Industri</i>	3,6	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Distributions- och omvandlingsförluster	6,8	8,9	9,3	8,3	8,8	8,6	9,2	9,7	9,1
<i>Distributionsförluster</i>	3,8	7,1	6,3	6,2	5,7	5,9	6,1	6,4	6,3
Total användning	41	59	62	60	56	57	59	62	61
Tillförsel									
Biobränslen	5,3	38	41	39	34	35	36	38	38
<i>Förnybara delen av avfall</i>	2,4	7,6	9,2	9,9	10	10	11	11	9,9
Övrigt bränsle	5,1	9,2	8,5	9,2	9,4	9,5	9,7	9,7	9,1
<i>Torv</i>	2,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fossila delen av avfall</i>	1,6	7,0	8,5	9,2	9,4	9,5	9,7	9,7	9,1
Oljebänslen	4,1	1,1	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Kol, mas- och kokugns gas	8,2	2,2	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Natargas	2,0	1,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El till elpannor	6,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,0	1,0
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,6	6,4	6,9	7,1	6,4	6,3
Spillvärme	3,0	4,8	4,7	4,9	5,0	5,1	5,0	5,2	5,3
Totalt	41	61	62	60	56	57	59	62	61

Tabell 30. Energianvändning i industrin fördelat på energislag i *Ytterligare åtgärder*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	43	55	55	55	55	54	54	53	53
<i>Träbränslen</i>	0,0	18	18	19	19	20	20	20	21
<i>Avlutar</i>	0,0	38	37	36	35	35	34	33	32
Biodrivmedel	0,0	0,5	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Kol, koks, mas- och kokungsgas	17	13	13	13	11	11	11	11	11
<i>Energikol</i>	7,1	6,2	6,2	6,2	5,6	5,6	5,5	5,5	5,5
<i>Koks</i>	7,2	5,1	5,1	5,0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
<i>Koks- och masugns gas</i>	2,6	1,8	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Oljebränslen	21	9,9	9,2	7,6	6,7	6,3	5,8	5,7	5,6
<i>Gasol (propan, butan)</i>	4,1	4,2	4,1	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,4
<i>Eo1</i>	4,6	1,5	1,3	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2
<i>Eo 2–6</i>	12	2,6	2,3	1,6	1,1	0,8	0,4	0,3	0,3
Övrigt bränsle	0,1	6,0	5,8	6,6	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5
Natur- och stadsgas	3,2	3,8	3,8	3,8	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
Fjärrvärme	3,6	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
El	53	49	48	53	58	58	58	58	58
Total energianvändning	140	141	139	143	147	146	145	143	143

Anm: Det finns fler petroleumprodukter än de som särredovisas därför blir summan av de som redovisas inte lika med totalen.

Tabell 31. Energianvändning i industrin fördelat på bransch i *Ytterligare åtgärder*, TWh.

	1990	2018	2030	2050
Gruvindustri (SNI 05–09)	4	6	6	6
Livsmedelsindustri (SNI 10–12)	7	5	5	5
Trävaruindustri (SNI 16)	9	7	7	7
Massa- och pappersindustri (SNI 17)	62	72	71	66
Kemisk industri (SNI 20–22)	8	13	13	14
Jord- och stenindustri (SNI 23)	8	6	6	6
Järn- och metallverk (SNI 24)	22	22	24	24
Verkstadsindustri (SNI 25–30)	12	8	11	11
Småindustri och övriga branscher	9	3	3	3
Total energianvändning (SNI 05–33)	140	141	146	142

Tabell 32. Energianvändning i bostäder och service m.m. i *Ytterligare åtgärder*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	11	13	12	12	12	11	10	8,8	8,8
Biodrivmedel	0,0	2,7	3,1	5,8	7,9	7,9	7,9	7,9	8,0
Oljebränslen	41	10	9,5	6,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
<i>Dieselolja</i>	7,1	6,5	6,0	3,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
<i>Eo 1</i>	29	1,4	1,0	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–6</i>	4,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Övriga bränslen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Natur- och stadsgas	1,3	1,4	1,3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
Fjärrvärme	31	46	49	48	44	45	46	49	48
El	65	74	77	74	75	75	75	76	79
Total energianvändning	149	147	152	147	142	143	143	146	148
Total energianvändning, temperaturkorr.	166	149	152	147	142	143	143	146	148
<i>Graddagstal</i>	82	92	100	100	100	100	100	100	100
Graddagstal, 60 %	85	95	100	100	100	100	100	100	100

Anm: Det finns fler petroleumprodukter än de som särredovisas därför blir summan av de som redovisas inte lika med totalen.

Tabell 33. Energianvändning för inrikes transporter i *Ytterligare åtgärder*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biodrivmedel	0	18	20	33	39	33	30	27	26
<i>Etanol</i>	0,0	1,4	2,0	1,6	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5
<i>FAME</i>	0,0	3,2	3,2	3,7	3,3	2,8	2,5	2,4	2,3
<i>HVO</i>	0,0	12	13	24	29	25	22	20	19
<i>Biogas</i>	0,0	1,1	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8
<i>Biobensin</i>	0,0	0,3	0,5	2,4	3,8	3,4	2,9	2,5	2,1
<i>LBG</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Flygbränsle förnybart</i>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
Oljebränslen	74	64	60	39	24	22	19	17	16
<i>Bensin</i>	49	24	21	14	10	8,9	7,5	6,4	5,4
<i>Diesel</i>	20	37	35	22	12	10	9,0	8,3	7,9
<i>Eo 1</i>	0,9	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–5</i>	0,7	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
<i>Flygbränsle fossilt</i>	3,4	2,1	2,1	1,9	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1
LNG	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Naturgas	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El	2,5	2,6	3,1	4,9	7,1	9,8	13	17	20
<i>El, järnväg</i>	2,5	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,8	4,1
<i>El, fordon</i>	0,0	0,2	0,5	2,1	4,1	6,5	9,6	13	16
Total energianvändning	77	84	83	77	71	65	62	61	62

A.5 Elektrifiering

Tabell 34. Energibalans i *Elektrifiering*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Slutlig energianvändning	366	373	374	366	358	352	357	366	372
<i>Industri</i>	140	141	139	143	147	149	158	164	165
<i>Bostäder, service m m</i>	149	147	152	148	145	146	146	148	152
<i>Transporter</i>	77	84	84	75	66	58	53	54	55
Omvandlings- och distributionsförluster	171	158	142	130	130	130	131	118	150
<i>Elproduktion</i>	149	145	128	117	118	118	120	107	139
<i>Fjärrvärme</i>	7,3	7,2	7,9	7,5	7,1	6,6	7,1	7,2	7,7
<i>Raffinaderier</i>	11	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4
<i>Gas, koksverk, masugnar</i>	3,1	2,3	2,3	2,3	1,9	1,9	0,2	0,2	0,2
Icke energjämdamål	23	25	25	25	26	26	28	29	29
Total energianvändning	561	556	540	521	514	509	517	513	552
Tillförsel									
Total bränsletillförsel	273	292	295	278	261	241	221	213	211
<i>Kol, koks, mas- och kokungsgas</i>	32	22	18	18	15	13	2,2	1,4	1,3
<i>Biobränslen</i>	61	141	149	161	162	152	146	144	142
<i>Oljebränslen</i>	168	104	102	75	56	50	46	46	45
<i>Naturgas/stadsgas</i>	6,7	11	11	8,8	10	9,9	10	9,8	9,8
<i>Övrigt bränsle</i>	5,5	14	16	16	17	16	16	11	12
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,8	6,6	7,1	7,1	6,8	7,0
Vattenkraft brutto	73	62	67	68	68	68	68	68	68
Kärnkraft brutto (insatt bränsle)	202	194	171	153	153	153	153	130	176
Vindkraft brutto	0	17	26	48	60	77	113	124	126
Solkraft	0	0	0,8	1,2	1,2	6,7	8,7	11	11
Import-export el	-1,8	-17	-25	-33	-35	-44	-53	-39	-47
Statistisk differens	8,2	3,2							
Total tillförd energi	561	556	540	521	514	509	517	513	552

Tabell 35. Elbalans i Elektrifiering, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	120	126	128	136	144	157	182	200	209
<i>Industri</i>	53	49	48	54	60	66	83	96	98
<i>Bostäder och service m m</i>	65	74	76	75	75	75	77	80	83
<i>Transporter</i>	2,5	2,6	3,1	6,4	10	16	22	25	28
Fjärrvärme, raffinaderier	10	4,3	4,2	4,2	4,1	4,4	4,7	5,3	5,5
Distributionsförluster	9,1	12	12	13	14	15	18	19	20
Total användning netto	140	142	145	153	162	176	204	225	234
Tillförsel									
Vattenkraft	71	62	67	67	67	67	68	68	68
Vindkraft	0,0	17	26	48	60	77	113	124	126
Kärnkraft	65	66	58	52	52	52	52	44	60
Kraftvärme i industrin	2,6	6,0	6,3	6,3	5,9	5,4	4,8	4,2	3,8
<i>Biobränslen</i>			5,7	5,7	5,4	5,1	4,6	4,2	3,8
<i>Naturgas</i>			0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,0	0,0
<i>Koks- och masugngaser</i>			0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Olja</i>			0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Kraftvärme i fjärrvärmesystem	2,4	9,0	11	11	11	12	12	13	13
<i>Biobränslen</i>			7,4	8,0	7,4	8,5	9,0	10	10
<i>Avfall</i>			2,3	2,6	2,8	2,8	2,9	2,7	2,7
<i>Naturgas</i>			0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Torv</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kol, inkl koks- och masugngaser</i>			0,8	0,8	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0
<i>Olja</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Värmekraftverk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Gasturbin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solkraft	0,0	0,4	0,8	1,2	1,2	6,7	8,7	11	11
Nettoproduktion	142	160	170	186	197	220	258	264	282
Import-export	-1,8	-17	-25	-33	-35	-44	-53	-39	-47
Total tillförsel netto	140	142	145	153	162	176	204	225	234

Tabell 36. Insatt bränsle för elproduktion i *Elektrifiering*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	2,2	15	16	17	16	16	16	17	17
<i>Biobränslen, exkl. förnybar del av avfall</i>	2,1	13	15	15	15	15	15	16	15
<i>Förnybara delen av avfall</i>	0,1	1,9	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	1,5
Övrigt bränsle	0,3	2,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
<i>Fossila delen av avfall</i>	0,1	1,8	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
<i>Torv</i>	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oljebränslen	1,8	0,42	0,34	0,20	0,15	0,10	0,03	0,02	0,01
Kol, mas- och kokugns gas	2,4	1,9	1,3	1,3	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kol</i>	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Koks- och masugns gaser</i>	0,9	1,3	1,3	1,3	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0
Natargas	0,5	0,7	1,0	0,4	0,3	0,2	0,3	0,6	0,6
Totalt insatt bränsle	7,1	20	20	20	19	19	18	19	19

Tabell 37. Fjärrvärmebalans i *Elektrifiering*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	34	50	52	52	50	52	52	53	52
<i>Bostäder och service m m</i>	31	46	49	49	46	48	48	49	49
<i>Industri</i>	3,6	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Distributions- och omvandlingsförluster	6,8	8,9	9,5	9,2	9,1	8,6	9,0	9,3	9,9
<i>Distributionsförluster</i>	3,8	7,1	6,3	6,3	6,0	6,2	6,3	6,4	6,4
Total användning	41	59	62	61	59	60	61	62	62
Tillförsel									
Biobränslen	5,3	38	41	40	36	37	38	39	38
<i>Förnybara delen av avfall</i>	2,4	7,6	9,2	10	10	10	11	10	11
Övrigt bränsle	5,1	9,2	8,5	9,2	9,4	9,5	9,8	9,4	10
<i>Torv</i>	2,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fossila delen av avfall</i>	1,6	7,0	8,5	9,2	9,4	9,5	9,8	9,4	10
Oljebränslen	4,1	1,1	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Kol, mas- och kokugns gas	8,2	2,2	1,1	1,1	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0
Natargas	2,0	1,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El till elpannor	6,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,8	0,8
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,8	6,6	7,1	7,1	6,8	7,0
Spillvärme	3,0	4,8	4,7	4,8	4,9	5,0	5,0	5,2	5,3
Totalt	41	61	62	61	59	60	61	62	62

Tabell 38. Energianvändning i industrin fördelat på energislag i *Elektrifiering*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	43	55	55	55	55	54	55	54	54
<i>Träbränslen</i>	0,0	18	18	19	19	20	21	21	22
<i>Avlutar</i>	0,0	38	37	36	35	35	34	33	32
Biodrivmedel	0,0	0,5	0,3	0,5	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3
Kol, koks, mas- och kokungsgas	17	13	13	13	11	9,4	1,7	1,1	1,0
<i>Energikol</i>	7,1	6,2	6,1	5,9	5,2	3,8	1,2	0,7	0,6
<i>Koks</i>	7,2	5,1	5,1	5,0	4,2	4,2	0,5	0,3	0,3
<i>Koks- och masugns gas</i>	2,6	1,8	1,8	1,8	1,5	1,4	0,1	0,0	0,0
Oljebränslen	21	9,9	9,0	7,5	6,6	5,4	4,8	4,8	4,8
<i>Gasol (propan, butan)</i>	4,1	4,2	4,1	4,2	4,2	4,0	4,0	3,9	3,9
<i>Eo1</i>	4,6	1,5	1,3	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2
<i>Eo 2–6</i>	12	2,6	2,2	1,3	0,8	0,5	0,1	0,0	0,0
Övrigt bränsle	0,1	6,0	5,8	5,7	5,9	5,0	5,0	0,3	0,3
Natur- och stadsgas	3,2	3,8	3,7	3,6	5,1	5,1	5,1	4,1	4,0
Fjärrvärme	3,6	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
El	53	49	48	54	60	66	83	96	98
Total energianvändning	140	141	139	143	147	149	158	164	165

Anm: Det finns fler petroleumprodukter än de som särredovisas därför blir summan av de som redovisas inte lika med totalen.

Tabell 39. Energianvändning i industrin fördelat på bransch i *Elektrifiering*, TWh.

	1990	2018	2030	2050
Gruvindustri (SNI 05–09)	4	6	7	7
Livsmedelsindustri (SNI 10–12)	7	5	5	5
Trävaruindustri (SNI 16)	9	7	7	7
Massa- och pappersindustri (SNI 17)	62	72	71	66
Kemisk industri (SNI 20–22)	8	13	12	22
Jord- och stenindustri (SNI 23)	8	6	6	7
Järn- och metallverk (SNI 24)	22	22	25	35
Verkstadsindustri (SNI 25–30)	12	8	11	12
Småindustri och övriga branscher	9	3	3	3
Total energianvändning (SNI 05–33)	140	141	146	165

Tabell 40. Energianvändning i bostäder och service m.m. i *Elektrifiering*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	11	13	12	12	12	11	10	8,8	8,8
Biodrivmedel	0,0	2,7	3,1	5,7	7,7	7,5	7,3	7,1	6,9
Oljebränslen	41	10	10	6,3	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7
<i>Diesellojja</i>	7,1	6,5	6,0	3,6	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5
<i>Eo 1</i>	29	1,4	1,0	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–6</i>	4,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Övriga bränslen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Natur- och stadsgas	1,3	1,4	1,4	0,4	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1
Fjärrvärme	31	46	49	49	46	48	48	49	49
El	65	74	76	75	75	75	77	80	83
Total energianvändning	149	147	152	148	145	146	146	148	152
Total energianvändning, temperaturkorr.	166	149	152	148	145	146	146	148	152
<i>Graddagstal</i>	82	92	100	100	100	100	100	100	100
Graddagstal, 60 %	85	95	100	100	100	100	100	100	100

Anm: Det finns fler petroleumprodukter än de som särredovisas därför blir summan av de som redovisas inte lika med totalen.

Tabell 41. Energianvändning för inrikes transporter i *Elektrifiering*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biodrivmedel	0	18	20	31	34	25	18	17	17
<i>Etanol</i>	0,0	1,4	2,0	1,5	1,0	0,7	0,4	0,4	0,3
<i>FAME</i>	0,0	3,2	3,2	3,5	2,9	2,2	1,6	1,5	1,5
<i>HVO</i>	0,0	11,6	13	22	25	19	14	13	13
<i>Biogas</i>	0,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4
<i>Biobensin</i>	0,0	0,3	0,5	2,3	3,4	2,4	1,6	1,4	1,2
<i>LBG</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Flygbränsle förnybart</i>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
Oljebränslen	74	64	60	37	22	17	12	11	11
<i>Bensin</i>	49	24	21	13	8,8	6,4	4,3	3,7	3,0
<i>Diesel</i>	20	37	35	21	10	7,6	5,5	5,3	5,2
<i>Eo 1</i>	0,9	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
<i>Eo 2–5</i>	0,7	1,4	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9
<i>Flygbränsle fossilt</i>	3,4	2,1	2,1	1,9	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1
LNG	0,0	0,0	0,24	0,26	0,28	0,29	0,31	0,33	0,35
Naturgas	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El	2,5	2,6	3,1	6,4	10	16	22	25	28
<i>El, järnväg</i>	2,5	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,8	4,1
<i>El, fordon</i>	0,0	0,2	0,5	3,6	7,1	13	18	21	24
Total energianvändning	77	84	84	75	66	58	53	54	55

A.5.1 Elektrifiering utan ny kärnkraft

Detta är ett känslighetsfall för elproduktionen i scenariot *Elektrifiering* och användar-sektorernas energianvändning är samma i dessa. Därför presenteras endast tabeller för Energibalans, el och fjärrvärme nedan.

Tabell 42. Energibalans i *Elektrifiering utan ny kärnkraft*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Slutlig energianvändning	366	373	374	366	358	352	357	366	372
<i>Industri</i>	140	141	139	143	147	149	158	164	165
<i>Bostäder, service m m</i>	149	147	152	148	145	146	146	148	152
<i>Transporter</i>	77	84	84	75	66	58	53	54	55
Omvandlings- och distributionsförluster	171	158	142	130	130	130	131	87	89
<i>Elproduktion</i>	149	145	128	117	118	118	120	76	77
<i>Fjärrvärme</i>	7,3	7,2	7,9	7,5	7,1	6,5	7,1	7,3	7,7
<i>Raffinaderier</i>	11	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4
<i>Gas, koksverk, masugnar</i>	3,1	2,3	2,3	2,3	1,9	1,9	0,2	0,2	0,2
Icke energiändamål	23	25	25	25	26	26	28	29	29
Total energianvändning	561	556	541	521	514	509	517	483	490
Tillförsel									
Total bränsletillförsel	273	292	295	278	261	241	221	213	211
<i>Kol, koks, mas- och kokungsgas</i>	32	22	18	18	15	13	2,2	1,4	1,3
<i>Biobränslen</i>	61	141	149	161	162	152	146	145	142
<i>Oljebänslen</i>	168	104	102	75	56	50	46	46	45
<i>Natargas/stadsgas</i>	6,7	11	11	8,8	10	9,9	10	9,8	9,8
<i>Övrigt bränsle</i>	5,5	14	16	16	17	16	16	11	12
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,8	6,6	7,1	7,2	6,7	7,1
Vattenkraft brutto	73	62	67	68	68	68	68	68	68
Kärnkraft brutto (insatt bränsle)	202	194	171	153	153	153	153	83	83
Vindkraft brutto	0	17	26	48	60	77	113	125	128
Solkraft	0	0	0,8	1,2	1,2	6,7	8,2	11	11
Import-export el	-1,8	-17	-25	-33	-35	-44	-53	-25	-18
Statistisk differens	8,2	3,2							
Total tillförd energi	561	556	541	521	514	509	517	483	490

Tabell 43. Elbalans i *Elektrifiering utan ny kärnkraft*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	120	126	128	136	144	157	182	200	209
<i>Industri</i>	53	49	48	54	60	66	83	96	98
<i>Bostäder och service m m</i>	65	74	76	75	75	75	77	80	83
<i>Transporter</i>	2,5	2,6	3,1	6,4	10	16	22	25	28
Fjärrvärme, raffinaderier	10	4,3	4,2	4,2	4,1	4,4	4,7	5,3	5,5
Distributionsförluster	9,1	12	12	13	14	15	18	19	20
Total användning netto	140	142	145	153	162	176	204	225	234
Tillförsel									
Vattenkraft	71	62	67	67	67	67	68	68	68
Vindkraft	0,0	17	26	48	60	77	113	125	128
Kärnkraft	65	66	58	52	52	52	52	28	28
Kraftvärme i industrin	2,6	6,0	6,3	6,3	5,9	5,4	4,8	4,2	3,8
<i>Biobränslen</i>			5,7	5,7	5,4	5,1	4,6	4,2	3,8
<i>Naturgas</i>			0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,0	0,0
<i>Koks- och masugngaser</i>			0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Olja</i>			0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Kraftvärme i fjärrvärmesystem	2,4	9,0	11	11	11	12	12	13	13
<i>Biobränslen</i>			7,4	8,0	7,4	8,5	9,0	10	10
<i>Avfall</i>			2,3	2,6	2,8	2,8	2,9	2,7	2,7
<i>Naturgas</i>			0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Torv</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kol, inkl koks- och masugngaser</i>			0,8	0,8	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0
<i>Olja</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Värmekraftverk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3
Gasturbin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solkraft	0,0	0,4	0,8	1,2	1,2	6,7	8,2	11	11
Nettoproduktion	142	160	170	186	197	220	258	250	253
Import-export	-1,8	-17	-25	-33	-35	-44	-53	-25	-18
Total tillförsel netto	140	142	145	153	162	176	204	225	234

Tabell 44. Insatt bränsle för elproduktion i *Elektrifiering utan ny kärnkraft*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	2,2	15	16	17	16	16	16	17	17
<i>Biobränslen, exkl. förnybar del av avfall</i>	2,1	13	15	15	15	15	15	16	15
<i>Förnybara delen av avfall</i>	0,1	1,9	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	1,5
Övrigt bränsle	0,3	2,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
<i>Fossila delen av avfall</i>	0,1	1,8	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
<i>Torv</i>	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oljebänslen	1,8	0,42	0,34	0,20	0,15	0,10	0,03	0,02	0,01
Kol, mas- och kokugns gas	2,4	1,9	1,3	1,3	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kol</i>	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Koks- och masugns gaser</i>	0,9	1,3	1,3	1,3	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0
Naturgas	0,5	0,7	1,0	0,4	0,3	0,2	0,3	0,6	0,6
Totalt insatt bränsle	7,1	20	20	20	19	19	18	19	19

Tabell 45. Fjärrvärmebalans i *Elektrifiering utan ny kärnkraft*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	34	50	52	52	50	52	52	53	52
<i>Bostäder och service m m</i>	31	46	49	49	46	48	48	49	49
<i>Industri</i>	3,6	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Distributions- och omvandlingsförluster	6,8	8,9	9,5	9,2	9,0	8,5	9,0	9,3	9,9
<i>Distributionsförluster</i>	3,8	7,1	6,3	6,3	6,0	6,2	6,3	6,4	6,4
Total användning	41	59	62	61	59	60	61	62	62
Tillförsel									
Biobränslen	5,3	38	41	40	36	37	38	39	38
<i>Förnybara delen av avfall</i>	2,4	7,6	9,2	10	10	10	11	10	11
Övrigt bränsle	5,1	9,2	8,5	9,2	9,4	9,5	9,8	9,5	10
<i>Torv</i>	2,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fossila delen av avfall</i>	1,6	7,0	8,5	9,2	9,4	9,5	9,8	9,5	10
Oljebänslen	4,1	1,1	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Kol, mas- och kokugns gas	8,2	2,2	1,1	1,1	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0
Naturgas	2,0	1,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El till elpannor	6,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,8	0,9
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,8	6,6	7,1	7,2	6,7	7,1
Spillvärme	3,0	4,8	4,7	4,8	4,9	5,0	5,0	5,2	5,3
Totalt	41	61	62	61	59	60	61	62	62

A.5.2 Elektrifiering med lägre produktionskostnader för vindkraft

Detta är ett känslighetsfall för elproduktionen i scenariot *Elektrifiering* och användarsek-
torernas energianvändning är samma i dessa. Därför presenteras endast tabeller för Ener-
gibalans, el och fjärrvärme nedan.

