

# Färdplan fossilfri el – analysunderlag med fokus på elanvändningen

- Ett scenario med kraftigt ökad elanvändning

Maj 2019



Fördjupningsuppdrag för Energiföretagen Sverige

## **Färdplan fossilfri el – analysunderlag med fokus på elanvändningen**

- Ett scenario med kraftigt ökad elanvändning

**Maj 2019**

Håkan Sköldberg och Bo Rydén, Profu

# Färdplan fossilfri el – elanvändning

## Förord

---

Denna skrift utgör en delredovisning av det arbete som forskningsprojektet NEPP (North European Energy Perspectives Project) genomför för att ta fram faktaunderlag för den färdplan för fossilfri el som Energiföretagen Sverige planerar att ta fram. Här fokuserar vi på hur elanvändningen utvecklas under de kommande 25 åren.

## Sammanfattning

---

För att Sverige ska bli fossilfritt 2045 förutspås elanvändningen öka kraftigt. År 2045 bedöms elanvändningen vara cirka 190 TWh. En ökning som motsvarar mer än 1,5 gånger Danmarks totala elanvändning. Elanvändningen i Sverige har legat relativt konstant på 130 – 140 TWh/år i 25–30 år, så det blir en stor förändring.

Den stora ökningen av elanvändningen beror framför allt på transportsektorns och industrins omställning från fossila bränslen till fossilfri el samt etablering av exempelvis datahallar.

Effektbehovet ökar också kraftigt från dagens 26 GW till 32 GW, en mer än 20-procentig ökning. Det kommer att innebära en stor utmaning för samhället att kunna leverera tillräckligt med el; varje sekund, året om.

## Inledning

---

Sommaren 2017 beslutade riksdagen om att införa ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige med nya klimatmål till 2030, 2040 och 2045, en klimatlag och ett klimatpolitiskt råd. Det långsiktiga klimatmålet innebär att Sverige senast år 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp. Ambitionen är att Sverige ska bli världens första fossilfria välfärdsland.

Som ett led i arbetet med att uppnå målet om fossilfrihet lanserade regeringen 2016 initiativet Fossilfritt Sverige. Sexton branscher har hittills tagit fram färdplaner för fossilfri konkurrenskraft inom ramen för Fossilfritt Sverige. Flera av dessa branscher lyfter fram elektrifiering som en viktig del för att bli fossilfria. Det pågår dessutom en elektrifiering av fordonsflottan och etablering av nya elintensiva industrier och verksamheter, exempelvis datacenter. Detta, i kombination med en förutspådd befolkningstillväxt, tyder på att elanvändningen kommer att öka i framtiden trots kontinuerlig el-effektivisering.

En ökad elanvändning tillsammans med ökad andel väderberoende elproduktion och samtidig utfasning av de sista fossila bränslena ställer stora krav på elsystemet, inte minst avseende effektbalanseringen och kapaciteten i elnäten.

Den svenska elbranschen planerar därför att ta fram en "färdplan el för fossilfri konkurrenskraft" och har tillfrågat forskningsprojektet NEPP (North European Energy Perspectives Project) om att bidra med faktaunderlag som ska ligga till grund för denna färdplan. De uppgifter som ingår i uppdraget framgår av faktarutan nedan.

I detta analysarbete har forskargruppen samverkat med en referensgrupp med deltagare från Energiföretagen Sveriges medlemsföretag. Referensgruppen har bidragit till och analyserat antaganden, resultat och scenarioupbyggnaden samt löpande givit vägledning för det fortsatta analysarbetet.