Tabell 46. Energibalans i *Elektrifiering med lägre produktionskostnader för vindkraft*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Slutlig energianvändning	366	373	374	366	358	352	357	366	372
<i>Industri</i>	140	141	139	143	147	149	158	164	165
<i>Bostäder, service m m</i>	149	147	152	148	145	146	146	148	152
<i>Transporter</i>	77	84	84	75	66	58	53	54	55
Omvandlings- och distributionsförluster	171	158	142	130	130	130	131	87	88
<i>Elproduktion</i>	149	145	128	117	118	118	121	76	77
<i>Fjärrvärme</i>	7,3	7,2	7,8	7,5	7,3	6,3	6,8	7,0	7,5
<i>Raffinaderier</i>	11	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4
<i>Gas, koksverk, masugnar</i>	3,1	2,3	2,3	2,3	1,9	1,9	0,2	0,2	0,2
Ikke energiändamål	23	25	25	25	26	26	28	29	29
Total energianvändning	561	556	540	521	514	508	516	482	490
Tillförsel									
Total bränsletillförsel	273	292	295	278	261	241	221	212	210
<i>Kol, koks, mas- och kokungsgas</i>	32	22	18	18	15	13	2,2	1,4	1,3
<i>Biobränslen</i>	61	141	149	161	162	152	146	144	142
<i>Oljebränslen</i>	168	104	102	75	56	50	46	46	45
<i>Naturgas/stadsgas</i>	6,7	11	11	8,8	10	9,9	10	9,7	9,7
<i>Övrigt bränsle</i>	5,5	14	16	16	17	16	16	11	12
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,8	6,5	7,1	6,9	6,8	6,8
Vattenkraft brutto	73	62	67	68	68	68	68	68	68
Kärnkraft brutto (insatt bränsle)	202	194	171	153	153	153	153	83	83
Vindkraft brutto	0	17	26	46	59	73	111	144	156
Solkraft	0	0	0,8	1,2	1,2	6,7	7,7	9,7	9,7
Import-export el	-1,8	-17	-25	-31	-33	-40	-50	-41	-44
Statistisk differens	8,2	3,2							
Total tillförd energi	561	556	540	521	514	508	516	482	490

Tabell 47. Elbalans i *Elektrifiering med lägre produktionskostnader för vindkraft*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	120	126	128	136	144	157	182	200	209
<i>Industri</i>	53	49	48	54	60	66	83	96	98
<i>Bostäder och service m m</i>	65	74	76	75	75	75	77	80	83
<i>Transporter</i>	2,5	2,6	3,1	6,4	10	16	22	25	28
Fjärrvärme, raffinaderier	10	4,3	4,1	4,2	4,1	4,4	4,7	5,7	5,7
Distributionsförluster	9,1	12	12	13	14	15	18	19	20
Total användning netto	140	142	145	153	162	176	204	226	235
Tillförsel									
Vattenkraft	71	62	67	67	67	67	68	68	68
Vindkraft	0,0	17	26	46	59	73	111	144	156
<i>Landbaserad</i>			26	46	58	73	110	121	123
<i>Havsbaserad</i>			0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	23	34
Kärnkraft	65	66	58	52	52	52	52	28	28
Kraftvärme i industrin	2,6	6,0	6,3	6,3	5,9	5,4	4,8	4,2	3,8
<i>Biobränslen</i>			5,7	5,7	5,4	5,1	4,6	4,2	3,8
<i>Naturgas</i>			0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0
<i>Koks- och masugngaser</i>			0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Olja</i>			0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Kraftvärme i fjärrvärmesystem	2,4	9,0	11	11	11	12	12	13	13
<i>Biobränslen</i>			7,4	8,0	7,5	8,5	8,9	10	10
<i>Avfall</i>			2,3	2,6	2,8	2,8	2,9	2,7	2,7
<i>Naturgas</i>			0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Torv</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kol, inkl koks- och masugngaser</i>			0,8	0,8	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0
<i>Olja</i>			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Värmekraftverk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3
Gasturbin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solkraft	0,0	0,4	0,8	1,2	1,2	6,7	7,7	9,7	9,7
Nettoproduktion	142	160	169	184	196	216	255	267	279
Import-export	-1,8	-17	-25	-31	-33	-40	-50	-41	-44
Total tillförsel netto	140	142	145	153	162	176	204	226	235

Tabell 48. Insatt bränsle för elproduktion i *Elektrifiering med lägre produktionskostnader för vindkraft*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biobränslen	2,2	15	16	17	16	16	16	17	17
<i>Biobränslen, exkl. förnybar del av avfall</i>	2,1	13	15	15	15	15	15	16	15
<i>Förnybara delen av avfall</i>	0,1	1,9	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	1,5
Övrigt bränsle	0,3	2,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
<i>Fossila delen av avfall</i>	0,1	1,8	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
<i>Torv</i>	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oljebränslen	1,8	0,4	0,3	0,2	0,15	0,04	0,03	0,02	0,01
Kol, mas- och kokugns gas	2,4	1,9	1,3	1,3	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kol</i>	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Koks- och masugns gaser</i>	0,9	1,3	1,3	1,3	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0
Naturgas	0,5	0,7	1,0	0,4	0,3	0,2	0,3	0,5	0,5
Totalt insatt bränsle	7,1	20	20	20	19	19	18	19	19

Tabell 49. Fjärrvärmebalans i *Elektrifiering med lägre produktionskostnader för vindkraft*, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Användning									
Total slutlig användning	34	50	52	52	50	52	52	53	52
<i>Bostäder och service m m</i>	31	46	49	49	46	48	48	49	49
<i>Industri</i>	3,6	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Distributions- och omvandlingsförluster	6,8	8,9	9,4	9,2	9,2	8,3	8,7	9,1	9,6
<i>Distributionsförluster</i>	3,8	7,1	6,3	6,3	6,0	6,2	6,3	6,4	6,4
Total användning	41	59	62	61	59	60	61	62	62
Tillförsel									
Biobränslen	5,3	38	41	40	37	37	38	39	38
<i>Förnybara delen av avfall</i>	2,4	7,6	9,2	10	10	10	11	10	11
Övrigt bränsle	5,1	9,2	8,5	9,2	9,4	9,5	9,8	9,5	10
<i>Torv</i>	2,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fossila delen av avfall</i>	1,6	7,0	8,5	9,2	9,4	9,5	9,8	9,5	10
Oljebränslen	4,1	1,1	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
Kol, mas- och kokugns gas	8,2	2,2	1,1	1,1	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0
Naturgas	2,0	1,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El till elpannor	6,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	1,2	1,1
Stora värmepumpar	7,1	4,4	5,0	5,8	6,5	7,1	6,9	6,8	6,8
Spillvärme	3,0	4,8	4,7	4,8	4,9	5,0	5,0	5,2	5,3
Totalt	41	61	62	61	59	60	61	62	62

A.6 Känslighetsfall på transportsektorns trafikarbete

Nedan redovisas två känslighetsfall på högre respektive lägre trafikarbete för inrikes transporter. Känslighetsfallen är inte balanserade, dvs det redovisas inte en fullständig energibalans utan endast hur energianvändningen för inrikes transporter påverkas.

A.6.1 Känslighetsanalys högre trafikarbete

Tabell 50. Energianvändning för inrikes transporter vid högre trafikarbete, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biodrivmedel	0	18	20	16	14	12	11	10	9
<i>Etanol</i>	0	1,4	2,0	1,2	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3
<i>FAME</i>	0	3,2	3,2	2,8	2,6	2,2	2,0	1,9	1,8
<i>HVO</i>	0	11,6	13,1	10,3	9,1	7,9	7,1	6,6	6,3
<i>Biogas</i>	0	1,1	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8
<i>Biobensin</i>	0	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
<i>LBG</i>	0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Flygbränsle förnybart</i>	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oljebränslen	74	64	60	60	54	48	43	39	36
<i>Bensin</i>	49	24	21	17	15	14	12	10	8
<i>Diesel</i>	20	37	36	40	36	31	28	26	25
<i>Eo 1</i>	0,9	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–5</i>	0,7	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
<i>Flygbränsle fossilt</i>	3,4	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
LNG	0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Naturgas	0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El	2,5	2,6	3,1	5,1	7,5	10,3	14,1	18,2	22,1
<i>El, järnväg</i>	2,5	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,8	4,1
<i>El, fordon</i>	0	0,2	0,5	2,2	4,4	7,0	10,6	14,4	18,0
Total energianvändning	77	84	84	81	76	71	68	67	68

A.6.2 Känslighetsanalys lägre trafikarbete

Tabell 51. Energianvändning för inrikes transporter vid lägre trafikarbete, TWh.

	1990	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Biodrivmedel	0	18	20	15	13	11	9	8	8
<i>Etanol</i>	0	1,4	2,0	1,2	0,7	0,5	0,3	0,3	0,2
<i>FAME</i>	0	3,2	3,2	2,7	2,3	2,0	1,7	1,6	1,5
<i>HVO</i>	0	11,6	13,0	9,8	8,3	7,0	6,1	5,5	5,1
<i>Biogas</i>	0	1,1	1,3	1,1	1,0	0,8	0,8	0,7	0,7
<i>Biobensin</i>	0	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
<i>LBG</i>	0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Flygbränsle förnybart</i>	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oljebränslen	74	64	60	57	50	43	37	33	30
<i>Bensin</i>	49	24	21	16	14	12	10	8	7
<i>Diesel</i>	20	37	36	38	33	28	24	22	21
<i>Eo 1</i>	0,9	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
<i>Eo 2–5</i>	0,7	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
<i>Flygbränsle fossilt</i>	3,4	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
LNG	0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Naturgas	0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
El	2,5	2,6	3,1	4,9	7,1	9,5	12,7	15,9	18,9
<i>El, järnväg</i>	2,5	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,8	4,1
<i>El, fordon</i>	0	0,2	0,5	2,1	4,0	6,2	9,1	12,0	14,7
Total energianvändning	77	84	83	78	70	63	60	58	57

A.7 Målberäkningar

Tabell 52. Förnybar energi, energianvändning och förnybar andel enligt direktivets definition år 2018, 2020, 2030, 2040 samt 2050 i de olika scenarierna samt i Referens EU från Långsiktiga scenarier 2018, procent och TWh.

	Faktisk 2018	2020	2030	2040	2050
Referens EU	56,4 %	58 %	64 %	69 %	76 %
Täljaren, förnybar energi	225	249	266	286	317
Nämnaren, energianvändning	399	426	419	413	417
Referens EU i Långsiktiga scenarier från 2018		58 %	66 %	73 %	74 %
Täljaren, förnybar energi		252	287	319	330
Nämnaren, energianvändning		432	431	434	445
Lägre BNP		58 %	65 %	71 %	78 %
Täljaren, förnybar energi		249	267	282	310
Nämnaren, energianvändning		426	412	400	398
Lägre energipriser		58 %	63 %	66 %	67 %
Täljaren, förnybar energi		248	265	274	281
Nämnaren, energianvändning		427	419	416	422
Ytterligare åtgärder		59 %	72 %	76 %	82 %
Täljaren, förnybar energi		250	297	311	340
Nämnaren, energianvändning		426	414	408	412
Elektrifiering		59 %	75 %	85 %	84 %
Täljaren, förnybar energi		252	307	353	365
Nämnaren, energianvändning		426	412	418	437

Tabell 53. Energitillförsel, BNP och energiintensitet för bas- och målår 2020 och 2030.

	Energitillförsel, TWh	Årlig förändring av BNP*, %	BNP ₂₀₁₈ ¹ miljarder kr	Förändring energiintensitet basår-målår, %
Utfall 2008	552		3 992	
Utfall 2005	571		3 699	
2020				
Kortsiktsprognos	484	-2,7	4 629	-24
Referens EU 2018	522	2,4		-25
2030				
Referens EU	490	1,8	5 914	-47
Referens EU 2018	504	2,0		-47
Lägre BNP	484	1,5	5 759	-46
Lägre energipriser	489	1,8	5 985	-47
Ytterligare åtgärder	489	1,7	5 931	-47
Elektrifiering	488	1,7	5 931	-47

Källa: Energimyndigheten och Konjunkturinstitutet.

*För 2020 anges den årliga utvecklingen av BNP som ett snitt mellan 2019 och 2020. För 2030 anges ett snitt mellan 2020 och 2030.

Bilaga B – Förutsättningar och metod

I denna bilaga beskrivs först generella förutsättningar och den generella metoden för framtagandet av scenarierna. Därefter beskrivs de specifika förutsättningarna och metoderna för varje sektor i separata delavsnitt.

B.1 Generella förutsättningar

Energimyndighetens scenarier utgår från beslutade energi- och klimatpolitiska styrmedel i Sverige (till och med 1 juli 2020). Detta inkluderar bland annat koldioxid- och energiskatter på fossila bränslen samt elskatt.

B.1.1 Skatter

I Tabell 54 och Tabell 55 återfinns de generella skattesatser som gällde från den 1 januari 2020 och som har utgjort en förutsättning för scenarierna.

Tabell 54. Energi-, koldioxid- och svavelskatter 1 januari 2020.

	Energiskatt	CO2-skatt	Svavelskatt	Total skatt	Skatt öre/kWh
Bränslen					
Eldningsolja 1, (< 0,05 % svavel)	903	3 420	-	4 323	43,4
Eldningsolja 5, (0,4 % svavel)	903	3 420	108	4 431	41,2
Kol, (0,5 % svavel)	687	2 976	150	3 813	50,4
Gasol	1 160	3 598	-	4 758	37,2
Naturgas	998	2 561	-	3 559	32,5
Råtallolja	4 323	-	-	4 323	44,1
Torv, 45 % fukthalt, (0,24 % svavel)	-	-	40	40	1,4
Drivmedel					
Bensin, blyfri, miljöklass 1	4,10	2,59	-	6,7	73,5
Låginblandad etanol	4,10	2,59	-	6,7	114,8
Diesel, miljöklass 1	2,46	2,25	-	4,7	48,0
Etanol i E85	0,00	0,00	-	0,0	0,0
Låginblandad FAME	2,46	2,25	-	4,7	51,3
Höginblandad FAME	0,00	0,00	-	0,0	0,0
Naturgas/metan	-	2,56	-	2,6	26,4
Gasol	-	3,60	-	3,6	28,1
Elanvändning					
El, norra Sverige	25,7	-	-	25,7	25,7
El, övriga Sverige	35,30	-	-	35,3	35,3
El, industriella processer	0,50	-	-	0,5	0,5

Anm. Utöver skatterna tillkommer moms med 25 % (avdragsgill för företag och industri). Detta är generella skattesatser. Undantag från skattesatserna finns.

Källa: Skatteverket, Energimyndighetens bearbetning.

Tabell 55. Energi- och miljöskatter för industri, jordbruk, skogsbruk och vattenbruk från 1 januari 2020⁹⁴.

	Energiskatt	CO2-skatt	Svavelskatt	Total skatt	Skatt öre/kWh
Bränslen					
Eldningsolja 1	271	3 420		3 691	37,1
Eldningsolja 5	271	3 420	108	3 799	35,3
Kol	206	2 976	150	3 332	44,1
Gasol	348	3 598		3 946	30,9
Naturgas	299	2 561		2 860	26,1
Råttalolja	3 691	-		3 691	37,6
Torv, 45 % fukthalt (0,24 % svavel)		-	40	40	1,4

Anmärkningar: 1) Industri som omfattas av EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU ETS) betalar sedan den 1 jan 2011 ingen koldioxidskatt.

2) Energiskatten för råttalolja för industri, jordbruk, skogsbruk och vattenbruk är lika med den totala skatten för eldningsolja 1 för samma verksamheter.

Källa: Skatteverket, Energimyndighetens bearbetning.

B.1.2 Ekonomisk utveckling

Tre scenarier över den ekonomiska utvecklingen har tagits fram av Konjunkturinstitutet (KI) med hjälp av deras modell EMEC. Scenarierna sträcker sig till 2050. Samma förutsättningar för energipriser och priset på utsläppsrätter används för *Referens EU* och *Lägre BNP* medan de lägre energipriserna används för scenariot *Lägre energipriser*. Skillnaden mellan *Referens EU* och *Lägre BNP* är att i det senare antas en lägre produktivitsutveckling i ekonomin vilket resulterar i en lägre BNP-utveckling. De ekonomiska förutsättningarna i de olika scenarierna ska ses som alternativa utvecklingsbanor för svensk ekonomi i ett långsiktigt perspektiv givet antaganden om produktivitet, selsättning, energieffektivisering och förutsättningar på världsmarknaden. Ekonomiska förutsättningar kan ses i Tabell 56. Ingen bedömning har gjorts om sannolikheten för att en viss utvecklingsbana ska inträffa.

⁹⁴ För anläggningar för vilka utsläppsrätter ska överlämnas enligt 6 kap. 1 § lagen (2004:1199) om handel med utsläppsrätter tas ingen koldioxidskatt ut sedan den 1 januari 2011.

Tabell 56. Försörjningsbalans och sysselsättning i scenarierna, fasta priser, årlig procentuell förändring.

	Referens EU 2015–2035	Referens EU 2035–2050	Lägre energipriser 2015–2035	Lägre energipriser 2035–2050	Lägre BNP 2015–2035	Lägre BNP 2035–2050
BNP	1,72	1,76	1,77	1,84	1,42	1,26
Privat konsumtion	1,87	2,22	2,02	2,26	1,43	1,57
Offentlig konsumtion	1,17	0,87	1,17	0,87	1,17	0,87
Fasta investeringar	1,91	1,72	2	1,76	1,61	1,22
Export	2,58	2,59	2,54	2,72	2,12	1,81
<i>Varuexport</i>	2,58	2,58	2,52	2,64	2,08	1,76
Import	2,6	2,7	2,64	2,75	2,14	1,94
<i>Varuimport</i>	2,71	2,74	2,75	2,82	2,27	2
Arbetade timmar	0,63	0,33	0,64	0,33	0,62	0,3
Produktivitet (BNP/ timmar)	1,08	1,42	1,13	1,5	0,79	0,95

Källa: Konjunkturinstitutet, EMEC.

B.1.3 Bränslepriser och pris på utsläppsrätter (EU ETS)

Antagande om prisutvecklingen för utsläppsrätter i Tabell 57 skiljer sig åt mellan de olika scenarierna. För *Referens EU*, *Lägre BNP*, *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering* är priserna på utsläppspriser givna från EU-kommissionens förutsättningar. För scenarierna *Lägre energipriser* har Energimyndigheten antagit en markant lägre prisnivå för att kunna se vilka effekter det får om utsläppsrätterna inte stiger i den takt som EU-kommissionens förutsättningar ger. Även för råolja, kol och naturgas antas en lägre prisnivå i fallet *Lägre energipriser*. Råoljepriset som redovisas i Tabell 60 baseras på ett lågpris-scenario som tagits fram av EIA⁹⁵.

Tabell 57. Antagna priser på utsläppsrätter för koldioxid, EUR/ton CO₂.

	2018	2020	2030	2040	2050
<i>Referens EU</i>	16	25	30	53	91
<i>Lägre BNP</i>	16	25	30	53	91
<i>Lägre energipriser</i>	16	20	27	35	40
<i>Ytterligare åtgärder</i>	16	25	30	53	91
<i>Elektrifiering</i>	16	25	30	53	91

Källa: Förutsättningar från EU och Energimyndighetens antaganden.

För naturgas och kol som redovisas i Tabell 58 och Tabell 59 baseras priserna på det lägre råoljepriset och det historiska samband mellan råoljepriset och naturgas respektive kol.

⁹⁵ EIA = US Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/>

Tabell 58. Antagna världsmarknadspriser priser för naturgas, USD/mmBTU.

	2018	2020	2030	2040	2050
<i>Referens EU</i>	6	4	6	8	9
<i>Lägre BNP</i>	6	4	6	8	9
<i>Lägre energipriser</i>	6	3	5	5	5
<i>Ytterligare åtgärder</i>	6	4	6	8	9
<i>Elektrifiering</i>	6	4	6	8	9

Källa: Förutsättningar från EU och Energimyndighetens antaganden.

Tabell 59. Antagna världsmarknadspriser för kol USD/ton.

	2018	2020	2030	2040	2050
<i>Referens EU</i>	93	53	86	98	105
<i>Lägre BNP</i>	93	53	86	98	105
<i>Lägre energipriser</i>	93	51	62	64	65
<i>Ytterligare åtgärder</i>	93	53	86	98	105
<i>Elektrifiering</i>	93	53	86	98	105

Källa: Förutsättningar från EU och Energimyndighetens antaganden.

Tabell 60. Antagna världsmarknadspriser för råolja, USD/fat.

	2018	2020	2030	2040	2050
<i>Referens EU</i>	68	42	89	103	126
<i>Lägre BNP</i>	68	42	89	103	126
<i>Lägre energipriser</i>	68	38	42	45	46
<i>Ytterligare åtgärder</i>	68	42	89	103	126
<i>Elektrifiering</i>	68	42	89	103	126

Källa: Förutsättningar från EU. För scenariot *Lägre energipriser*; förutsättningar från EIA (US Energy Information Administration).

Prisscenarier för biodrivmedel har också tagits fram, se Tabell 61. Osäkerheten är dock stor för hur biodrivmedelspriserna kan komma att utvecklas. Beräknade pumppriser för biodrivmedel har tagits fram för basåret 2018. För biobensin finns det inga marknadspriser utan ett påslag om 25 procent på HVO har antagits då biobensinen idag produceras till stor del av samma råvaror som HVO.

Tabell 61. Antagna biodrivmedelspriser, öre per liter.

Typ av biodrivmedel	2018	2020	2030	2040	2050	Enhet
HVO	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	öre/liter
FAME	1 283	1 283	1 283	1 283	1 283	öre/liter
Etanol	961	961	961	961	961	öre/liter
Biobensin	2 025	2 025	2 025	2 025	2 025	öre/liter

Det finns inget prisunderlag från EU-kommissionen för utvecklingen av biodrivmedel. OECD gör däremot prognoser över priser på biodiesel och etanol fram till 2028. I deras senaste prognos⁹⁶ ser prisutvecklingen i reala termer ut att vara något negativ för biodiesel och något positiv för etanol. I scenarierna antas att priserna på biodiesel och etanol är konstanta över hela perioden 2018–2050.

Drivmedelspriserna inklusive energi- och koldioxidskatt men exklusive moms redovisas för *Referens EU* och *Lägre BNP* i Tabell 62. Priserna bygger på ett historiskt samband mellan råoljepriset och fossil bensin och diesel samt de biodrivmedelpriser som antagits i avsnittet ovan. Råoljepriset kommer från de antaganden som erhålls från EU-kommissionen. Scenariot *Lägre energipriser* som redovisas i Tabell 63 bygger på de antagna priserna för råolja i det scenariot. Priserna på biodrivmedel är samma i de båda scenarierna. Drivmedelspriserna för scenariot *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering* redovisas i Tabell 64. Dessa drivmedelspriser inkluderar de högre inblandningsnivåer av biodrivmedel i bensin och diesel vilket krävs för att uppfylla de ökade nivåerna inom reduktionsplikten, detta resulterar i högre produktpriser på bensin- och diesel jämfört med *Referens EU*.

Tabell 62. Drivmedelspriser exkl moms för *Referens EU*, *Lägre BNP*, öre per liter.

Drivmedel	2018	2020	2030	2040	2050	Enhet
Bensin, 95 okt, MK1	1 230	1 187	1 516	1 744	2 041	öre/liter
Diesel, MK1, pumppris	1 234	1 214	1 445	1 607	1 819	öre/liter
Diesel, MK1, bulk	988	960	1 191	1 353	1 565	öre/liter
Fossilt bensinpris	1 221	1 150	1 496	1 728	2 030	öre/liter
Fossilt dieselpris	944	875	1 155	1 329	1 559	öre/liter

Tabell 63. Drivmedelspriser exkl moms för *Lägre energipriser*, öre per liter.

Drivmedel	2018	2020	2030	2040	2050	Enhet
Bensin, 95 okt, MK1	1 230	1 173	1 354	1 542	1 764	öre/liter
Diesel, MK1, pumppris	1 234	1 203	1 325	1 457	1 614	öre/liter
Diesel, MK1, bulk	988	949	1 071	1 203	1 360	öre/liter
Fossilt bensinpris	1 236	1 135	1 322	1 510	1 733	öre/liter
Fossilt dieselpris	956	861	996	1 131	1 289	öre/liter

Tabell 64. Drivmedelspriser exkl moms för *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering*, öre per liter.

Drivmedel	2018	2020	2030	2040	2050	Enhet
Bensin, 95 okt, MK1	1 230	1 187	1 891	2 103	2 373	öre/liter
Diesel, MK1, pumppris	1 234	1 213	1 955	2 093	2 267	öre/liter
Diesel, MK1, bulk	988	959	1 701	1 839	2 012	öre/liter
Fossilt bensinpris	1 221	1 150	1 496	1 728	2 030	öre/liter
Fossilt dieselpris	944	875	1 155	1 329	1 559	öre/liter

⁹⁶ OECD-FAO *Agricultural Outlook 2019-2028*, OECD, 2019.

B.1.4 Elpris

Elpriser tas fram i två steg. Först tas preliminära elpriser fram i modellen Times-Nordic med de förutsättningar som gäller för scenarioarbetet. De preliminära elpriserna används sedan för att bedöma användarsektorens energianvändning.

De slutliga elpriserna tas sedan fram genom att Times-Nordic optimerar energisystemet samt elproduktionen och som ett resultat fås elpriser för respektive år och scenario.

Elpriset ska ses som ett systempris för Sverige och redovisas som ett årsmedelvärde. Elpriser i respektive scenario kan ses i Tabell 65.

Tabell 65. Svenskt systempris för 2018 (SE3) samt i de olika fallen, årsgenomsnitt, kr/MWh.

	2018	2030	2040	2050
<i>Referens EU</i>	458	312	431	479
<i>Lägre BNP</i>	458	312	421	477
<i>Lägre energipriser</i>	458	298	373	409
<i>Ytterligare åtgärder</i>	458	312	431	479
<i>Elektrifiering</i>	458	365	496	556
<i>Elektrifiering utan ny kärnkraft</i>	458	365	488	561
<i>Elektrifiering, lägre produktionskostnader för vindkraft</i>	458	368	456	503

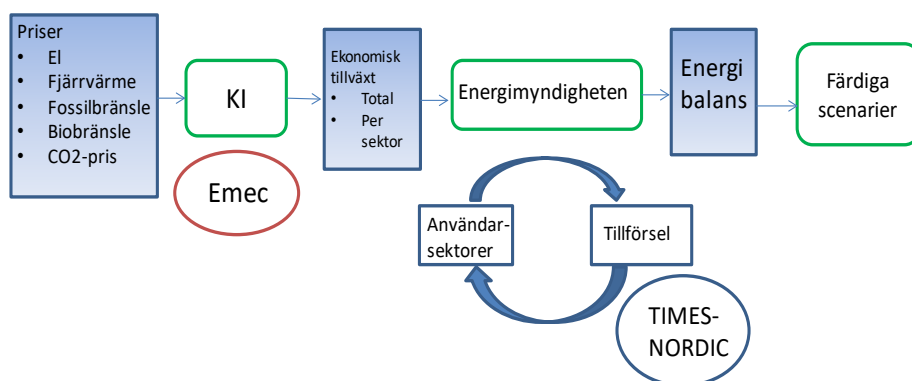
Källa: Nord Pool för 2018 och övriga år Times-Nordic.

B.1.5 Statistikunderlag

Scenarierna utgår i första hand från årlig officiell statistik. Denna kompletteras vid behov av kortperiodisk statistik. Den kortperiodiska statistiken omfattar huvudsakligen kvartalsvis bränslestatistik och månadsvis bränsle- och elstatistik från energileverantörerna. Den årliga statistiken utgörs främst av årliga energibalanser och årlig användarstatistik. Trots att statistiken som används i scenarierna i huvudsak är densamma som i andra statistikpublikationer, till exempel Energimyndighetens rapport Energiläget eller Energimyndighetens kortsiktsprognoser, kan det finnas mindre skillnader i både bas- och scenarioår. Detta beror på att definitioner av olika energibärare och energiändamål i viss mån skiljer sig åt mellan publikationerna samt att olika metoder används för scenarier och prognoser.

B.2 Generell metodbeskrivning

Energimyndighetens scenariometod beskriver utvecklingen av energisystemet utifrån antaganden om den ekonomiska utvecklingen, energipriser, sektorsspecifika förutsättningar, styrmedel etc. Processen illustreras i Figur 49.



Figur 49. Processbild över framtagande av långsiktiga scenarier.

Steg nummer ett är att scenarier över bränsle-, samt el- och fjärrvärmepriser tas fram. Vissa av dessa scenarier (utsläppsrätter, råolja, kol och naturgas) levereras av EU-kommissionen. Scenarier för el- och fjärrvärmepriser samt fasta biobränslen tas fram genom modellen Times-Nordic. Därefter gör Konjunkturinstitutet (KI) ekonomiska scenarier baserat på dessa förutsättningar. Därefter bestäms de förutsättningar som gäller specifikt för varje sektor. Dessa redovisas senare i denna bilaga.

Prisscenerierna och de ekonomiska scenerierna går sedan in som förutsättningar till användarsektorernas scenarier. Scenarier över energianvändningen i respektive sektor (transport, industri och bostäder och service m.m.) tas fram baserat på dessa. Energinbehovet från användarsektorerna fungerar sedan som input till Times-Nordic, som optimerar hela det nordiska energisystemet så att den totala kostnaden för att tillhandahålla energiefterfrågan minimeras. Modellen tillåter handel med el mellan de nordiska länderna (exklusive Island) samt Tyskland, Polen och Baltikum. I modellen optimeras sedan bland annat hur uppvärmningsbehovet i bostadssektorn ska tillgodoses samt energitillförsel för omvandling till och distribution av el och fjärrvärmeproduktion. I modellen hanteras dock inte transportsektorn, det är endast elbehovet i transportsektorn som är en parameter i modellen.

Tillförselsektorn gör sina scenarier utifrån användarsektorernas scenarier och Times-Nordic modellresultat. Detta resulterar i kompletta energi-, el- och fjärrvärmebalanser. För att gå ifrån resultatet från Times-Nordic till energibalanserna behöver Energimyndigheten lägga till det som saknas i modellen som till exempel transportsektorn och vissa bränslen, dela upp andra bränslen i fler kategorier eftersom bränslefördelningen i balansen inte riktigt är densamma som i modellen.

B.3 El- och fjärrvärmeproduktion

I denna bilagedel redovisas de viktigaste övergripande antaganden för el- och värmeproduktion som används i Energimyndighetens långsiktiga scenarier. De utgör även ingångsvärden till energisystemmodellen Times-Nordic.

För att modellera el- och fjärrvärmeproduktionen utifrån antagna förutsättningar har modellberäkningar genomförts i energisystemmodellen Times-Nordic⁹⁷. Viktigt att notera att detta är en energisystemsmodell som inte bara fokuserar på el- och fjärrvärmeproduktion. Delar av resultaten kopplade till elmarknaden från dessa scenarier kommer att användas för vidare analyser inom arbetet Hållbar elektrifiering⁹⁸ där kompletterande modellsimuleringar görs i en elmarknadsmodell⁹⁹.

B.3.1 Elproduktion

Modellverktyget Times-Nordic omfattar en lång rad av olika tekniker för elproduktion, såväl befintliga tekniker som nya tekniker, som kan väljas genom investeringar om det blir lönsamt. De enskilda teknikerna beskrivs med ett antal prestanda- och kostnadsparametrar såsom investeringskostnader, drift- och underhållskostnader, livslängd, verkningsgrader, bränslekostnader (styrs av bränsleval och verkningsgrad), tillgänglighet med mera.

Dataunderlaget är till viss del hämtat ur den återkommande publikationen *El från nya anläggningar*¹⁰⁰ men då den senaste tillgängliga rapporten är från 2014 är delar uppdaterade. Även andra publika källor som exempelvis *World Energy Outlook* samt *Energy Technology Perspectives* av IEA¹⁰¹ används samt antaganden och bedömningar av Profu, Energimyndigheten och branschorganisationer. Utöver kostnads- och teknikrelaterade data kopplas de olika teknikerna i förekommande fall till potentialbegränsningar till följd av exempelvis begränsningar i utbyggnadstakt, kommersialisierungsgrad samt politiskt satta mål och begränsningar.

För resultatet kan det vara viktigt att poängtera att elsystemet under de närmaste 20–30 åren genomgår en omfattande förändring som gör utfallet osäkert. Runt 100 TWh elproduktion når sin ekonomiska livslängd samtidigt som vi ser en potentiellt stor förändring av elanvändning både med avseende på hur el används och hur mycket el som kommer att användas i framtiden. Samtidigt finns en stor potential av vindkraft och solkraft samt en möjlighet till både livstidsförlängning och nybyggnation av kärnkraft. Det finns därmed ett stort utfallsrum och möjliga scenarier beroende på vilka antaganden som görs kring detta. Det bör också påpekas att det svenska elsystemet är starkt beroende av utvecklingen i omvärlden exempelvis elanvändningen i Nordeuropa, utvecklingen av internationella bränsle- och utsläppspriser, överföringskapacitet etc.

⁹⁷ <http://www.profu.se/times.htm>

⁹⁸ Hållbar elektrifiering är ett programområde inom Miljömålsrådet. En scenariorapport presenteras våren 2021.

⁹⁹ TheMA-modellen, <https://thema.no/prisprognoser-og-modeller/kraftmarkedsmoell/>

¹⁰⁰ El från nya och framtida anläggningar 2014 | (energiforsk.se)

¹⁰¹ World Energy Outlook 2020 – Analysis – IEA samt Nordic Energy Technology Perspectives – Analysis – IEA

B.3.2 Vattenkraft

För den svenska vattenkraften är utgångspunkten en normalårsproduktion på 67 TWh vilket motsvarar medelvärde av de senaste 20 årens vattenkraftsproduktion. Vidare antas en ökad tillrinning till följd av klimatförändringar som bedöms ge en ökad elproduktion på 2 TWh¹⁰². Samtidigt ska vattenkraften miljöanpassas och få nya miljövillkor¹⁰³ vilket antas minska produktionen med 1,5 TWh¹⁰⁴. Sammantaget innebär detta att elproduktionen ökar med 0,5 TWh under modellperioden. Av dessa 0,5 TWh antar vi att 0,25 TWh av ökningen sker 2030 ($67 + 0,25 \text{ TWh} = 67,25$) och ytterligare 0,25 TWh 2040 ($67,25 + 0,25 = 67,5 \text{ TWh}$). Samma produktion som 2040 antas gälla för 2050. I tillägg till detta antas en potential för ny småskalig vattenkraft på cirka 100 MW från och med 2030 (cirka hälften tillgängligt 2025) samt en effekthöjning i storskaliga verk på cirka 300 MW från och med 2030 (cirka hälften tillgängligt år 2025). Kostnaden för nyttillkommen kapacitet uppgår till omkring 40–50 öre/kWh beroende på typ av investering.

För Norges del antas en normalårsproduktion på 136 TWh. Till detta läggs ett antagande om ökad tillrinning på 2,5 TWh under modellperioden, vilket återigen baseras på SMHI:s klimatscenario RCP 4,5 samt Svenska kraftnäs bedömning av hur det påverkar elproduktionen. Av dessa 2,5 TWh antar vi att 1,25 TWh sker 2030 ($136 + 1,25 = 137,25 \text{ TWh}$) och ytterligare 1,25 TWh under 2040 ($137,25 + 1,25 = 138,5 \text{ TWh}$). Samma produktion som 2040 antas gälla för 2050. I tillägg till detta finns en potential för nyinvesteringar i norsk vattenkraft som uppgår till drygt 10 TWh till 2035, förutsatt att modellen finner dessa investeringar lönsamma.

B.3.3 Kärnkraft

Från och med modellår 2025 (2020 är närmast föregående modellår) antar vi att endast sex reaktorer är i drift i Sverige (R3–4, F1–3 och O3).¹⁰⁵ Den tekniska livslängden för dessa reaktorer antas uppgå till 60 år sedan driftstart. Det innebär att befintlig kärnkraft finns tillgänglig ända fram till 2045 (se Tabell 66). Därefter antas i modellen en möjlighet till livstidsförlängning från 60 år till 80 års drifttid för de tre yngsta reaktorerna, det vill säga R4, O3 och F3. Livstidsförlängningar antas kosta mellan omkring 7 000–10 000 SEK/kW el¹⁰⁶. I modellbeskrivningen modelleras de återstående sex reaktorerna (efter 2020) som separata enheter. Utnyttjningstiden för de befintliga svenska kärnkraftverken antas ligga på typiskt 85–90 procent under stora delar av beräkningsperioden.

¹⁰² Klimatförändringen och den ökade tillrinningen bygger på SMHI:s klimatscenario RCP 4,5 och en bedömning av förändrad elproduktion av Svenska kraftnät.

¹⁰³ Havs- och vattenmyndigheten, *Nationell plan för moderna miljövillkor för vattenkraften*. <https://www.havochvatten.se/vattenkraft-och-arbete-i-vatten/vattenkraftverk-och-dammar/nationell-plan-for-omprovning-av-vattenkraft/nationell-plan-for-omprovning-av-vattenkraft.html>

¹⁰⁴ Ett nationellt riktvärde på 1,5 TWh har angetts i den Nationella planen och motsvarar vad som, på nationell nivå, kan anses vara betydande negativ påverkan på kraftproduktionen. När och hur ska riktvärdet 1,5 TWh användas? – Nationell plan för omprovning av vattenkraft – Vattenkraft och arbete i vatten – Havs- och vattenmyndigheten ([havochvatten.se](https://www.havochvatten.se))

¹⁰⁵ Under modellår 2020 finns även R1 tillgänglig.

¹⁰⁶ Baserat på uppgifter i Quist (2020), "Modellering av svensk elförsörjning – Teknisk underlagsrapport"

Tabell 66. Installerad effekt för de befintliga svenska kärnkraftverken utan livstidsförlängning, GW.

Modellår	2015	2020	2030	2035	2040	2045	2050
Tillgänglig effekt	9,0	7,7	6,9	6,9	6,9	2,6	0

Förutom livstidsförlängningar i de tre yngsta befintliga reaktorerna antas också att investeringar i helt nya reaktorer är möjliga, förutsatt att modellen finner det lönsamt, i samtliga scenarier. Potentialen för nyinvesteringar motsvarar en ny reaktor tidigast 2040, ytterligare en reaktor tidigast 2045 och ytterligare två reaktorer tidigast 2050, det vill säga totalt fyra nya reaktorer. Därmed är antalet reaktorer i drift begränsade till maximalt sju stycken inklusive tre livstidsförlängningar. Antagande om maximalt fyra nya reaktorer under scenarioperioden är gjorda för att reflektera flaskhalsar i form av personal för byggandet av reaktorerna samt långa planeringshorisonter. Då de nya reaktorerna antas ha en genomsnittlig effekt på 1 GW blir alltså potentialen för kärnkraft i Sverige 2050 7,7 GW (4 GW i nya reaktorer och 3,7 GW i livstidsförlängningar)¹⁰⁷.

Uppskattade kostnader för ny kärnkraft återfinns i Tabell 67. Med de här använda kalkylräntorna, livslängderna och utnyttjningstiderna så blir den totala produktionskostnaden för ny kärnkraft omkring 60 öre/kWh el (exklusive eventuella produktionsskatter). Den termiska effektskatten antas vara utfasad från och med 2020 och produktionsskatten består endast av en relativt liten del (som finansierar det framtida slutförvaret, omkring 40 SEK/MWh el).

Tabell 67. Antagna kostnader för ny kärnkraft.

Investeringskostnad (SEK/kW el)	Fast D&U (SEK/kW el)	Rörlig D&U och bränslekostnad (SEK/MWh el)	Livslängd (år)
55 000	550	100	50

B.3.4 Biobränslebaserad elproduktion

Ny biobränslebaserad kraftproduktion kan i modellen ske i en lång rad olika tekniker och olika storleksutföranden omfattande bland annat konventionella kraftvärmeverk, IGCC-anläggningar (Integrated Gasification Combined Cycles), BECCS (biobränsle i kombination med CO₂-avskiljning), sodapannor (med och utan förgasning), biogasmotorer samt samförbränningsanläggningar som kan sameldas med torv och kol. De huvudsakliga begränsningarna för biobränslebaserad kraft relateras till bränsleresurser och bränslepriser samt fjärrvärmeunderlag (även kondensproduktion ingår i modellen men är generellt avsevärt dyrare än kraftvärmeproduktion). Typiska data för ett konventionellt biobränslekraftvärmeverk återfinns i Tabell 68. Med rök-gaskondensering, vilket förutsatts för dessa anläggningar, landar totalverkningsgraden på omkring 105–110 procent räknat på det undre värmevärdet.

¹⁰⁷ I sammanhanget är den totala kapacitetspotentialen (4 GW) mer relevant än den installerade kapaciteten per reaktor. I praktiken skulle andra effektkombinationer vara möjliga.

Tabell 68. Typiska data för ett konventionellt biobränslekraftvärmeverk med rökgas-kondensering i tre storleksutföranden (vissa parametrar, exempelvis verkningsgrad och alfavärde antas utvecklas över tid).

	Investering (SEK/kW el)	Fast D&U (SEK/kW el)	Rörlig D&U (SEK/MWh el)	Verkningsgrad (%)	Alfavärde	Livslängd (år)
Stort verk (ca 80 MW el)	25 500	380	80	30–32 (el)	0,38–0,41	30
Mellanstort verk (ca 30 MW el)	34 500	580	85	28–30 (el)	0,35–0,39	30
Litet verk (ca 10 MW el)	45 000	920	85	25–27 (el)	0,32–0,34	30

För biobränslebaserade tekniker antas generellt ingen reduktion av investeringskostnaderna över tiden till följd av teknisk utveckling, med undantag för IGCC-anläggningar.

Som nämnts omfattar modellbeskrivningen även koldioxidavskiljning i samband med biobränsleförbränning i kraftvärmeverk (denna möjlighet är begränsad till att endast omfatta anläggningar i fjärrvärmesektorn). Mer om detta i kapitlet om CCS längre fram i bilagan, se avsnitt B.3.8.

Vidare ingår även avfallsbaserad kraft- och värmeproduktion. Trots höga investeringskostnader så är detta generellt ett lönsamt alternativ på grund av de negativa bränslekostnaderna (till följd av mottagningsavgifterna).

I modellbeskrivningen för Danmark och länderna utanför Norden är beskrivningen av biobränslemarknaden samt el- och fjärrvärmeproduktion baserad på biobränsle beskriven med en lägre detaljeringsgrad än i framförallt Sverige och Finland. I Norge antas potentialen för biobränslebaserad el- och fjärrvärmeproduktion vara relativt begränsad på grund av det begränsade fjärrvärmeunderlaget. Vi antar i beräkningarna att biobränsle kan användas i sameldning i såväl existerande moderna som nya stenkolskraftverk med en maximal inblandning på mellan 10–20 procent räknat i energienheter.

B.3.5 Gaskraft

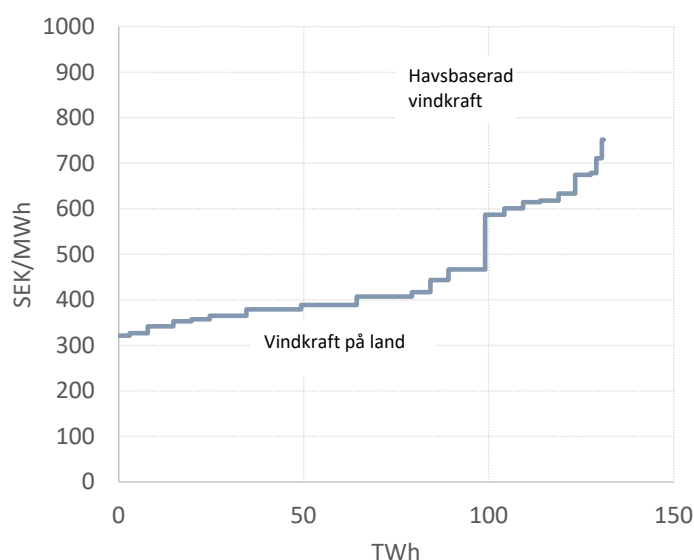
Efter 2020 antar vi att endast ett större gaskraftvärme finns kvar i drift i Sverige, nämligen Ryaverket i Göteborg på knappt 0,3 GW. Ny gaskraft kan byggas ut i Sverige (och i övriga inkluderade länder) genom nyinvesteringar om modellen finner dessa lönsamma. Typiska indata för gasbaserad kraft- och kraftvärmeproduktion presenteras i Tabell 69. Verkningsgraden utvecklas över tid.

Tabell 69. Typiska data för gasbaserad kraft- och kraftvärmeproduktion.

	Investering (SEK/kW el)	Fast D&U (SEK/kW el)	Rörlig D&U (SEK/MWh el)	Verkningsgrad (%)	Alfavärde	Livslängd (år)
Kondenskraft	7 000	40	15	55–62	-	30
Kraftvärme, stor	9 500	70	20	45–50 (el)	1,1	30
Kraftvärme, liten	12 500	120	25	45–50(el)	1	30

B.3.6 Vindkraft

Det finns ett antal pågående utbyggnadsprojekt för vindkraft som kommer att färdigställas under de närmaste åren. I modellen byggs dessa ut exogent och 2025 kommer det att finnas cirka 40 TWh vindkraft. Utöver dessa 40 TWh ingår 12 olika landbaserade klasser respektive 9 olika havsbaserade klasser i Sverige i modellen. Kostnadsantaganden för ny vindkraft i Sverige är baserade på underlag från Energimyndigheten (2016)¹⁰⁸, en något mindre omfattande uppdatering av Energimyndigheten från 2018 samt en kostnadsrevision i detta scenarioarbete vilket innebär att kostnadskurvan parallellförflyttas nedåt för att avspegla en fortsatt kostnadsminskning. Omkring 100 TWh landbaserad vindkraft antas vara tillgänglig för utbyggnad (se Figur 50) utöver de drygt 40 TWh som antas utgöra projekt under uppförande och vara på plats 2025 (till dess kan modellen välja att bygga ytterligare kapacitet om det är lönsamt). I modellen tillkommer vissa element av de så kallade systemintegrationskostnaderna (exempelvis avseende reservkapacitet och viss nätutbyggnad), i synnerhet vid mycket stora volymer av vindkraft. Dessutom tar modellen viss hänsyn till att intjäningsförmågan förändras till det sämre när andelen vindkraft når en viss gräns (ju mer vindkraft i systemet desto mer reduceras det elpris som vindkraftverken erhåller).



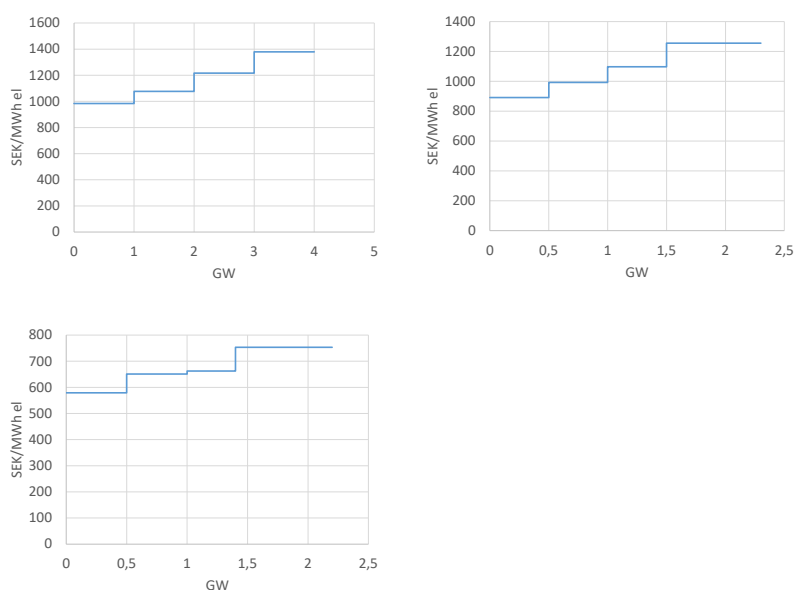
Figur 50. Produktionskostnad för ny vindkraft i Sverige, givet 25 års livslängd och 6 procent kalkylränta (realt).

¹⁰⁸ Produktionskostnader för vindkraft i Sverige, ER 2016:17, Energimyndigheten.

Vi antar också att de vid 2025 befintliga drygt 40 TWh kan ersättas med nya turbiner när de befintliga turbinerna är uttjänta på grund av ålder. Detta sker alltså för en relativt stor del av den befintliga parken vid slutet av modellperioden. Vi antar då att de nya turbinerna har en högre utnyttjningstid än de gamla och att man kan återutnyttja en del av infrastrukturen på plats såsom vägar, anslutning till elnät med mera. Till följd av detta antas att investeringskostnaden för sådana utbytesprojekt utgör cirka 80 procent av motsvarande investeringskostnad för en anläggning som byggs på en helt ny plats (en så kallad ”greenfield”-anläggning). I syfte att analysera den relativa lönsamheten för ny kärnkraft har ett känslighetsfall (*Elektrifiering med lägre produktionskostnader för vindkraft*) konstruerats där kostnadsminskningar antas ske för både land- och havsbaserad vindkraft utöver det som sker enligt ovannämnda standardantaganden. I känslighetsfallet är landbaserad vindkraft 15 procent lägre år 2040 och havsbaserad vindkraft är 40 procent lägre än i övriga scenarier.

B.3.7 Solkraft

På samma sätt som för vindkraft beskrivs investeringar i ny solet med ett relativt stort antal kostnadsklasser. Underlaget bygger på en studie som Profu utförde åt Energimyndigheten under 2018.¹⁰⁹ De olika kostnadsklasserna täcker in solet på tak (villor, flerbostadshus och lokaler) samt friliggande solesparker på mark, se Figur 51.



Figur 51. Produktionskostnader för solet i Sverige på villatak (uppe till vänster), flerbostadshus och lokaler (uppe till höger) och på mark (nedre figuren). För samtliga investeringar räknar vi med en livslängd på 30 år och en kalkylränta på 6 procent realt.

¹⁰⁹ Profu 2018, ”Teknisk-ekonomisk kostnadsbedömning av solceller i Sverige”, studie på uppdrag av Energimyndigheten.

I modellbeskrivningen har kombinationen solcell och batterier utelämnats. En batterilösning skulle medföra en jämnare produktion (solcell plus batteri) över dygnet och därigenom en högre andel egenförbrukning. Generellt är dock modellbeskrivningen tidsmässigt något för trubbig (inom ett år) för att fullt ut inkludera de olika aspekterna på solelsproduktion i kombination med batterilager.

I modellberäkningarna antas att en skatterabatt på 60 öre/kWh erhålls för såld el för takapplikationer. I skrivande stund är inget sagt om fortvarigheten för detta stöd. I detta arbete antas därför att denna skatterabatt finns kvar under hela scenarioperioden, det vill säga fram till 2050. Vid egenförbrukning slipper man också betala elskatt och rörlig elnätsavgift.

B.3.8 Carbon Capture and Storage (CCS)

Avskiljning och deponering av CO₂ finns med som en option för att väsentligt minska utsläppen från vissa fossila kraftslag i samtliga modellerade länder. Vi antar av praktiska och modelltekniska skäl att CCS endast är tillgänglig i nya anläggningar (alternativet kan utgöras av en ny konventionell anläggning utan CCS). Att tilläggsinvestera i CCS i en redan befintlig anläggning inkluderas därmed inte. För CCS-anläggningar antas en avskiljningsgrad på 90 procent samt en minskning i elverkningsgrad med typiskt 10 procentenheter jämfört med en konventionell anläggning. Kostnadsantagandena rörande CCS bygger i allt väsentligt på IPCC (2005), IEA (2004) och ENCAP-projektet (2008) samt Profus bedömningar¹¹⁰. Typiska CCS-kostnader uppgår till omkring 40–60 EUR/ton CO₂ beroende på teknik och bränsle (kol och naturgas).

I modellbeskrivningen ingår även möjligheten till avskiljning av biogena utsläpp (BECCS) från biobränsleeldad kraftvärme i Sverige. Kostnaden för detta antas vara högre än för de storskaliga fossileldade anläggningarna på kontinenten, närmare bestämt omkring 60–80 EUR/ton (inklusive transport och lagring; kalkylränta på 6 procent reall), men kompenseras delvis av den intäkt som anläggningen antas erhålla och som är lika stor som priset på CO₂ inom EU ETS¹¹¹.

Vidare antas att lagringspotentialen för avskild CO₂ (fossil respektive biogen) är i det närmaste oändlig för de modellerade länderna. Man ska dock komma ihåg att det i nuläget råder tämligen stora osäkerheter beträffande kostnader och potentialer för CCS i samband med kraftproduktion. Detta eftersom det helt enkelt saknas kommersiell erfarenhet även om det pågår försöksverksamhet i såväl Sverige som Norge. Med tanke på detta har vi valt en relativt konservativ ansats i våra antaganden.

¹¹⁰ IPCC (2005): "IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage", Cambridge University Press, ISBN-13 978-0-521-86643-9. IEA (2004): "Prospects for CO₂ Capture and Storage", ISBN 92-64-10881-5. ENCAP-projektet <http://www.encapco2.org/publicsumreports.htm>

¹¹¹ Kostnadsuppskattningarna för BECCS är delvis tagna från den Klimatpolitiska vägvalsutredningen från 2020 ("Vägen till en klimatpositiv framtid", SOU 2020:4) som anger ett kostnadsspann på 650–1100 SEK/t inklusive transport och lagring av avskild CO₂.

B.3.9 Övriga länder

Times-Nordic inkluderar i huvudsak de stationära energisystemen (exklusive transporter) i de fyra nordiska länderna Sverige, Norge, Finland och Danmark. Dessutom omfattar modellen elproduktion och elförbrukning samt en aggregerad beskrivning av fjärrvärmesystemen i Tyskland, Polen och de tre baltiska staterna Estland, Lettland och Litauen, se Figur 52. Av resursmässiga skäl är detaljrikedomen i modellverktyget lägre i de övriga länderna jämfört med den svenska beskrivningen. Databasen omfattar dock ett antal viktiga energi- och koldioxidskatter även i de övriga länderna samt vissa riktade stöd till förnybar elproduktion. I Tyskland och Polen antar vi att andelen förnybar elproduktion växer till följd av produktionsmål, cirka 60–70 procent av bruttoelförbrukningen i Tyskland till 2050 (idag ligger andelen på drygt en tredjedel) respektive cirka 30 procent i Polen fram till 2050. Detta antagande är scenarieroende och exemplet avser *Referens EU*. I dessa bägge länder ingår därmed ingen explicit beskrivning av stödsystemen.



Figur 52. Länder i norra Europa som ingår i Times-Nordic (i mörkare färg).

I modellen är de ingående länderna inte ytterligare uppdelade i underregioner eller prisområden för el. Istället utgör varje land ett unikt elprisområde. Det gör också att exempelvis Sverige behandlas som ett elprisområde och inte, som i verkligheten, fyra olika elprisområden.

De antagna bränslepriserna (förutom vissa transmissions- och distributionspåslag samt kostnadsfördelar beroende på skalfördelar) och vissa centrala teknikdata (kostnader och prestanda) är gemensamma för samtliga i modellen beskrivna länder. Vindtillgänglighet och tillgång till biomassa är dock exempel på parametrar som antas skilja sig mellan länderna.

Förutsättningarna i de övriga länderna i modellverktyget har signifikant påverkan på den gemensamma elmarknaden och därmed på utvecklingen i Sverige. Förnybarhetspolitiken i grannländerna är en sådan faktor och elbehovsutvecklingen utgör en annan. Den antagna (brutto)elbehovsutvecklingen för samtliga länder presenteras i Figur 53 för *Referens EU* (en del av elförbrukningen i de nordiska länderna är ett modellresultat). Underlaget bygger på ENTSO-E (2020) "National Trends", förutsättningar från Energimyndigheten samt Profus antaganden.



Figur 53. Bruttoelförbrukning i de inkluderade länderna (samtliga länder uppe till vänster, de nordiska länderna uppe till höger och de baltiska staterna i den nedre figuren). Elförbrukningen är delvis ett modellresultat för de nordiska länderna (exemplet visar referensfallet för detta uppdrag) medan elförbrukningen för övriga länder utgör indata. Källa 1990–2016: Eurostat.

B.3.10 Elhandel med grannländer

Elhandeln mellan de ingående länderna begränsas initialt av existerande överföringskapaciteter. Från och med modellår 2030 antas att den planerade förstärkningen mellan Tyskland och Sverige, Hansa Powerbridge på 700 MW, är på plats. Om det är ekonomiskt lönsamt så finns det dock i modellverktyget en möjlighet att ytterligare förstärka överföringsförbindelserna genom nya investeringar.¹¹² I modellen finns dessutom ett antagande om en rimlig övre utbyggnadstakt för ny överföringskapacitet om den blir lönsam i beräkningarna. Elhandeln mellan länderna inom Norden och mellan de nordiska länderna och Tyskland/Polen/Baltikum är med andra ord ett modellresultat.

Dessutom ingår i modellen en importmöjlighet från Ryssland in till Finland. Denna import ligger på 5 TWh från och med modellens startår (2005) och antas generellt vara så pass billig att den utnyttjas (på senare år har dock denna import sjunkit relativt kraftigt till följd av förändringar på den ryska elmarknaden).

Den kortsiktiga balanshandeln mellan länderna omfattas inte av modellbeskrivningen eftersom tidsindelningen inom ett kalenderår är för trubbig. Modellen använder sig av 12 tidssteg eller perioder inom ett modellår och det är följaktligen elprisskillnaderna

¹¹² För ny överföringskapacitet mellan länderna i modellen antar vi en investeringskostnad (omräknad till öre/kWh) på omkring 5–10 öre/kWh överförd el beroende på vilka länder som knyts samman. I denna kostnadsuppskattning ingår även ett antagande om att de nationella stamnäten inom respektive land måste förstärkas något.

mellan de olika länderna för dessa 12 perioder som driver import/export och utbyggnad av överföringskapaciteten. Vi har därför i modellbeskrivningen inte använt oss av hela den existerande överföringskapaciteten utan antagit att en mindre del (omkring 10 procent) reserveras för den kortsiktiga balanshandeln, vilken med andra ord inte inkluderas i modellen. Tillgängligheten till den återstående kapaciteten antas också vara något begränsad på grund av eventuella driftavbrott, svagheter i respektive lands elnät och så vidare (vi antar en maximal utnyttjningsgrad på cirka 75 procent till och från kontinenten och cirka 85 procent mellan de nordiska länderna; delvis baserat på statistik).

B.3.11 Fjärrvärme – Hetvattenpannor

Fjärrvärme kan produceras i kraftvärmeverk, hetvattenpannor (bränsle eller el) och värmepumpar. Även industriell spillvärme och solvärme antas (inom vissa begränsningar) vara tillgängligt för fjärrvärmeförsörjning. I tidigare avsnitt redogörs för några viktiga antaganden för kraftvärme. I Tabell 70 presenteras nyckeldata för två typiska hetvattenpannor, en fastbränsleeldad och en gaseldad (bränslekostnader och styrmedel är bränslespecifika och tillkommer i modellen men redovisas inte i tabellen).

Tabell 70. Typiska produktionskostnader för fjärrvärme i värmeverk (hetvattenpannor).

	Investering (SEK/kW värme)	Fast D&U (SEK/kW värme)	Rörlig D&U (SEK/MWh värme)	Verkningsgrad (%)	Livslängd (år)
Naturgas	4 000	25	15	90	30
Biobränsle, torv eller stenkolk	8 000	100	20	90–95	30

B.3.12 Övrigt

Livslängderna för olika tekniker skiljer sig åt, och det gäller också om det är befintliga tekniker eller om det rör sig om nyinvesteringar. Typiska tekniska livslängder för ny el- och fjärrvärmeproduktion är 30 år. För ny kärnkraft och vattenkraft antas längre livslängder än så, typiskt 50 år. För småskaliga och användarnära tekniker antar vi kortare tekniska livslängder, till exempel 20 år för bergvärmepumpar och pelletspannor. För infrastruktur som elnät och fjärrvärmenät antar vi däremot klart längre livslängder. Kalkylräntorna ligger inom 3–10 procent beroende på inom vilken sektor investeringen görs. För investeringar i nätinфраstruktur förutsätts en ränta i den nedre delen av det intervallet medan investeringar i exempelvis effektiviseringsåtgärder inom byggnadsstocken förutsätter en kalkylränta i den övre delen av intervallet. För el- och fjärrvärmeproduktion antas en real kalkylränta på 6 procent. Detsamma gäller investeringar inom industrin.

Modellens tidshorisont sträcker sig mellan 2005 och 2050 i steg om fem år. Fram till 2015 beskrivs därmed det befintliga systemet. Vi utgår dock från normalår (med avseende på tillrinning i vattenmagasin och temperatur) såväl mellan 2005 och 2015 som fram till 2050. Beräkningsresultaten för exempelvis 2015 kan därmed skilja sig från det verkliga utfallet (det finns naturligtvis ytterligare faktorer som modellen inte förmår beskriva och som därmed leder till skillnader mellan beräknade värden och verkligheten). Som vi nämnt tidigare så delas ett modellår i sin tur in i 12 perioder (fyra årstider och dag/efter-

middag/natt per årstid) när det gäller efterfrågan på och tillförsel av el och fjärrvärme. För varje period beräknar därmed modellen en unik marginalkostnad. För andra energibärare som exempelvis fossila bränslen och biobränslen antar vi ingen säsongsuppdelning i prisbild (eller efterfrågan och utbud) inom ett modellår. Däremot ändras priserna, som vi redovisat tidigare, generellt över modellåren, se Bilaga B.1.

B.4 Transportsektorn

B.4.1 Energimyndighetens beräkningsmodell

Energimyndigheten använder i scenarioarbetet för transportsektorn en beräkningsmodell där energianvändningen inom transportsektorn räknas fram baserat på ett antal förutsättningar och antaganden. Till Energimyndighetens modell inhämtas viktiga indata från exempelvis Konjunkturinstitutets modelleringar om framtida ekonomisk utveckling samt fordonsflottans utveckling och fordonsspecifik förbrukning från Trafikverkets modell HBEFA.

B.4.2 Transportscenarier

Referens EU

I *Referens EU* används de priser på fossila bränslen och utsläppsrätter som EU-kommisionen levererar till Energimyndigheten. I detta scenario används även de ekonomiska förutsättningar som Konjunkturinstitutet (KI) tar fram för *Referens EU*.

Lägre BNP

I detta scenario används en lägre utveckling av BNP (från KI) än i *Referens EU*. För transportsektorn innebär detta en lägre trafikaktivitet då trafikutvecklingarna är sammankopplade med hur den ekonomiska utvecklingen ser ut. Med trafikutvecklingar menas hur mängden transporter inom de olika trafikslagen (vägtrafik, bantrafik, luftfart och sjöfart) utvecklas. Detta innebär i förlängningen att då en mindre mängd transporter efterfrågas så krävs mindre energi för att utföra dessa transporter.

Lägre energipriser

I detta scenario används lägre priser på fossila bränslen vilket genererar lägre kostnad för transporter att genomföras (med fossila bränslen/drivmedel). Detta innebär således att mängden transporter ökar och därmed även energiefterfrågan.

Elektrifiering

Scenariot *Elektrifiering* innefattar en snabbare utveckling av laddbara fordon i transportsektorn än i *Referens EU*. Laddbara fordon innefattar följande kategorier: personbil – laddhybrid, personbil – el, MC – el, lätt lastbil – laddhybrid, lätt lastbil – el, buss – laddhybrid, buss – el, tung lastbil – laddhybrid, tung lastbil – el.

Ytterligare åtgärder

Scenariot *Ytterligare åtgärder* innefattar de föreslagna ökade reduktionsnivåerna inom reduktionsplikten för bensin, diesel och flygbränsle till 2030. Detta innebär ökade inblandningsnivåer av FAME och HVO i diesel, etanol och biobensin i bensin samt

förnybart flygbränsle¹¹³. *Ytterligare åtgärder* innefattar även att skattereduktionen för rena- och höginblandade biodrivmedel¹¹⁴ som är beslutad till och med utgången av 2021 fortsätter över hela scenarioperioden samt att skattebefrielsen för biogas¹¹⁵ fortgår över scenarioperioden. Utöver dessa skillnader är antagandena desamma som i *Referens EU*.

Förändrat trafikarbete

Två känslighetsanalyser med förändrat trafikarbete genomförs också. Dessa två innebär högre respektive lägre trafikutveckling än *Referens EU*. Trafikutvecklingen inom vägtrafiken justeras upp respektive ned med 10 procent vid slutåret 2050. Detta påverkar i förlängningen energiefterfrågan. Dessa känslighetsanalyser genomförs för att visa på hur energiefterfrågan och energianvändningen inom transportsektorn påverkas av hur mycket transporter som efterfrågas.

B.4.3 Beräkningsförutsättningar

Vägtrafik

Vägtrafiken är det trafikslag som använder mest energi inom transportsektorn. I Energi-myndighetens modell består vägtrafiken av fem olika fordonsslag och ett antal olika bränsletekniker. Fordonsslagen innefattar personbil, MC, buss, lätt lastbil och tung lastbil. Vägtrafiken utgör idag drygt 90 procent av energianvändningen för inrikes transporter. Inom vägtrafiken¹¹⁶ står personbilar för cirka 65 procent, tunga lastbilar för 20 procent, lätta lastbilar för 10 procent och resterande 5 procent utgörs av bussar och en liten del motorcyklar.

Personbil

Personbilarnas energianvändning och utveckling beskrivs av hur personbilsflottan är fördelad på olika bränsletekniker, de genomsnittliga körsträckorna de utför årligen och förbrukningen per sträcka. De bränsletekniker som återfinns för personbilsflottan är följande: bensin, diesel, laddhybrid (bensin & diesel)¹¹⁷, el, etanol (E85) och fordonsgas.

Modelleringen för personbilarna genomförs med indata om personbilsflottans utformning¹¹⁸, trafikarbetet¹¹⁹ för personbilar, genomsnittliga körsträckor för de olika bränsleteknikerna¹²⁰, uppgifter från HBEFA-modellen¹²¹ om framtida utformning av personbilsflottan och förbrukning (energienhet/sträcka), BNP-utveckling¹²² samt körkostnaden.

¹¹³ <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/departementsserien-och-promemorior/2020/12/reduktionsplikt-for-bensin-och-diesel--kontrollstation/>

¹¹⁴ <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/10/fortsatt-skattebefrielse-for-rena-och-hoginblandade-biodrivmedel/>

¹¹⁵ <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/06/skattebefrielse-mojlig-for-biogas-och-biogasol/>

¹¹⁶ Fördelningen över vägtrafiken på fordonsslag är en uppskattning och inte officiell statistik.

¹¹⁷ Laddhybrider drivs delvis på el men också ett andra bränsle, detta andra bränsle kan vara bensin eller diesel beroende på vilken typ av laddhybrid bilen är.

¹¹⁸ Statistik fram till och med 2019 från Trafikanalys, Fordon 2019.

¹¹⁹ Statistik fram till och med 2019 från Trafikanalys, Trafikarbete 1990–2019.

¹²⁰ Statistik fram till och med 2019 från Trafikanalys, Körsträckor 2019.

¹²¹ Trafikverket från HBEFA-modellen (<https://www.hbefa.net/e/index.html>)

¹²² Erhålls från Konjunkturinstitutets scenarier.

Trafikarbetet för personbilar skrivs fram via det historiska sambandet mellan trafikarbetets utveckling och hur det förhåller sig till BNP-utvecklingen och hur körkostnaden för personbilar sett ut historiskt. Körkostnaden baseras på Energimyndighetens bränsleprisscenario för bensin, diesel och el (inklusive biodrivmedelspriser) och sedan genomförs en fördelning av bensin, diesel och el över scenarioåren vilket genererar en sammanvägd körkostnad.

Det totala trafikarbetet fördelas sedan ut på de olika bränsleteknikerna baserat på personbilsflottans utformning och antagna genomsnittliga körsträckor för de olika bränsleteknikerna. Exempelvis har en dieselsbil i genomsnitt en högre årlig körsträcka än en bensinbil vilket detta således tar hänsyn till.

Nybilsförsäljningen erhålls också från HBEFA-modellen vilket inkluderar effektivisering och fördelning mellan bränsletekniker över hela scenarioperioden till 2050. Fördelningen och effektiviseringen baseras på de CO₂-krav som förekommer på EU-nivå över nya fordon samt på andra beslutade styrmedel som påverkar fordonsflottans utformning (inklusive bonus-malus systemet).

Ytterligare antaganden som påverkar personbilarnas energianvändning är de inblandningsnivåer av biodrivmedel i bensin och diesel som antas (beskrivs under Reduktionsplikt), tankningsgrader för de bränsletekniker som kan framdrivas på fler än ett bränsle (fordonsgasbilar kan även framdrivas på bensin, E85-bilar kan även framdrivas på bensin och HVO-bilar kan även framdrivas på diesel) samt den andel av laddhybridernas körsträcka som genomförs på el.

Effektiviseringen av personbilarnas förbrukning erhålls alltså från HBEFA-modellen då antaganden om effektivisering ingår i förbrukningsunderlaget.

MC

Motorcyklar utgör en ytterst liten del av transportsektorns energianvändning. Historiskt har motorcyklarna enbart framdrivits på bensin men för scenarioåren inkluderas möjligheten för eldrivna motorcyklar. Motorcyklarnas energianvändning baseras på antalet motorcyklar i flottan fördelad per bränsleteknik¹²³, dess genomsnittliga körsträckor¹²⁴ och förbrukningen per sträcka. Den framtida motorcykelflottan och förbrukningen erhålls från HBEFA-modellen (energienhet/sträcka). Trafikarbetet för motorcyklarna har historiskt varierat oregelbundet och då det utgör en så pass liten del av transportsektorns totala energianvändning antas därför att de genomsnittliga körsträckorna för basåret är konstant över scenarioåren. Detta innebär att det totala trafikarbetet för motorcyklarna över scenarioåren baseras på antalet motorcyklar och dess genomsnittliga körsträckor och inte med något historiskt samband.

Motorcyklarnas energianvändning påverkas också av inblandningen av etanol och biobensin i bensin.

¹²³ Statistik fram till och med 2019 från Trafikanalys, Fordon 2019.

¹²⁴ Statistik fram till och med 2018 från Trafikanalys, Körsträckor 2019.

Buss

Bussarnas energianvändning beskrivs av bussflottans fördelning per bränsleteknik¹²⁵, genomsnittliga körsträckor¹²⁶ för bussar, trafikarbetets utveckling, förbrukningen för bussarna (energienhet/sträcka) samt befolkningsutvecklingen. De bränsletekniker som finns i modellen är följande: bensin, diesel, FAME, HVO, el, laddhybrid, elhybrid, fordonsgas och etanol (ED95).

Modelleringen för bussarnas energianvändning genomförs med att trafikarbetet för bussar skrivs fram med sambandet mellan historisk trafikarbetsutveckling och befolkningsutvecklingen¹²⁷. Detta trafikarbete fördelas ut på de olika bränsleteknikerna som tillsammans med förbrukningsuppgifterna genererar bussarnas energianvändning.

Vidare påverkas de bränsletekniker som kan framdrivas på fler än ett drivmedel av de tankningsgrader som antas (ED95 och fordonsgas). På liknande vis genomförs ett antagande om att laddhybriderna utför 50 procent av sin körsträcka på el.

Lätt lastbil

Lätta lastbilars (< 3,5 ton) energianvändning beskrivs av lätta lastbilsflottans fördelning¹²⁸ mellan olika bränsletekniker, genomsnittliga körsträckor för lätta lastbilar¹²⁹, trafikarbetets utveckling, förbrukningen (energienhet/sträcka) samt BNP-utvecklingen. De bränsletekniker som förekommer för lätta lastbilar är: bensin, diesel, HVO, el, elhybrid, laddhybrid, etanol (E85) och fordonsgas.

Modelleringen för lätta lastbilars energianvändning genomförs genom att det totala trafikarbetet skrivs fram med hjälp av sambandet mellan historisk utveckling av trafikarbetet och BNP-utvecklingen¹³⁰. Detta trafikarbete fördelas sedan ut på de olika bränsleteknikerna baserat på den framtida flottans utformning och tillsammans med förbrukningsuppgifterna beräknas energianvändningen.

Lätta lastbilarnas framtida utformning av flottan och förbrukningsuppgifterna baseras på det underlag Energimyndigheten erhåller från HBEFA-modellen, i detta ingår likt för personbilarna effektivisering av fordonen.

Likt ovanstående fordonsslag behöver antaganden om tankningsgrader för fordonsgas- och etanolfordon göras samt antagande om laddhybridernas elkörsträcka och diesellastbilarnas fördelning mellan konventionell diesel och HVO. I statistiken idag förekommer inga lätta lastbilar som framdrivs på ren HVO (HVO100) men vi ser det som ett möjligt framtida användningsområde.

Tung lastbil

Tunga lastbilars (> 3,5 ton) energianvändning beskrivs av hur tunga lastbilsflottan¹³¹ fördelar sig mellan olika bränsletekniker, genomsnittliga körsträckor för tunga last-

¹²⁵ Statistik fram till och med 2019 från Trafikanalys, Fordon 2019.

¹²⁶ Statistik fram till och med 2018 från Trafikanalys, Körsträckor 2019.

¹²⁷ SCB:s befolkningsprognos.

¹²⁸ Statistik fram till och med 2019 från Trafikanalys, Fordon 2019.

¹²⁹ Statistik fram till och med 2018 från Trafikanalys, Körsträckor 2019.

¹³⁰ Konjunkturinstitutets scenarier.

¹³¹ Statistik fram till och med 2019 från Trafikanalys, Fordon 2019.

bilar¹³², trafikarbetets utveckling, förbrukningen (energienhet/sträcka) samt BNP-utvecklingen. För tunga lastbilar återfinns bränsleteknikerna: bensin, diesel, HVO, FAME, el, elhybrid, laddhybrid, etanol (ED95) och fordonsgas.

Modelleringen genomförs genom att trafikarbetet skrivs fram med sambandet mellan den historiska trafikarbetsutvecklingen och BNP-utvecklingen, vilket sedan fördelas ut på de olika bränsleteknikerna baserat på den framtida flottan och beräknar tillsammans med förbrukningsuppgifterna energianvändningen för tunga lastbilar.

Den framtida utformningen av tunga lastbilsflottan och förbrukningsuppgifterna erhålls från HBEFA-modellen och här ingår då även effektivisering av fordonen.

Antaganden genomförs för tunga lastbilar över hur diesellastbilarna fördelar sig mellan konventionell diesel, ren HVO och ren FAME, tankningsgrad för gaslastbilar, tankningsgrad för etanolastbilar och laddhybridernas elkörsträckor.

Bantrafik

Bantrafikens energianvändning beskrivs av två transportslag; persontransporter och gods-transporter. Till skillnad från vägtrafiken beskrivs bantrafikens energianvändning med hjälp av transportarbetet (personkm eller tonkm). Bantrafiken använder förhållandevis lite energi jämfört med övriga trafikslag i transportsektorn. De primära energislagen som används inom bantrafiken är el och diesel. Bantrafiken står idag för drygt tre procent av inrikes transporters energianvändning.

Bantrafik – person

Persontrafiken inom bantrafiken innefattar järnväg, spårväg och tunnelbana, dessa beskrivs tillsammans som bantrafik – person i modellen. Energianvändningen baseras på persontransportarbetet, BNP-utvecklingen, effektivisering samt förbrukning (energienhet/personkm).

Modelleringen genomförs genom att persontransportarbetet¹³³ skrivs fram med hjälp av sambandet mellan historisk utveckling av persontransportarbetet och BNP-utvecklingen vilket sedan med en förbrukning (inkluderar årlig effektivisering) beräknar energianvändningen för persontransporter inom bantrafiken.

Antaganden som genomförs är fördelningen mellan hur mycket av transportarbetet som utförs med hjälp av diesel/el. Förbrukningen beskrivs via basårets totala energianvändning för persontransporter inom bantrafiken dividerat med totala mängden persontransporter inom bantrafiken. Över scenarioåren appliceras sedan en årlig effektiviseringstakt.

Bantrafik – gods

Godsrafiken inom bantrafiken innefattar endast järnvägstransporter. Energianvändningen baseras på godstransportarbetet, export- och importutvecklingen, effektivisering och förbrukning (energienhet/godskm).

Modelleringen genomförs genom att godstransportarbetet skrivs fram med hjälp av sambandet mellan historisk utveckling av godstransportarbete, export av varor och

¹³² Statistik fram till och med 2018 från Trafikanalys, Körsträckor 2019.

¹³³ Trafikanalys, Bantrafik 2019.

import av varor (från KI) vilket sedan med en förbrukning (inkluderar årlig effektivisering) beräknar energianvändning för godstransporter inom bantrafiken.

Sjöfart

Sjöfartens energianvändning fördelas mellan inrikes- och utrikes sjöfart och går även att dela upp i person- och godstransporter. I modellen beskrivs sjöfartens energianvändning av utvecklingen av godstransportarbete (inrikes och utrikes) vilket beskrivs av sambandet mellan historisk utveckling av godstransportarbete, export av varor och import av varor. Idag står inrikes sjöfart för drygt två procent av energianvändningen inom inrikes transporter. Utrikes sjöfart utgör knappt 25 procent av transportsektorns totala (inrikes och utrikes) energianvändning. Statistiken för utrikes sjöfart baseras på Energimyndighetens energibalanser som i sin tur baseras på levererade mängder bränslen på marknaden från undersökningen *Månatlig gas-, bränsle- och lagerstatistik (MåBra)*¹³⁴.

Det beräknade transportarbetet fördelas sedan mellan inrikes- och utrikes sjöfart och tillsammans med förbrukningen (energienhet/godskm) beräknas energianvändningen för inrikes- och utrikes sjöfart.

Antaganden gällande sjöfartens framtida bränslemix genomförs baserat på hur bränslemixen ser ut under statistikåren samt trender som ses för ökad användning av flytande gas (LNG och LBG). De bränsleslag som finns inom sjöfarten är: diesel, eldningsolja 1, eldningsolja 2–6, el, FAME, HVO, LNG och LBG.

Luftfart

Luftfartens energianvändning fördelas mellan inrikes- och utrikes luftfart. I nuläget förekommer i energistatistiken endast fossilt flygbränsle. Inrikes luftfart står idag för drygt 2 procent av inrikes transporters energianvändning och utrikes luftfart står för knappt 9 procent av transportsektorns totala energianvändning. Utrikes luftfart innefattar den energianvändning som sker från svensk flygplats till första utrikes flygplats. Statistiken över utrikes luftfart baseras på Energimyndighetens energibalanser som i sin tur baseras på undersökningen MåBra. I *Ytterligare åtgärder* inkluderas inblandning av biojetbränsle i flygbränslet enligt de reduktionsnivåer som föreslås i utredningen Biojet till flyget¹³⁵.

Både inrikes och utrikes luftfart påverkas av flygskatten och här appliceras en viss minskning av antalet passagerare på grund av flygskatten baserat på Transportstyrelsens luftfartsprognos 2019¹³⁶.

Priserna på utsläppsrätter (EU ETS) och CORSIA¹³⁷ har också möjlig påverkan på efterfrågan på flygresor. En viss minskning av flygresor appliceras på grund av förändringar i EU ETS-priset över scenarioåren. Påverkan från CORSIA har däremot antagits negligerbar då utsläppskrediterna inom CORSIA-systemet ännu inte är beslutade och

¹³⁴ <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/energi/tillforsel-och-anvandning-av-energi/manatlig-bransle-gas-och-lagerstatistik/>

¹³⁵ SOU 2019:11 *Biojet för flyget*.

¹³⁶ Transportstyrelsen, Prognos 2019–2025 – Trafikprognos för svensk luftfart.

¹³⁷ <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Miljo-och-halsa/Klimat/Klimatstyrmedel/icaos-globala-klimatstyrmedel/>

det är således svårt att ta hänsyn till vilken påverkan detta styrmedel kan komma att ha, exempelvis innefattas i systemet i nuläget CDM-krediter¹³⁸ vars priser är avsevärt lägre än priserna på EU ETS.

Inrikes luftfart

För inrikes luftfart bedöms utvecklingen av antalet passagerare med hjälp av Trafikverkets prognos¹³⁹. Energianvändningen för inrikes luftfart beräknas därmed av antalet passagerare, förbrukning (energienhet/passagerare) och en årlig effektivisering.

Antalet passagerare beskrivs således av utvecklingen från TrV:s basprognos. Förbrukningen utgår från basårets energianvändning/passagerare och den årliga effektiviseringstakten erhålls från ICAO:s mål om två procents effektivisering årligen mellan 2013 och 2050¹⁴⁰.

Utrikes luftfart

För utrikes luftfart beskrivs passagerarutvecklingen med hjälp av sambandet mellan den historiska utvecklingen av antalet passagerare och BNP-utvecklingen. Energianvändningen beräknas över scenarioåren av antalet passagerare, förbrukning (energienhet/passagerare) och årlig effektivisering.

En årlig effektiviseringstakt appliceras även för utrikes luftfart baserat på ICAO:s målsättning.

B.4.4 Styrmedelsförutsättningar

I följande avsnitt beskrivs de styrmedel som antas ha störst påverkan på energianvändningen inom transportsektorn och de antaganden som görs baserat på dessa styrmedel.

Energi- och koldioxidskatt

De allmänna energi- och koldioxidskatterna påverkar ekonomisk utveckling och drivmedelspriserna. För scenarioåren är skatterna densamma som de som var beslutade 1 januari 2020. Den så kallade ”BNP skatten”¹⁴¹ som innebär att energiskatten och koldioxidskatten räknas upp med två procent varje år och sedan läggs på energiskatten är inkluderad.

Skattebefrielse för biogas beslutades i slutet av juni 2020 och innebär att undantaget från statsstöd för biogas till uppvärmning om motordrift fortsatt gäller till och med 2030. Vid tidpunkten för scenariernas framställan gällde skattebefrielsen för rena och höginblandade biodrivmedel endast till och med utgången av 2020 och det var därefter oklart vad som skulle gälla för åren framåt. Således antas en försiktig utveckling av användningen av rena och höginblandade biodrivmedel över scenarioåren i *Referens EU*, *Lägre energipriser* och *Lägre BNP*. Under hösten 2020 kom beslut om förlängning av skattebefrielsen för år 2021. I *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering* antas skattebefrielsen gälla över hela scenarioperioden.

¹³⁸ FN:s Clean Development Mechanism.

¹³⁹ Trafikverket, Resandeprognos för flygtrafiken 2040 – Trafikverkets basprognoser.

¹⁴⁰ IEA, Aviation, <https://www.iea.org/reports/aviation>

¹⁴¹ Riksdagen, https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/interpellation/upprakning-av-skatt-pa-branslen_H410478

Reduktionsplikt

Reduktionsplikten¹⁴² ställer krav på drivmedelsleverantörerna att minska koldioxidutsläppen på den bensin och diesel som de levererar på den svenska marknaden. Detta görs genom årliga reduktionsnivåer där bensinen och dieseln jämförs med dessa fossila motsvarigheter. Reduktionsplikten har beslutade reduktionsnivåer för åren 2018, 2019 och 2020: I september 2020 presenterade regeringen ett förslag¹⁴³ om reduktionsnivåer för bensin och diesel till 2030 samt reduktionsnivå för flygbränsle (mha inblandning av förnybart flygbränsle). Detta styrmedel har mycket stor påverkan på energianvändningens fördelning mellan fossila drivmedel och förnybara drivmedel och i förlängningen på koldioxidutsläppen inom transportsektorn. I de tre scenarierna *Referens EU*, *Lägre BNP* och *Lägre energipriser* används 2020 års reduktionsnivåer för alla år efter 2020 då detta var det som var beslutat vid stoppdatumet för nya styrmedel för scenarioarbetet (1 juli 2020). Det nya förslaget om ökade reduktionsnivåer fram till och med 2030 används i *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering*.

Reduktionspliktens reduktionsnivåer omsätts i transportmodellen till inblandningsnivåer. Dessa inblandningsnivåer baseras i sin tur på antaganden om klimatprestandan hos råvarorna till biodrivmedlen som kommer att användas i framtiden. Om en drivmedelsleverantör använder bra råvaror till sina biodrivmedel (med bra avses råvaror med låga livscykelutsläpp) så behöver de blanda in mindre mängder biodrivmedel i sin bensin/diesel för att uppfylla reduktionsnivåerna. På motsvarande sätt behöver en drivmedelsleverantör med sämre råvaror till sina biodrivmedel (med sämre avses råvaror med höga livscykelutsläpp) blanda in större mängder för att uppfylla samma reduktionsnivåer.

Reduktionspliktens reduktionsnivåer påverkar inblandningsnivåerna av etanol och bio-bensin i bensin och inblandningsnivåerna av FAME och HVO i diesel.

Ytterligare en viktig aspekt är att reduktionsplikten även gäller för bensin och diesel som används av arbetsmaskiner inom industrisektorn, jordbruket, skogsbruket och fiskerinäringen. Detta innebär således att inblandningsnivåerna behöver appliceras även i dessa sektorer och inte bara i transportsektorn.

Bonus-malus systemet

Bonus-malus systemet¹⁴⁴ är ett system som innebär att nya lätta fordon med höga utsläpp åläggs en "malus" vilken innebär en ökad fordonsskatt under tre år och nya lätta fordon med låga utsläpp erhåller en "bonus", vilket innebär en subvention vid inköp av ett nytt fordon. Påverkan från bonus-malus systemet tas hänsyn till inom HBEFA-modellen och påverkar den personbilsflotta som används inom Energimyndighetens transportmodell.

IMO-regler

Med IMO-regler avses de regler som sätts inom den internationella sjöfarten över vilka bränslen som får användas och mål om minskade utsläpp inom sjöfarten. De regleringar

¹⁴² Energimyndigheten,

<https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/reduktionsplikt/>

¹⁴³ Regeringen, <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/09/branslebytet-forstarks-med-hogre-inblandning-av-fornybart-i-drivmedel/>

¹⁴⁴ Regeringen, <https://www.regeringen.se/artiklar/2017/09/bonus-malus-och-branslebytet/>

och målsättningar som sätts upp inom IMO¹⁴⁵ kommer att påverka den bränslefördelning som antas i modellen inom inrikes- och utrikes sjöfart.

Flygskatt

Flygskatten¹⁴⁶ innebär att en ytterligare skatt åläggs på alla flygningar från och till svenska flygplatser. Denna skatt antas i modellen generera en viss minskning av antalet avresande passagerare. Bedömning av mängden avresande passagerare som inte genomför sina flygningar erhålls från Transportstyrelsens luftfartsprognoser¹⁴⁷.

B.4.5 Övrigt

I följande avsnitt beskrivs övriga områden som inte riktigt passar in i ovanstående avsnitt men är värda att nämna gällande transportsektorns modellering.

Arbetsmaskiner

Arbetsmaskiner ingår rent definitionsmässigt inte inom transportsektorn. Arbetsmaskiner förekommer inom industrisektorn, skogsbruket, jordbruket och fiskerieringen och använder samma drivmedel som används inom transportsektorn. Arbetsmaskinernas energianvändning och effektivisering/elektrifiering hanteras i modellerna för industri samt bostäder och service men omnämns här då de påverkas av de antaganden som görs inom reduktionsplikten och hur inblandningsnivåerna antas utvecklas över scenarioåren. För arbetsmaskinerna antas samma reduktionsnivåer (och inblandningsnivåer) som antas inom transportsektorn.

Överflyttningseffekter

Med överflyttningseffekter avses överflyttning från ett mindre energieffektivt trafikslag till ett mer energieffektivt trafikslag. Detta skulle kunna vara överflyttning av godstransporter från lastbilar till godstransporter inom bantrafiken eller inom sjöfarten. Detta område är behäftat med osäkerheter och antaganden och således ingenting som genomförts i modelleringen av transportsektorns energianvändning över scenarioåren.

Tillgång på biodrivmedel

Energimyndighetens scenariomodell för transportsektorn är en efterfrågebaserad modell. Med detta avses att efterfrågan på transporter modelleras och för att dessa transporter ska kunna genomföras behövs en viss energianvändning. Detta innebär att resultaten i modellen är efterfrågan på energi. Vi gör i och med detta inga begränsningar i vilken tillgång som finns på olika drivmedel. Biodrivmedel och råvaror för tillverkning av biodrivmedel är en begränsad resurs och samma råvaror kan användas inom olika trafikslag och även inom andra sektorer. Avvägning om huruvida det finns tillräckligt med råvaror och produktionskapacitet för de biodrivmedel som efterfrågas i modellen genomförs inte modellmässigt.

¹⁴⁵ IMO står för International Maritime Organization.

¹⁴⁶ Riksdagen, Lag (2017:1200) om skatt på flygresor.

¹⁴⁷ Transportstyrelsen, Prognos 2019–2025 – Trafikprognos för svensk luftfart.

Tillgång på infrastruktur

På samma vis som att tillgången på biodrivmedel i modellen är *obegränsad* är också tillgången på infrastruktur inte en begränsande faktor i transportmodellen. Detta innebär att efterfrågas exempelvis en viss energimängd el eller ren HVO för att utföra de transporter som modellen efterfrågar så antar vi att det finns tillräcklig laddinfrastruktur för el och tillräcklig utbyggnad av tankstationer för ren HVO för att tillhandahålla denna energi.

B.5 Bostäder och Service

B.5.1 Styrmedelsförutsättningar

Utöver koldioxidbeskattning och energiskatter finns olika styrmedel för att påverka energianvändningen i bostäder och lokaler.

Boverkets byggregler (BBR) ställer krav på energihushållning och gäller vid uppförandet av ny byggnad och för tillbyggnad. Krav på byggnadens specifika energianvändning uttrycks i årligt köpt energimängd per kvadratmeter golvyta. Kraven är specificerade för bostäder och lokaler samt för fyra olika klimatzoner. Strängare krav gäller om byggnaden värms upp med el.

Det finns ytterligare styrmedel som påverkar energianvändningen, såsom direktivet om byggnaders energiprestanda, ekodesigndirektivet, energimärkningsdirektivet, energideklarationer och ROT-avdraget.

Direktivet om byggnaders energiprestanda¹⁴⁸ styr minimikrav för byggnaders energiprestanda men ställer också krav på att energideklarationer genomförs. Ekodesigndirektivet¹⁴⁹ reglerar produkters energieffektivitet. Lagkrav om ekodesign tas fram i form av produktspecifika EU-förordningar som blir direkt gällande i alla medlemsländer. Exempel på produkter som måste uppfylla krav på en viss energieffektivitet för att få släppas på den europeiska marknaden är kylar, frysar, tvättmaskiner, värmepumpar, belysning med mera. Ekodesigndirektivet leder därmed till energibesparingar eftersom de minst energieffektiva produkterna förbjuds.

Energimärkningsdirektivet¹⁵⁰ reglerar krav på energimärkning av produkter. Syftet med direktivet är att konsumenten på ett enkelt sätt ska kunna ta hänsyn till energiprestandan för en produkt vid inköpstillfället. Vilka produkter som ska energimärkas fastställs i produktspecifika EU-förordningar som blir direkt gällande i alla medlemsländer. Exempel på produkter som måste märkas är tvättmaskiner och TV-apparater.

Sedan årsskiftet 2008/2009 ska flerbostadshus och lokaler vara energideklarerade enligt lagen om energideklaration (2006:985). Även småhus ska vid försäljning eller uthyrning ha en giltig deklaration. De uppgifter som registreras är information om den aktuella byggnadens energianvändning, ytor, tekniska system samt förslag på kostnadseffektiva energibesparande åtgärder.

¹⁴⁸ 2010/31/EU

¹⁴⁹ Direktiv (2009/125/EG) som är införlivad i svensk lagstiftning genom lag om ekodesign (2008:112).

¹⁵⁰ Direktiv (2010/30/EU) som är införlivat i svensk lagstiftning genom lagen om märkning av energirelaterade produkter (2011:721).

Effekterna av energideklarationer, energimärkning, ekodesignkrav, ROT är svåra att kvantifiera. De ingår dock i den samlade bedömning som görs över hur energianvändningen kommer att utvecklas.

B.5.2 Energianvändning för uppvärmning och varmvatten i bostäder och lokaler

Grunden i scenarierna är att göra en bedömning av hur värmebehovet kommer att utvecklas i:

- Befintlig bebyggelse.
- Tillkommande värmebehov genom nybyggnation.

Sedan görs en kostnadsjämförelse mellan olika uppvärmningsalternativ samt åtgärder för energieffektivisering för att bedöma hur det framtida värmebehovet ska tillgodoses.

Befintlig bebyggelse

För att kunna avgöra hur värmebehovet förväntas tillgodoses behöver en kostnadsjämförelse mellan olika uppvärmningssätt och energieffektivisering genomföras. För detta använder Energimyndigheten Times-Nordic. I modellen görs antaganden om kostnader (investeringskostnad, kalkylränta, energipriser, ekonomisk livslängd) för olika uppvärmningssätt och energieffektiviseringsåtgärder.

Tillkommande värmebehov genom nybyggnation

För tillkommande värmebehov från nybyggnation av småhus, flerbostadshus och lokaler görs antaganden om area, energianvändning per kvadratmeter och antal nya lägenheter. Med utgångspunkt i Boverkets¹⁵¹ prognoser över byggande och byggbehov gör Energimyndigheten antaganden över antal nya bostäder i scenariot, vilket ses i Tabell 71.

Tabell 71. Antal nya lägenheter i småhus och flerbostadshus.

Antal nya byggnader	2019–2025	2025–2050
	175 000	526 000

Källa: Energimyndigheten.

Boverkets bedömningar är bara till 2025 medan Energimyndighetens scenario är till 2050. Baserat på SCB:s befolkningsprognos¹⁵² som redovisas i Tabell 72 görs antagandet att antal personer/hushåll kommer att vara konstant efter 2025.

Tabell 72. Befolkningsutveckling.

2018	2020	2030	2035	2040	2050
10 230 185	10 415 565	11 094 873	11 329 683	11 529 973	11 935 620

Källa: SCB, år 2018 är statistik och 2020 och framåt är en framskrivning.

¹⁵¹ Boverket. Behovet av nya bostäder 2018–2025.

¹⁵² Folkmängd efter födelseregion, ålder och kön. År 2020 – 2120. PxWeb (scb.se)

Den uppvärmda arean för nybyggda småhus antas vara 150 kvadratmeter och 65 kvadratmeter per lägenhet, vilket visas i Tabell 73. Detta baseras på SCB:s statistik över nybyggda lägenheter i småhus och flerbostadshus.¹⁵³

Tabell 73. Area nybyggnation.

Typ av byggnad	Area
Småhus	150 m ²
Flerbostadshus	65 m ²

Källa: SCB.

Boverkets byggregler BBR¹⁵⁴ ställer krav på en byggnads energiprestanda per kvadratmeter och används för att bedöma värmebehovet för nybyggnation. För att ta fram värmebehovet används primärenergifaktorn¹⁵⁵ för fjärrvärme och den geografiska korrigeringsfaktorn. Den geografiska korrigeringsfaktorn är en faktor som justerar energikraven beroende på var i landet en ny byggnad ska uppföras. Exempelvis så gör den geografiska justeringen att byggnader i södra Sverige får hårdare krav än byggnader i norra Sverige. Eftersom verkningsgraden för fjärrvärme är nära 1 så ger det en bra indikation för värmebehovet för nybyggda bostäder innan val av uppvärmningssätt väljs. I Tabell 74 redovisas de krav som används för nybyggnation.

Tabell 74. Energihushållningskrav (kWh/m² och år) för nybyggnation.

Småhus	Flerbostadshus
85	70

Källa: Energimyndighetens bearbetningar av Boverkets byggregler (BBR).

Anm: fastighetsel är ej med i kraven.

I nästa steg konkurrerar olika uppvärmningssätt och åtgärder för energieffektivisering om detta värmebehov i modelleringen med Times-Nordic. För lokaler finns inget bra underlag för scenarier över nybyggnation. I Energimyndighetens statistik över uppvärmd area för flerbostadshus och lokaler¹⁵⁶ så är utvecklingen av arean i lokaler cirka 65 procent av utvecklingen av arean i flerbostadshus. Det antagandet används i scenarierna för lokalers tillkommande värmebehov.

Minskat värmebehov

Graddagar för värme är ett sätt att kvantifiera hur stort behovet att värma upp byggnader är under ett år. Graddagar anger summan av dygnsmedeltemperaturavvikelsen från en referenstemperatur, som i detta fall är 17 grader Celsius.

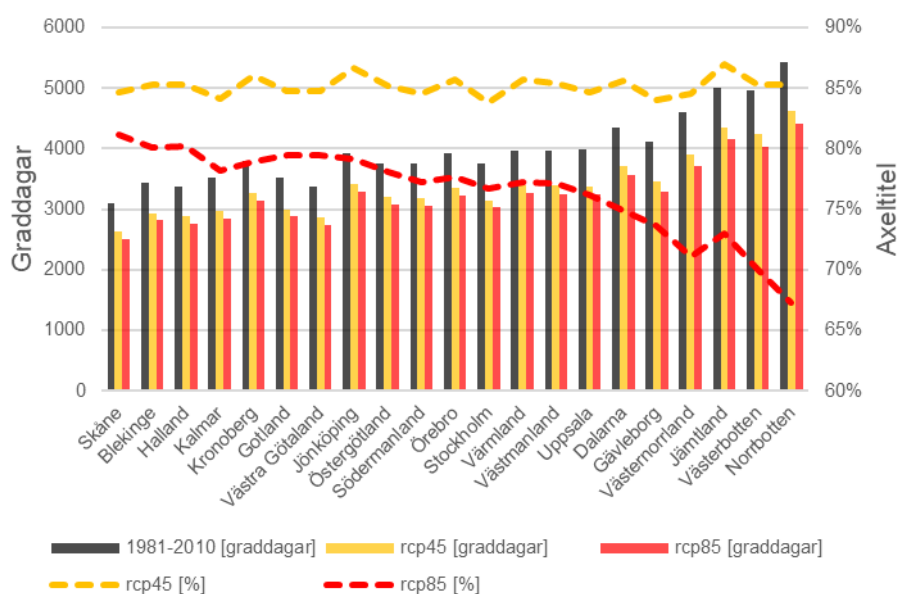
¹⁵³ SCB. Byggande, nybyggnad: Färdigställda bostadshus 2016.

¹⁵⁴ De förändringar som genomfördes i Boverkets byggregler (BFS 2011:6) den 1 september 2020 genom BFS 2020:4 (BBR 29) är inte beaktade i dessa scenarier.

¹⁵⁵ Exempel på beräkning av energiprestanda med primärenergifaktor finns i följande länk: pm-berakning-av-primarenergital.pdf (boverket.se)

¹⁵⁶ Energimyndigheten. Energistatistik småhus, flerbostadshus och lokaler.

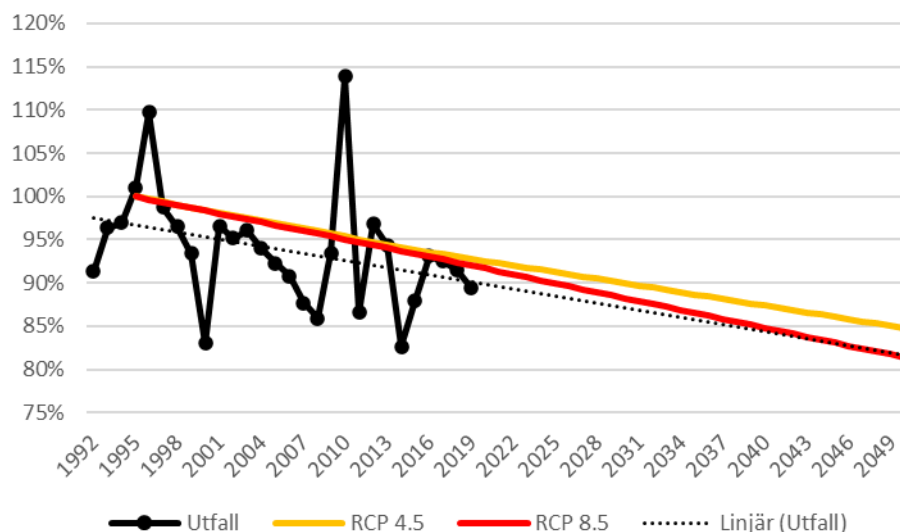
SMHI har tagit fram klimatmodeller för Sverige, som baserar sig på IPCC utsläpps-scenarier, RCP¹⁵⁷ 4,5 och RCP 8,5. I Figur 54 visas hur antalet graddagar i Sverige minskar mellan normalårsperioden 1981–2010 och 2036–2065, för RCP 4,5 och 8,5 i olika delar av Sverige. I figuren är länen sorterade från syd (vänstra sidan) till nord (högra sidan). Den svarta stapeln avser graddagar för perioden 1981–2010 medan den gula och röda stapeln avser graddagar för perioden 2036–2065 för de olika utsläpps-scenarierna. Staplarna visar tydligt hur minskningen i antalet graddagar ökar ju längre norrut ett län befinner sig. De streckade linjerna visar att för RCP 4,5 blir uppvärmningsbehovet cirka 85 procent 2050, jämfört med 1981–2010 i alla län, men i RCP 8,5 så sker en mycket större relativ förändring i den nordligare länen.



Figur 54. Förändring av graddagar för värme mellan perioden 1981–2010 och 2036–2065 för olika län, RCP 4,5 och RCP 8,5. Förändring i absoluta värden och procent.

Klimatförändringarna innebär alltså att värmebehovet kommer att minska under scenario-perioden fram till 2050. Baserat på SMHI:s RCP scenarier har Energimyndigheten tagit fram ett underlag för hur antalet graddagar, och därmed värmebehovet, kan utvecklas i enlighet med dessa scenarier. Figur 55 visar utvecklingen av antal graddagar, viktad efter befolkningens mängd i de olika länen i Sverige. Den svarta linjen representerar utvecklingen av faktiska graddagar i förhållande till vad som förväntas vara normalt. Exempelvis så sticker år 2010 ut som var väldigt kallt. Den gula linjen (RCP 4,5) och den röda linjen (RCP 8,5) visar utvecklingen av antalet graddagar från 1995 till 2050.

¹⁵⁷ Representative Concentration Pathways (RCP) är scenarier över hur växthuseffekten kommer att förstärkas i framtiden. Det benämns strålningsdrivning och uttrycks som watt per kvadratmeter (W/m²). RCP-scenarierna benämns med den nivå av strålningsdrivning som uppnås år 2100; 2,6, 4,5, 6,0 eller 8,5 W/m².

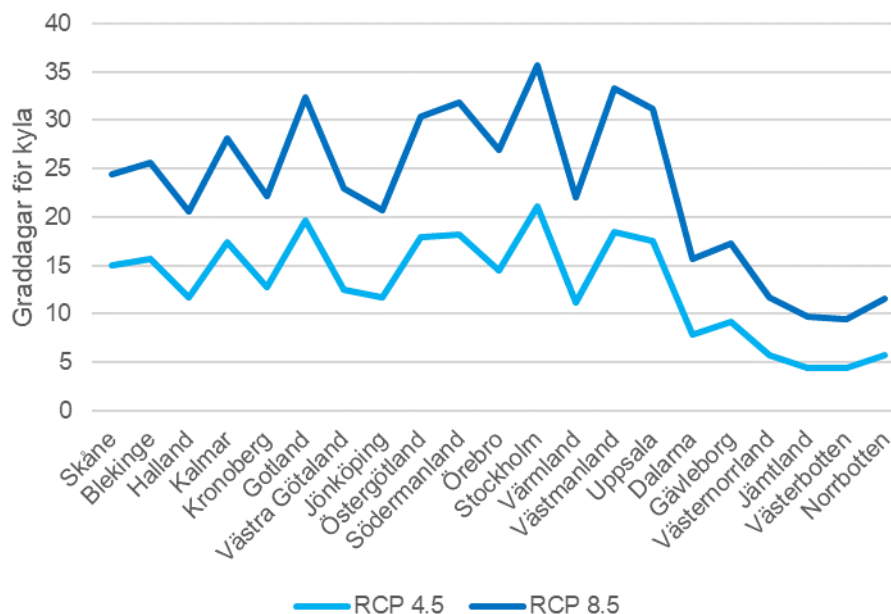


Figur 55. Utveckling av graddagar till 2050 jämfört med normalårsperioden 1981–2010.

Till en början följer RCP 4,5 och RCP 8,5 liknande bana, men skillnaderna blir större allt eftersom. Totalt blir det en minskning av energibehovet mellan utfallet 1995 och prognosen 2050; 16,1 procent för RCP 4,5 och 19,5 procent för RCP 8,5. Minskningen mellan utfallet 2018 och prognosen 2050 blir för RCP 4,5 7,3 procent och för RCP 8,5 11 procent. I scenarierna används RCP 4,5 genomgående vilket innebär att energibehovet för bostäder gradvis minskar till att vara 7,3 procent lägre 2050 jämfört med 2018.

Ökat kylbehov?

Allt eftersom klimatet i Sverige blir varmare kommer även behovet av kyla i byggnader att öka. Det är främst under sommaren som detta behov uppstår. I Figur 56 visas hur antalet graddagar för kyla kommer öka mellan normalårsperioden 1981–2010 och 2036–2065, för RCP 4,5 och 8,5 i olika delar av Sverige. Men till skillnad från behovet av graddagar för värme så ser man inte riktigt samma tydliga trend för graddagar för kyla. De nordligaste länen har en tydligt lägre ökning, men de sydligare länen ser inte samma trend. Det är snarare i öst–västlig riktning som ökningen är lägre respektive högre. Dessutom är förändringen i behovet av kyla i ett framtida klimat mycket mindre än förändringen av värmebehovet. Den största uppvärmningen sker ju under vinterhalvåret, så det bidrar till att kylbehovet inte ökar lika markant.



Figur 56. Förändring av antal graddagar för kyla mellan 1981–2010 och 2036–2065 för olika län, RCP 4,5 och RCP 8,5.

När det kommer till kylbehovet har vi i Sverige inte lika bra kunskap om denna marknad som vi har för värme, då behovet av det senare är betydligt större. I den officiella statistiken finns data över mängden energi som går åt till uppvärmning och varmvatten. För kyla finns inte samma data. Det finns flera svårigheter i dagsläget med att koppla kylbehovet till ett energibehov. Eftersom det inte finns samma slags infrastruktur för kyla som för värme är det inte heller självklart hur människor agerar när kylbehovet ökar. Används värmepumpen för kyla om det är möjligt? Införskaffar de luftkonditionering, eller en fläkt? Eller väljer de att endast öppna fönstret när de sover eller bara att stå ut i värmen? Detta kan man uttrycka som penetrationsgraden – det vill säga hur stor del av det faktiska kylbehovet som faktiskt kommer att resultera i ökad energianvändning.

Med osäkerheterna angivna ovan och eftersom förändringen av graddagar för kyla är relativt liten i absoluta termer så görs antagandet att efterfrågan på kyla inte kommer att påverkas i dessa scenarier.

B.5.3 *Energianvändning för hushållsel och driftel i lokaler*

Det statistiska underlaget för hushållsel och driftel är mycket bristfälligt. Det är också svårt att få bra underlagsdata till det som driver denna elanvändning så som antal och typ av apparater, belysning m.m. Det gör det svårt att modellera och sätta upp olika scenarier av elanvändningen för dessa ändamål. Mot bakgrund av detta används en tämligen enkel metod där ett antagande görs att denna elanvändning är densamma per kvadratmeter som den i genomsnitt var mellan åren 2014–2018 enligt Energimyndighetens rapport Energiindikatorer 2020, vilket visas i Tabell 75.

Tabell 75. Hushållsel/driftel för nybyggnation.

Typ av byggnad	Elanvändning per kvadratmeter och år
Småhus	36 kWh/m ²
Flerbostadshus	63 kWh/m ²
Lokaler	122 kWh/m ²

Källa: Energiindikatorer 2020.

Metoden tar således hänsyn till att befolkningen och antalet hushåll förändras men missar eventuella effektiviseringar, förändringar i antalet apparater och användningstiden av apparater per hushåll.

B.5.4 Energianvändning i skogsbruket

Energianvändningen i skogssektorn utgörs av bensin och diesel till arbetsmaskiner. Scenariot utgår från den modell SCB tog fram på uppdrag av Energimyndigheten för energianvändningen i skogsbruket 2007¹⁵⁸. Modellen utgår från antagande om volym och bränsleåtgång för olika moment inom skogsbruket. Momenten är plantering, markberedning, röjning, gödsling, avverkning, skotning (rundvirke), skotning (GROT), flisning (GROT). Åtgångstalen presenteras i Tabell 76.

Tabell 76. Andel diesel/bensin samt åtgångstal för respektive moment i skogsbruket.

Moment	Andel diesel	Andel bensin	Bränsleåtgång
Plantering	80	20	137 l/ha
Markberedning	100	0	20 l/ha
Röjning	0	100	10 l/ha
Gödsling	50	50	20 l/ha
Avverkning	100	0	0,98 l/m ³
Skotning rundvirke	100	0	0,73 l/m ³
Skotning GROT	100	0	71,5 l/ha
Flisning GROT	100	0	45,5 l/ha

Scenarier för olika moment inom skogsbruket är framtagna av Skogsstyrelsen¹⁵⁹ och redovisas i Tabell 77. Momenten skotning och flisning finns inte med i Skogsstyrelsens scenario och antas därför ha samma andel av momentet avverkning som 2015.

¹⁵⁸ SCB. 2007. Modellskattnings av energianvändningen inom skogssektorn.

¹⁵⁹ <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/statistik-efter-amne/skogliga-konsekvensanalyser/>. Det är samma underlag som användes för Energimyndighetens scenarier 2018. Det beror på att skogsstyrelsen inte gjort några nya scenarier sedan förra omgången.

Tabell 77. Utveckling av olika moment i skogsbruket.

Moment	Enhet	2015	2020	2030	2040	2050
Plantering	Areal, ha	254 109	181 979	190 330	177 019	170 302
Markberedning	Areal, ha	275 248	203 750	206 699	194 888	189 844
Röjning	Areal, ha	93 614	132 679	158 122	168 987	163 545
Gödsling	Areal, ha	54 769	54 716	54 759	55 055	54 529
Avverkning	Volym, m ³ fub	68 436 270	69 765 478	75 987 637	79 363 198	83 499 322
Skotning (rundvirke)	Volym, m ³ fub	65 317 116	67 463 445	73 480 293	76 744 471	80 744 116
Skotning (GROT)	Areal, ha	86 777	95 638	104 168	108 795	114 465
Flisning (GROT)	Areal, ha	86 777	95 638	104 168	108 795	114 465

Källa: Skogsstyrelsens scenarier SKA15

Genom att använda förutsättningarna angivna i Tabell 77 och Tabell 76 erhålls utvecklingen av diesel och bensin i scenariot. Förändringen av diesel- och bensin användningen för scenarioåren appliceras på energianvändningen för basåret.

B.5.5 Energianvändning i jordbruket

Scenariot för jordbrukets energianvändning grundar sig på Jordbruksverkets scenarier¹⁶⁰. Jordbruksverket använder modellen SASM för att göra scenarier för jordbrukets produktionsutveckling till 2045.

Jordbruket är en sektor med olika produktionsinriktningar. För växtodling är det framförallt traktordrift vid odling och skörd samt torkning av spannmål som är energikrävande. För djurhållning varierar det mellan olika djurslag men generellt är belysning och uppvärmning samt mjölkkyllning på mjölkgårdar de mest energiintensiva delarna. För växt- och husföretag utgör uppvärmning den absolut största delen av energianvändningen.

Energianvändningen i jordbruket består till stor del av användning av dieselolja i arbetsmaskiner. Uppskattningsvis går cirka 25 procent av denna dieselanvändning till stationär förbränning för djurhållning, exempelvis gödselskrapa eller foderomblandare, och 75 procent till mobila arbetsmaskiner vid exempelvis odling och skörd¹⁶¹. Resterande energianvändning, främst el, biobränsle och olja går till uppvärmning och belysning för djurhållning. Ett exempel är värmeslingor i golvet vid smågrisuppfödning.

Växtodling

Genom att kombinera antaganden för dieselförbrukning för olika jordbruksarealer som redovisas i Tabell 79 med Jordbruksverkets scenario i Tabell 78 erhålls en utvecklingstakt för dieselanvändningen för växtodling i jordbruket. Denna utvecklingstakt appliceras på 75 procent av dieselanvändningen i jordbruket. Jordbruksverket gör scenarier till 2045 och Energimyndigheten antar att de olika jordbruksarealerna har samma värde 2050 som 2045.

¹⁶⁰ Samma underlag som användes för Energimyndighetens scenarier 2018 används i dessa scenarier. Det beror på att Jordbruksverket inte gjort några nya scenarier sedan förra omgången.

¹⁶¹ Baky m.fl. 2010, Kartläggning av jordbrukets energianvändning, Ett projekt utfört på uppdrag av Jordbruksverket.

Tabell 78. Scenario över jordbruksareal för olika grödor till 2050 i hektar (ha).

	2017	2020	2030	2040	2050
Vall	1 127	1 034	818	686	619
Höstad	391	419	430	416	408
Vårsäd	648	620	590	572	563
Oljeväxt	100	107	105	102	101
Träda/energi/ind	130	197	363	460	509
Övriga grödor	107	106	99	96	94

Källa: Jordbruksverket.

Tabell 79. Viktade medelvärden för dieselförbrukning vid odling av olika grödor.

Grödgrupp	Dieselförbrukning (liter/hektar)
Vall	43,5
Höstsäd	70,9
Vårsäd	69,5
Oljeväxter	60,0
Träda/industrigrödor	12,2
Övriga grödor	102,2

Källa: Baky m.fl., 2010.

Djurhållning

Åtgångstal för olika typer av djur är ganska svårt att få fram. Det har gjorts ett antal energikartläggningar¹⁶² men resultaten varierar relativt mycket. I Tabell 81 görs dock antaganden om energianvändning för olika typer av djur. Dessa antagande är att betrakta som mycket osäkra. I scenarierna antas 25 procent av dieselanvändningen och all annan energianvändning i sektorn kunna hänföras till djurproduktion. Genom att kombinera antaganden för energianvändning för djurproduktion i Tabell 81 med Jordbruksverkets scenario i Tabell 80 erhålls en utvecklingstakt för dieselanvändningen för djurhållning i jordbruket.

¹⁶² Edström m.fl. (2005) Jordbrukssektorns energianvändning, Neuman (2009) Kartläggning av energianvändning på lantbruk 2008, Hörndahl (2007) Energiförbrukning i jordbrukets driftsbyggnader, Elmquist m.fl. (2015) Energinyckeltal inom lantbruk och potentialen att spara energi utifrån energikartläggningar.

Tabell 80. Scenario över djurproduktion för olika kategorier till 2050 i tusental.

	2017	2020	2030	2040	2050
Mjölkkor	326	309	283	276	273
Am/Dikor	189	183	123	90	74
Rek kviga < 1 år	146	139	119	110	106
Rek kviga > 1 år	155	148	127	118	113
Slakt kviga < 1 år	76	73	58	50	47
Slakt kviga > 1 år	106	101	81	70	65
Tjur < 1 år	202	197	168	157	151
Tjur > 1 år	147	143	122	114	109
Sugga	135	135	139	142	144
Slaktgris producerade	2 563	2 677	3 210	3 838	4 153

Källa: Jordbruksverket.

Tabell 81. Åtgångstal för energianvändning vid djurproduktion kWh/år och djur.

Typ av djur	kWh/år och djur
Mjölkkor	1 200
Am/Dikor	1 200
Rek kviga < 1 år	1 200
Rek kviga > 1 år	1 200
Slakt kviga < 1 år	800
Slakt kviga > 1 år	800
Tjur < 1 år	800
Tjur > 1 år	800
Sugga	700
Slaktgris producerade	40

Källa: Energimyndighetens bearbetningar av olika källor.

B.5.6 *Energianvändning i datacenter*

Datahallsbranschen är relativt ny och växer idag kraftigt. Allt fler internationella företag ser fördelar med att bygga datacenter i Norden. Sverige har på många sätt gynnsamma förhållanden för dessa investeringar, såsom stabil politik, avbrottsfri elförsörjning, elproduktion med en hög andel förnybart och låga koldioxidutsläpp, få naturkatastrofer och relativt bra internetförbindelser.

Hur stor tillkommande elanvändning datacenter skulle kunna stå för är idag väldigt osäkert. Det är kraftigt beroende på olika omvärldsfaktorer som politik och teknikutveckling. Exempelvis kommer datacentren bli mer energieffektiva framåt. Vad gäller politik har exempelvis sänkning av energiskatten för vissa datacenter till 0,5 öre/kWh (som för elintensiv industri) som infördes 2017 varit gynnsam för området. Hur attraktivt Sverige är för utländska datahallsföretag påverkar var lokalisering sker. En studie

av konsultbolaget COWI på uppdrag av danska Energistyrelsen har kommit fram till att det finns en marknad att investera motsvarande elkapacitet på 280–580 MW per år i de nordiska länderna fram till 2025.¹⁶³

Svenska kraftnät får in flera ansökningar från företag som vill göra anslutningar till elnätet. Mellan 2019 och 2026 finns det ansökningar om att ansluta datacenter som skulle förbruka i storleksordningen 25 till 35 TWh el, vilket är helt andra siffror än det som presenterats ovan fram till 2025. Alla dessa ansökningar kommer inte att realiseras. Många företag gör ansökningar på flera olika geografiska platser för att sedan välja en av dessa att faktiskt bygga sin datahall på.

Energimyndigheten har varit med och finansierat en rapport tillsammans med Business Sweden, Svenskt Näringsliv och IT- och telekomföretagen, som tagits fram av företaget RADAR. Syftet var bland annat att kartlägga befintliga datacenter i Sverige samt dess elförbrukning 2020, och utvecklingen de kommande fem åren. Resultat därifrån pekar på att elanvändningen i datacenter 2020 ligger på cirka 2,4 TWh och att det kan öka kraftigt, med 4,3 TWh till 6,7 TWh 2025.

Fram till 2025 borde det gå att göra en hyfsad bedömning utifrån kännedom om marknaden, och resultat från rapporten som RADAR gör kommer bidra med detta. Därefter är det svårbedömt. Men man kan anta högre utvecklingstakter om den ekonomiska tillväxten är hög, och lägre om den är låg. Sammantaget är utvecklingen kring datacenter svår att bedöma och än svårare på längre sikt men kan potentiellt få väldigt stor effekt på elanvändningen.

B.5.7 Energianvändningen i byggsektorn

Med byggsektorn avses den energianvändning som sker inom SNI¹⁶⁴ 41–43. I energistatistiken används en modell för att skatta fram energianvändningen i byggsektorn. Den utgår från en undersökning av byggsektorns energianvändning 2018 och sedan skattas energianvändningen fram andra år med förändringen i arbetade timmar i byggsektorn. Om arbetade timmar ökar med 1 procent så ökar också energianvändningen med 1 procent. Arbetade timmar för byggsektorn finns i de scenarier som Konjunkturinstitutet gör till Energimyndigheten. I scenarierna används samma modell att uppskatta energianvändningen.

B.5.8 Energianvändningen i fiskesektorn m.m.

Energianvändningen är relativt liten i fiskesektorn och antas vara konstant under perioden. Detsamma gäller bensin- och dieselanvändningen i hushåll och service. Däremot sker det förändringar i vissa av scenarierna då olika inblandningsnivåer av biodrivmedel ändras. Det gör att den fossila mängden diesel/bensin och biodiesel/biobensin kan se annorlunda ut.

B.5.9 Antaganden i de andra scenarierna jämfört med Referens EU

I detta avsnitt beskrivs vilka skillnader i antaganden som görs i scenarierna *Lägre BNP*, *Lägre Energipriser*, *Ytterligare åtgärder* samt *Elektrifiering* i relation till *Referens EU*.

¹⁶³ Cowi, *Temaanalyser om Store Datacentre*. 2018

¹⁶⁴ SNI är en standard för svensk näringsgrensindelning.

Scenariot *Lägre BNP*

En lägre utvecklingstakt av elanvändningen för datacenter antas jämfört med *Referens EU* antas då det är rimligt att tro att efterfrågan på datamängder och därmed datacenter kommer att vara lägre om ekonomin växer mindre. Även förändringar i relativpriser för olika uppvärmningsalternativ leder till skillnader mellan *Lägre BNP* och *Referens EU*.

Scenariot *Lägre energipriser*

Samma antaganden som i *Referens EU*, förutom lägre priser på fossila bränslen och utsläppsrätter. Ingen påverkan på datacenter. Lägre priser på fossila bränslen påverkar konkurrensen på värmemarknaden vilket leder till att relativpriserna för olika uppvärmningsalternativ ändras.

Scenariot *Ytterligare åtgärder*

I scenariot *Ytterligare åtgärder* antas en högre inblandningsnivå av biodrivmedel i bensin och diesel jämfört med *Referens EU*.

Scenariot *Elektrifiering*

Tillväxttakten för datacenter antas som störst i detta scenario och uppgår till nästan 14 TWh år 2050 jämfört med 10 TWh i *Referens EU*.

En viss andel av arbetsmaskiner i byggsektorn elektrifieras. Energimyndigheten har i rapporten "Fossilfrihet för arbetsmaskiner"¹⁶⁵ undersökt förutsättningar för elektrifiering av arbetsmaskiner inom jordbruk, skogsbruk och byggsektorn. Trafikverket¹⁶⁶ undersöker också möjligheterna för elektrifiering av arbetsmaskiner i jordbruk, skogsbruk och byggsektorn. Från rapporterna framgår att jord- och skogsbruk karaktäriseras av arbetsmaskiner som används över stora geografiskt områden, vilket enligt rapporterna innebär att elektrifiering är svårare att åstadkomma.

För byggsektorn däremot verkar förutsättningarna för elektrifiering och hybridisering vara betydligt bättre. I de scenarier Trafikverket diskuterar i rapporten antas majoriteten av arbetsmaskinerna vara hybridiserade eller elektrifierade till 2050 för byggsektorn. Osäkerheten är väldigt stor men baserat på ovan nämnda rapporter antar Energimyndigheten att viss elektrifiering sker i byggsektorn men inte i jord- och skogsbruk. Hälften av all diesel till arbetsmaskiner i scenariot *Referens EU* för byggsektorn år 2050 antas ersättas av el. Bytet från diesel till el antas effektivisera energianvändning med 50 procent.¹⁶⁷ Det innebär att cirka 0,8 TWh diesel blir 0,4 TWh el.

Att osäkerheten är så stor är också en anledning till att Energimyndigheten väljer att inte ha någon elektrifiering av arbetsmaskiner i *Referens EU*. Ett introduktionsstöd har införts för att öka andelen elektrifierade arbetsmaskiner i Sverige. Regeringen föreslog i Budgetpropositionen för 2020 en ny premie för ellastbilar och andra miljölastbilar samt eldrivna arbetsmaskiner, som tillsammans med det fortsatta stödet till elbussar syftar till

¹⁶⁵ Fossilfrihet för arbetsmaskiner, 2017-02-10, skriven av konsultföretaget WSP på uppdrag av Energimyndigheten.

¹⁶⁶ Trafikverket. Arbetsmaskiners miljöpåverkan och hur den kan minska – ett underlag till 2050 arbetet. 2012:223

¹⁶⁷ Antagandet baseras på Trafikverkets rapport "Arbetsmaskiners miljöpåverkan och hur den kan minska ett underlag till 2050 arbetet", publikationsnummer 2012:223"

att främja marknadsintroduktion av dessa fordon. Den beslutade budgeten för premierna är 120 miljoner under 2020. Stödet är planerat fram till 2023. Sammanhanget är det dock ganska lite resurser och osäkerheten är stor om det kan leda till att elektrifieringen på marknadsmässiga grunder tar fart för arbetsmaskiner.

B.6 Industrisektorn

B.6.1 Styrmedelsförutsättningar

Utöver koldioxidbeskattning och energiskatter samt EU ETS finns olika styrmedel för att påverka energianvändningen i industrisektorn.

Befintliga styrmedel den 1 juli 2020 ingår, och vid den tidpunkten hade industrin nedsatt energiskatt och betalade därför 30 procent av energiskatten på bränslen och 0,5 öre/kWh energiskatt för el. Industriföretag kan också få full nedsättning för både koldioxid- och energiskatt för bränsle och el som används i vissa processer. Dessa undantag antas fortsätta under scenarioperioden för alla scenarier. Förändringar av energiskattenivåer har dock aviserats¹⁶⁸. Energikartläggning, Energisteget och Miljöbalken styr mot energi-effektivisering i industrin och antas fortsätta under scenarioperioden.

Det finns en rad stöd till forskning, utveckling och demonstration inom industrin. En studie som utfördes under 2019 på uppdrag av Naturvårdsverket¹⁶⁹ visade att det under 2020 skulle finnas runt 1,3 miljarder kronor i offentligt stöd tillgänglig för industrins omställning. Största delen kom från Industriklivet.

Industriklivet är ett styrmedel som är beslutat att fortgå till 2028. Syftet med Industriklivet är att hjälpa svensk industri att ställa om sina industriella processer till klimat-neutrala alternativ. Detta sker genom att stödja industriprojekt från forskning till fullskalig implementering. Läs mer om Industriklivet på Energimyndighetens hemsida¹⁷⁰. För scenariot *Elektrifiering* antas det att Industriklivet eller ett liknande styrmedel fortsätter efter 2028. Detta eftersom styrmedlet anses som en förutsättning för att de teknisk-skiften som inkluderats i scenariot kan bli verklighet.

B.6.2 Förutsättningar

På kort sikt kan förväntad produktionsvolym säga något om hur energianvändningen utvecklas. På längre sikt påverkas energianvändningen även av bland annat strukturomvändningar, teknisk utveckling, priser och efterfrågan på olika produkter. Flera av dessa faktorer fångas i prognoser över den ekonomiska utvecklingen. Ett mått på ekonomisk utveckling inom industrisektorn är förädlingsvärde¹⁷¹.

¹⁶⁸ Slopade nedsättningar av energiskatt för uppvärmningsbränslen – Regeringen.se

¹⁶⁹ WSP, 2019. Kartläggning Stöd till industrins omställning.

¹⁷⁰ På Energimyndighetens hemsida kan du hitta mer om Industriklivet, Industriklivet (energimyndigheten.se)

¹⁷¹ Förädlingsvärde är bruttoproduktion minus värdet av insatsförbrukning, dvs. det värde en bransch tillför genom sin verksamhet.

Den branschvisa utvecklingen av förädlingsvärde fram till 2050 beställs från Konjunkturinstitutet, som använder den miljöekonomiska modellen EMEC (Environmental Medium term Economic Model). EMEC är en ekonomisk allmänjämviktsmodell som fångar hur olika ekonomiska aktörer påverkar varandra och beskriver hur en prisförändring sprids genom ekonomin. I modellen ingår även ekonomisk-politiska åtgärder som är beslutade fram till den 1 juli 2020, till exempel förändringar i energi- och koldioxidskatter, samt effekter av den internationella marknaden. I modellen har KI också simulerat ett *världsmarknadsscenario*, för att få fram prisnivåer och marginalkostnader i produktionen, vilka sedan används som världsmarknadspriser för importerade produkter. I modellen driver den branschvisa produktivitetstillväxten strukturomvandlingar inom olika branscher.¹⁷²

Vilket samband som finns mellan förädlingsvärde och energianvändning skiljer sig åt mellan olika branscher och energibärare, vilket betyder att effekten av den antagna ekonomiska utvecklingen på energianvändningen varierar. Samband mellan ekonomisk utveckling och energianvändning är starkast för större energibärare inom energiintensiva branscher. En positiv korrelation innebär att en positiv ekonomisk utveckling leder till ökad energianvändning och tvärtom. Om sambandet inte finns innebär det att energianvändningen antingen ökar, minskar eller förblir oförändrad oberoende av den ekonomiska utvecklingen.

Resultaten från KI:s EMEC-modell ges i femårsintervall. Utvecklingen av industrins förädlingsvärde och bruttoproduktion för de olika scenarierna redovisas i Tabell 82, Tabell 83 och Tabell 84 enligt följande indelning:

1. Utvinning av mineraler, SNI 05–09
2. Livsmedel och textil, SNI 10–15
3. Trävaruindustri, SNI 16
4. Massa- och pappersindustri samt grafiskindustri, SNI 17–18
5. Raffinaderier, SNI 19
6. Kemiindustri och läkemedel, SNI 20–21
7. Gummi- och plastvaruindustri, SNI 22
8. Jord- och stenindustri, SNI 23
9. Stål- och metallverk, SNI 24
10. Järn- och stålindustri, SNI 24.1–24.3
11. Metallverk, SNI 24.4–24.5
12. Verkstadsindustri, SNI 25–30
13. Övriga branscher, SNI 31–33
14. Totala industrin, 05–33

¹⁷² Konjunkturinstitutet, 2020. *Långsiktiga prognosförutsättningar till Energimyndighetens långsiktsscenarioer*.

Tabell 82. Industrins förädlingsvärde 2025–2050 i scenariot *Referens EU*, *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering*, miljoner kronor i 2015 års prisnivå.

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	18 610	19 700	20 227	20 458	20 345	19 910
2	53 988	58 499	62 500	66 844	72 034	77 913
3	25 841	27 411	28 442	29 393	30 414	31 695
4	56 426	61 635	66 064	70 428	74 898	80 550
5	8 833	9 935	10 990	12 128	13 463	14 988
6	87 781	99 623	111 332	124 358	135 451	150 922
7	17 712	18 798	19 545	20 233	20 916	21 830
8	15 765	17 020	18 121	19 231	20 399	21 719
9	29 395	31 087	32 058	32 812	33 221	33 989
9.1	20 058	20 933	21 339	21 579	21 565	21 858
9.2	9 337	10 153	10 719	11 233	11 656	12 131
10	302 172	341 530	374 691	409 064	440 682	483 648
11	34 338	36 160	37 349	38 380	39 503	40 707
12	650 861	721 399	781 319	843 328	901 326	977 871

Källa: Konjunkturinstitutet, EMEC.

Tabell 83. Industrins förädlingsvärde 2025–2050 i scenariot *Lägre BNP*, miljoner kronor i 2015 års prisnivå.

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	18 554	19 464	20 131	20 524	20 657	20 536
2	53 434	56 261	58 682	61 329	65 105	69 013
3	25 693	26 855	27 518	28 076	28 823	29 722
4	55 634	59 399	62 245	64 771	67 601	71 146
5	8 689	9 359	9 884	10 420	11 072	11 839
6	86 473	93 041	98 402	103 029	107 522	112 312
7	17 618	18 378	18 799	19 122	19 535	20 056
8	15 648	16 542	17 245	17 900	18 646	19 416
9	29 045	29 610	29 577	29 258	28 977	28 746
9.1	19 811	19 896	19 583	19 063	18 579	18 165
9.2	9 234	9 714	9 994	10 195	10 398	10 582
10	296 684	316 708	329 850	340 778	355 103	371 496
11	34 196	35 594	36 470	37 230	38 279	39 345
12	641 667	681 211	708 804	732 438	761 320	793 627

Källa: Konjunkturinstitutet, EMEC.

Tabell 84. Industrins förädlingsvärde 2025–2050 i scenarierna *Lägre energipriser*, miljoner kronor i 2015 års prisnivå.

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	18 337	19 405	20 130	20 442	20 402	19 884
2	53 656	58 340	62 542	66 902	72 224	78 292
3	25 738	27 255	28 389	29 401	30 586	31 840
4	55 491	60 425	65 353	70 120	75 038	80 318
5	9 317	10 470	11 670	12 968	14 498	16 255
6	85 797	99 555	114 119	126 527	138 360	152 636
7	17 360	18 440	19 346	20 083	20 842	21 691
8	15 766	17 044	18 198	19 313	20 506	21 846
9	28 645	30 379	31 740	32 506	33 047	33 667
9.1	19 516	20 435	21 114	21 348	21 420	21 598
9.2	9 129	9 944	10 626	11 158	11 626	12 069
10	293 158	333 871	370 837	402 971	435 846	475 347
11	34 140	35 973	37 302	38 365	39 570	40 777
12	637 406	711 157	779 627	839 597	900 919	972 552

Källa: Konjunkturinstitutet, EMEC.

Eftersom EMEC är en modell som är anpassad för långsiktiga förändringar gjorde KI bedömningen att värden för 2020 inte passar modellen. Därför har underlag använts från Energimyndighetens Kortsiktsprognos sommaren 2020¹⁷³ för att bedöma perioden 2020 till 2025.

Utöver förutsättningarna från KI har Energimyndigheten i vissa antaganden utgått från de klimatfärdplaner som branscher tagit fram i samarbete med Fossilfritt Sverige¹⁷⁴ samt annat underlag från industrin. Energimyndighetens långsiktiga scenarier¹⁷⁵ som togs fram 2018 har också varit en utgångspunkt.

För industrin påverkar en mängd olika faktorer valet av energibärare, däribland drifts-säkerhet, interna mål om självförsörjning och fossilfrihet samt fluktuationer i energipriser. Idealfallet är en kostnadseffektiv, ren, säker och garanterad energiförsörjning. Vilka avvägningar som görs varierar mellan olika företag och branscher. Valet av energibärare görs ofta vid ny- eller reinvesteringar eller i samband med förändringar av tillverkningsprocesser. Det är svårt att förutspå hur industrin kommer att prioritera mellan dessa avväganden i framtiden. Det beror dels på utvecklingen av själva industrin, dels på hur varje energibärare utvecklas, både när det gäller priser och leveranssäkerhet. Vissa branscher har få aktörer som är betydande för hela branschen och ibland för hela sektorn. Beslut av dessa aktörer är svåra att förutse.

¹⁷³ Energimyndigheten. Kortsiktsprognos sommaren 2020. ER 2020:21

¹⁷⁴ Färdplaner – Fossilfritt Sverige 2020, (<https://fossilfritt Sverige.se/fardplaner/>)

¹⁷⁵ Energimyndigheten. Scenarier över Sveriges energisystem 2018. ER 2019:7.

B.6.3 Scenariospecifika antaganden

I de tre scenarierna *Referens EU*, *Lägre BNP* och *Lägre energipriser* antas endast beslutade styrmedel till och med 1 juli 2020 gälla och den ekonomiska utvecklingen varierar mellan scenarierna. Potentiella strukturomvandlingar och olika omvärldsfaktorer ingår i den mån de ingått i KI:s EMEC-modell vid framtagandet av scenarioförutsättningarna. I *Elektrifiering* har samma förutsättningar vad gäller ekonomisk tillväxt och prisutveckling som i *Referens EU* använts, men elektrifiering av olika processer och maskiner antas ske i större utsträckning. Elektrifieringen sker delvis av olika anledningar inom olika branscher, men gemensamt är en strävan mot att minska utsläppen av växthusgaser. Idag bedöms ofta el vara ett lönsamt alternativ.

I *Referens EU*, *Lägre energipriser* och *Lägre BNP* har förutsättningarna från KI samt tidigare framtagna scenarier till stor del fått avgöra hur energianvändningen utvecklas. I den mån det varit möjligt har hänsyn tagits till vilka typer av bränslen/energibärare som idag används i olika tillverkningsprocesser samt vilka alternativ som är möjliga. Detta för att inte överskatta skiften, ökningar eller utfasningar av olika energibärare.

I alla scenarier har två projekt inkluderats som i tidigare omgångar inte inkluderats: delar av HYBRIT¹⁷⁶ och Northvolt.

Implementeringen av ståltillverkning genom HYBRIT får följande konsekvenser: Kol, koks och koksugns-, masugns- och LD-gaser som används i masugnsprocessen och senare processteg antas minska till 2030. Det innebär att 1/5 av kol, koks och restgaserna i branschen försvinner 2030. Elanvändningen beräknas öka med nästan 2 TWh som en konsekvens av tekniskskiftet. I Oxelösund har planer på en LNG/LBG hamn godkänts vilket i första hand ökar naturgasanvändningen till följd av att LNG blir lättare tillgängligt. Naturgasen antas delvis ersätta masugnsgasen.

Etableringen av Northvolts batteriproduktion beräknas innebära en ökning med 2 TWh el. Det är svårare att bedöma hur energianvändningen ökar kring de indirekta konsekvenserna av etableringen, såsom nya underleverantörer, synergier med mera. Därför har de indirekta konsekvenserna inte bedömts i denna scenariorömgång.

Scenariot *Elektrifiering* innehåller flest antaganden¹⁷⁷ och dessa sammanfattas här efter fördelat mellan branscher:

- Järn- och stålindustrin:
 - Den första implementeringen av HYBRIT sker som tidigare beskrivits. Resterande fossila energibärare fasas ut till 2040. För branschen som helhet innebär det att all användning av koks och processgaser och majoriteten av kolet försvinner.
 - HYBRIT antas leda till en ökad elanvändning på 20 TWh till vätgasproduktion och ljusbågsugnar. 1/5 av ökningen antas ske 2030 och resterande 2040. I samma takt antas användningen av biokol öka. Biokol kan komma att behövas både för ljusbågsugnarnas elektroder samt vid järnpulvertillverkningen.

¹⁷⁶ Läs mer om HYBRIT i Energimyndighetens publikation Processrelaterade och negativa utsläpp – nuläge och förutsättningar för omställning (ER 2020:28).

¹⁷⁷ Antaganden för järn- och stålindustrin, gruvindustrin och cementindustrin har i huvudsak utgått från respektive branschs klimatfärdplan, men antagandena har delvis anpassats efter förutsättningarna i scenarioarbetet, t.ex. efter Energimyndighetens energistatistik.

- Gruvindustrin:
 - Bensin och diesel som används i arbetsmaskiner och interna transporter fasas ut helt till 2035. El ersätter till 95 procent och resten ersätts av biodrivmedel. Elmotorer antas vara effektivare än förbränningsmotorer.
 - De fossila bränslen som används vid tillverkningen av järnmalmspellets ersätts successivt av el och är helt utfasade 2045. Skiftet innebär att el ersätter eldningsolja och naturgas. Även här antas el vara effektivare.
- Cementindustrin:
 - Det är tekniskiftet CemZero som antas implementeras i scenariot *Elektrifiering*. De i huvudsak fossila energibärare som används för att tillverka cement antas ersättas av el i samband med att branschen elektrifierar tillverkningsprocessen. Enligt beräkningarna blir ökningen nästan 5 TWh el. CCS har inte inkluderats i beräkningarna.
- Kemiindustrin:
 - Inom kemiindustrin och raffinaderier sker en ökad användning av elpannor för värmeproduktion eller hybridpannor naturgas/el för en ökad driftssäkerhet och för att utnyttja skillnader i pris på bästa sätt. Elpannor har en kort uppstartstid, vilket möjliggör utnyttjande av billig el vid till exempel tillfälliga överskott av el från förnybara källor.
 - Inom den petrokemiska branschen sker ett utbyte av råvara. Tekniken som producerar metanol från koldioxid och vätgas ersätter den befintliga, där 13 TWh el används för detta skifte. Mer om detta tekniskifte kan läsas om i IVA:s Så klarar svensk industri klimatmålen¹⁷⁸.

B.6.4 Metod

Ekonomiska förutsättningar fås från KI:s EMEC-modell. Värden fås för olika scenarier, fördelade mellan branscher och i femårsintervall, från 2025 till 2050.

Prognosen görs genom att beräkna hur stark koppling ett bränsle inom branschen har med branschens förädlingsvärde:

$$E_x = S_{BB} \times i_x \times E_{x-1}$$

E_x = energianvändning vid år x

S_{BB} = specifik energianvändning i den branschen och bränslet

E_{x-1} = föregående års energianvändning

i_x = utvecklingen över förädlingsvärdet vid år x

$x_1 = 2019, x_n = (x_1 + n) \leq 2050$

När den specifika energianvändningen multiplicerat med utvecklingstakten är lika med 1 betyder det att resurseffektiviseringen är lika hög som utvecklingen. Det ger då samma energianvändning som föregående år. Både den specifika energianvändningen och utvecklingen av förädlingsvärdet anges på femårsbasis.

¹⁷⁸ IVA 2019, *Så klarar svensk industri klimatmålen*
201904-iva-vagval-for-klimatet-delrapport1-n_ver2.pdf

Energimyndigheten har för varje energibärare inom varje bransch undersökt korrelationen mellan olika variabler och energianvändning. Därefter har sambanden mellan energianvändningen för de energibärare och variabler med starkast korrelation undersökts. Dessa samband beskrivs med hjälp av en tidigare utvecklad regressionsmodell.¹⁷⁹ Förädlingsvärde är den förklarande variabeln och energianvändning är responsvariabeln. Inför årets scenarioarbete uppdaterades statistiken¹⁸⁰ som används i regressionsmodellen, vilket gav nya k - och m -värden till ekvationen som användes för att försöka förutse energianvändningen:

$$E_x = k_i i_x + m_i$$

E_x = energianvändning vid år x

k_i = regressionskoefficient (linjens lutning) för förklarande variabel i

m_i = intercept (linjens brytpunkt på y-axeln) för förklarande variabel i

i_x = förklarande variabel (förädlingsvärde) vid år x

$x_1 = 2020, x_n = (xn - 1 + 5) \leq 2050$

Ovanstående ekvation användes endast för att försöka förutse energianvändningen för de energibärare som korrelerar med förädlingsvärde. För många energibärare saknas samband. Uppskattningen av den framtida energianvändningen baseras i de fallen i större utsträckning på energianvändningens historiska utveckling och omvärldsbevakning. De ekonomiska sambanden är starkast för de energiintensiva branscherna, vilket innebär att en relativt stor del av industrins framtida energianvändningen kunnat bedömas med hjälp av sambanden.

För samtliga branscher och energibärare görs slutligen även en expertbedömning baserat på underlag från branschen, omvärldsbevakning och planerade investeringar, nedläggningar m.m., som kan påverka energianvändningen.

Osäkerheter

En viktig osäkerhet är utvecklingen av den branschvisa ekonomiska tillväxten eftersom den ligger till grund för en stor del av bedömningen av den framtida energianvändningen. En annan ekonomisk utveckling än den som antagits för scenarierna skulle kunna ha en betydande effekt på energianvändningen.

Hur sambanden mellan förädlingsvärde och energianvändning utvecklas är en annan osäkerhet. Det kan redan konstateras att korrelationen blir allt svagare, bland annat till följd av energieffektivisering och att företagen tillverkar mer förädlade produkter. För flera branscher säger den ekonomiska utvecklingen mycket lite om energianvändningens utveckling.

¹⁷⁹ Utifrån ett antal observerade värden (statistik över ekonomisk utveckling och energianvändning i det här fallet) kartläggs eventuella korrelationer. Om det finns en korrelation kan en regressionsmodell användas för att bedöma effekten av en variabel. Givet att förädlingsvärdet för ett visst år i framtiden betraktas som känt (förklarande variabel) kan energianvändningen vid samma år förutses (responsvariabel).

¹⁸⁰ Statistiken uppdaterades för att få något längre tidsserier, sedan Energimyndighetens scenarier 2019 (ER 2019:7) har två statistikår tillkommit.

Förändringar i industristrukturen och produktionssammansättningen till följd av exempelvis minskad efterfrågan på papper är också en osäkerhet. Inom skogsindustrin pågår en diversifiering mot andra produkter än papper, exempelvis drivmedel, kemikalier och bioplaster. Det är svårt att bedöma effekten av denna typ av strukturförändringar, framför allt då de är branschöverskridande och troligtvis kommer påverka flera branscher, såsom raffinaderier och kemiindustrin.

En snabb teknikutveckling påverkar också industrins energianvändning. I synnerhet scenariot *Elektrifiering* baseras dessutom på ett antal antaganden som är osäkra, bland annat när i tid förändringar kan tänkas ske samt hur mycket energi och vilka energibärare som kommer efterfrågas. I scenariot antas flera omvälvande tekniksiften ske, vilka förutsätter att teknikutvecklingen går enligt plan samt att regelverk, ekonomiska förutsättningar, infrastruktur, m.m. finns på plats. Ett exempel är Industriklivet som antas fortlöpa efter sin beslutade period, alternativt ett liknande stöd. Det är en förutsättning för att de projekt som antagits i scenariot ska bli verklighet.

B.6.5 Bransch för bransch

Detta avsnitt är en utvecklad beskrivning av Figur 14.

Utvinning av mineral, eller gruvor, har en ökande trend för energianvändningen fram till 2035, sedan skiljer sig scenarierna åt. Det beror främst på skillnaden i den ekonomiska tillväxten. Branschen använder primärt el som följs av kol och sedan flytande fossila bränslen. Under perioden till 2050 beräknas de flytande fossila bränslena delvis ersättas med el, framförallt inom arbetsmaskiner.

Massa- och pappersindustrin använder 90 procent av biobränslet som används inom industrin. Utöver biobränsle använder branschen också i stor utsträckning el. En trend som påverkar industrin är att biomassa blir mer värdefull framöver, framförallt på grund av ökad efterfrågan och användningsområden, vilket resulterar i att branschen bedöms använda 7 procent mindre biobränsle för energiändamål till 2050. Trots minskning av biobränsle växer branschen kraftigt. Detta sker på grund av ökad efterfrågan men också av att branschen använder sina råvaruresurser mer effektivt. Branschen producerar el, något som kan minska framöver.

Kemiindustrin använder primärt el och övriga bränslen, i de övriga bränslena är en stor del bränngas från petrokemin. Kemiindustrin är sammanslagen med läkemedelsindustrin som har en låg energianvändning men utgör majoriteten av förädlingsvärdet medan kemiindustrin har en mycket högre energianvändning. Konsekvenserna av det blir att det är svårt att uppskatta energianvändningens utveckling kopplat till förädlingsvärdet. I scenariot *Elektrifiering* antas att en petrokemisk kracker stängs ner och ersätts med metanolproduktion från vätgas och koldioxid, med andra ord elektrobränslen¹⁸¹. Det betyder att den fossila bränngasen försvinner som energibärare.

I *metallindustrin* har tekniksiften HYBRIT delvis implementerats i *Referens EU*. Det som inkluderats i *Referens EU* är öppningen av en demonstrationsanläggning, dessutom har en ljusbågsugn ersatt en mindre masugn. I *Elektrifiering* antas konverteringen av masugnarna leda till att elanvändningen ökar med 20 TWh.

¹⁸¹ IVA 2019, Vägval för klimatet Så klarar svensk industri klimatmålen.

I *verkstadsindustrin* har etableringen av batterifabriken Northvolt i Skellefteå inkluderats i alla scenarier. Etableringen innebär framförallt en ökad elanvändning, cirka 2 TWh antas tillkomma. Utöver nyetableringen har branschen en stark tillväxt enligt Konjunkturinstitutets siffror. Branschen står för ungefär hälften av industrins förädlingsvärde men endast några procent av energianvändningen, primärt el.

Raffinaderier har en komplex energianvändning, stora flöden olja bearbetas och kräver energi i dess processer det medför stora osäkerheter. För 2018 har 2017 års värde använts eftersom statistiken är bristfällig 2018. Raffinaderiernas energianvändning består främst av restprodukter från deras egen produktion, främst raffinaderigas. Majoriteten av raffinaderigasen är fossil men eftersom det används viss andel biomassa i raffinaderierna kommer det även finnas raffinaderigas som är biogen. I scenarierna har det antagits att andelen biogen raffinaderigas är den samma som reduktionsplikten för vardera scenario, dvs är reduktionsplikten 20 procent för ett år kommer raffinaderigasen ha 20 procent biogent ursprung.

B.7 Måluppfyllelse

De mål som beräknas i scenarierna är de nationella målen: 100 procent förnybar elproduktion (men betyder inte ett stoppdatum för kärnkraften som får vara kvar) samt energintensitet.

Övriga mål som beräknas återfinns i förnybartdirektiv I och II.¹⁸² Metoden för att beräkna total andel förnybart följer i stor utsträckning den metod som anges i gamla och nya förnybartdirektiven men förenklingar behöver göras då detaljeringsgraden i scenarierna inte är som i befintlig statistik.

B.7.1 Total andel förnybar energi, EU

Andelen energi från förnybara källor ska enligt förnybartdirektivet beräknas som kvoten mellan total förnybar energi och total slutlig energianvändning inklusive överföringsförluster och användning av el och värme vid el- och värmeproduktion. I den slutliga energianvändningen ingår även utrikes flyg.

Den totala förnybara energin består av följande delposter:

- a) el som produceras från förnybar energi,
- b) fjärrvärme och fjärrkyla som produceras från förnybar energi,
- c) användning av annan förnybar energi för uppvärmning, kylning och processer i industrin, hushållen, servicesektorn, jordbruket, skogsbruket och fiskeriet samt
- d) användningen av förnybar energi för transporter.

Den förnybara elen från vatten- och vindkraft normalårskorrigeras och är därför inte den faktiska produktionen för historiska år. Med en normalårskorrigerad menas att produktionen justeras utifrån installerad effekt och faktisk produktion över en period av flera år. Normalisering görs för att inte ett år med låg produktion eller det omvända ska påverka utfallet av målet. För scenarioåren antas produktionen vara normalårskorrigerad.

¹⁸² Direktiv 2009/28/EG och 2018/2001, om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor. Först direktivet gäller mål för 2020 och det andra mål för 2030.

Den slutliga energianvändningen utgörs av den slutliga energianvändningen i industri-sektorn, transportsektorn, bostäder och service, jordbruket, skogsbruket och fiske-näringsen. Dessutom ingår användning av el och värme inom energisektorn i samband med el- och fjärrvärmeproduktion samt överföringsförluster i el- och fjärrvärmenät.

B.7.2 Andel förnybart i transportsektorn, EU

Dubbelräkningar i beräkningen i förnybartdirektivet

De biodrivmedel som produceras av godkända¹⁸³ råvaror och som klarar hållbarhetskraven som finns, får idag dubbelräknas. Övriga biodrivmedel som klarar hållbarhetskraven ingår också i andelsberäkningen men får inte dubbelräknas. I scenarierna utgår dubbelräkningen från hur mycket av respektive bränsle som fick dubbelräknas under senast tillgängliga år, i detta fall för 2019. Andel hållbara biodrivmedel som får dubbelräknas antas öka för scenarioåren efter 2020.

Till 2020 får användningen av förnybar el till spårbunden trafik multipliceras med 2,5 och förnybar el i vägtransporter får multipliceras med 5. För 2030 justeras multiplikationsfaktorn ner för att vara 4 för vägtransporter och 1,5 för spårbunden trafik.

När andelen beräknas ska egentligen förbestämda värmevärden användas som finns angivet i direktivet. I beräkningarna som görs i scenarierna används Energimyndighetens egna värmevärden. Skillnaderna mellan värmevärdena bedöms inte påverka målbedömningen i någon större utsträckning.

B.7.3 Nationella målet om 100 procent förnybar elproduktion

Det nationella målet till 2040 är 100 procent förnybar elproduktion.¹⁸⁴ Det är ett mål, inte ett stoppdatum som förbjuder kärnkraft och innebär inte heller en stängning av kärnkraft med politiska beslut.

I målberäkningen tolkas andelen förnybar el som kvoten mellan förnybar elproduktion och total elproduktion i landet. Produktionen är den faktiska produktionen, dvs den normalårskorrigeras inte utifrån vind- och vattentillgång som den görs i målen i förnybartdirektiven.

B.7.4 Nationella målet om minskad energiintensitet

Det svenska energiintensitetsmålet till 2020 innebär att energiintensiteten, uttryckt som tillförd energi i förhållande till BNP, ska vara 20 procent lägre 2020 jämfört med 2008. Målet för 2030 är 50 procent lägre energiintensitet år 2030 men då jämfört med 2005.

I formuleringen av energiintensitetsmålet saknas en definition av begreppet tillförd energi¹⁸⁵. Däremot definieras i artikel 2 i energieffektiviseringsdirektivet¹⁸⁶ (EED) primär-energianvändning som den inhemska bruttoanvändningen, exklusive annan användning än energi. Inhemsk bruttoanvändning motsvaras här av tillförd energi minus användningen för icke-energiändamål.

¹⁸³ Finns i Bilaga IX i Direktiv 2018/2001.

¹⁸⁴ Läs mer om målet och andra mål i Regeringens proposition 2017/18:228, Energipolitikens inriktning, <https://data.riksdagen.se/fil/89477BA7-420F-4E39-BEF0-8E387DDEEFB2>

¹⁸⁵ Se En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi, proposition 2008/09:163, sida 39.

¹⁸⁶ Direktiv 2012/27/EU

Hållbar energi för alla

Energimyndigheten leder samhällets omställning till ett hållbart energisystem.

Vi bidrar med fakta, kunskap och analyser om tillförsel och användning av energi i samhället, och arbetar för en trygg energiförsörjning.

Forskning om framtidens fordon och bränslen, förnybara energikällor och smarta elnät får stöd av oss. Vi stöttar också affärsutveckling som gör det möjligt att kommersialisera innovationer och ny teknik, och ser till att goda lösningar kan exporteras.

Vi ansvarar för Sveriges officiella statistik på energiområdet, och hanterar elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter.

Dessutom deltar vi i internationella klimatsamarbeten, och förmedlar fakta om effektivare energianvändning till hushåll, företag och myndigheter.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99
E-post registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se