### **Kort beskrivning av Energiföretagen Sveriges uppdrag till NEPP**

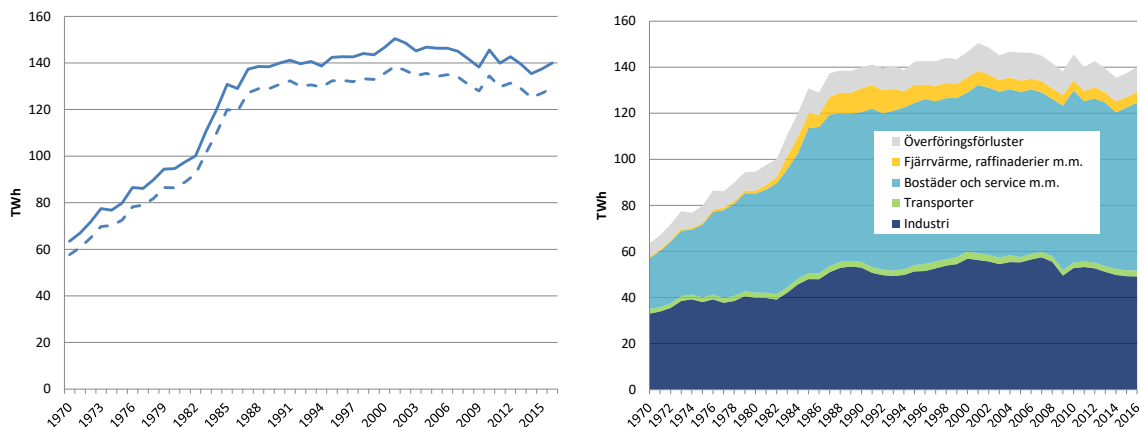
Verksamheten inom forskningsprojektet NEPP (North European Energy Perspectives Project) omfattar de allra flesta frågeställningar som Energiföretagen Sverige har efterfrågat för sin analys av hur vi bibehåller en säker elförsörjning, där dagens redan låga användning av fossila bränslen fasas ut helt och där elsektorn underlättar övriga sektorers fossilfrihetssträvanden genom elektrifiering. I samverkan med Energiföretagen Sverige har därför NEPP genomfört detta fördjupningsarbete. Följande uppgifter ingår i arbetet:

- Bedömning och kvantifiering av elanvändningen fram till 2045.
- Framtagande av tre scenarier för fossilfri elproduktion som svarar mot efterfrågan.
- Kvantifiering av behov och kostnader för ny och uppgraderad transmission och distribution, både inom landet och i utlandsförbindelser.
- Behov och kostnadsuppskattning av fysikaliska tjänster som krävs för att upprätthålla elsystemets funktion, import och export av el, olika typer av flexibilitet och effektreserv eller liknande.
- Analysen ska även svara på vad elsystemkostnaden blir för de tre elproduktionsscenarierna.

NEPP är ett multidisciplinärt och omfattande forskningsprogram om utvecklingen av elsystemen och elmarknaderna i Sverige, Norden och Europa i tidsperspektiven 2020, 2030 och 2050. NEPP leds av Energiforsk och finansieras av Energimyndigheten, energibranschen och Svenska kraftnät samt flera industrier. Forskningen genomförs av välmeriterade forskare och analytiker under projektledning av Profu och Sweco.

# Elanvändningens utveckling

Elanvändningen i Sverige har legat relativt konstant på 130–140 TWh/år i 25–30 år. Dessförinnan ökade elanvändningen med i genomsnitt 4–5 procent per år (dock med variationer från år till år). Två sektorer står för merparten (cirka 95%) av elanvändningen: industrin och bostäder/service.



Utvecklingen av elanvändningen i Sverige 1970–2016 (källa: Energiläget 2018). Figuren till vänster anger elanvändningen inklusive distributionsförluster (heldragen linje) och exklusive distributionsförluster (streckad linje). Figuren till höger anger den sektorsvisa elanvändningens utveckling i Sverige under samma period.

## Bedömning och kvantifiering av elanvändningen fram till 2045

Kvantifieringen av det framtida elbehovet i Sverige är beroende av många faktorer, som befolkningsutveckling, trenderna för hur man kommer att bo, hur bostäderna kommer att värmas upp i framtiden, elektrifiering av transportsektorn, industrins utveckling och elektrifiering, energieffektivisering m.m. Dessa påverkas bland annat av konjunkturen och politiska styrmedel. Utöver det kommer regionala förändringar att spela roll: exempelvis trenderna att flytta in till städer, som i sin tur påverkas av samhällstrender, var lokalisering av ny elintensiv verksamhet kommer att ske utifrån incitament och flaskhalsar. Och minst lika viktigt: den sammanlagda energianvändningsprofilen kommer påverkas starkt av dessa förändringar. Det är med andra ord många parametrar som kan komma att ändra sig under de närmaste decennierna.

I NEPP pågår ett analysarbete om elanvändningens utveckling. Arbetet baseras på en uppdaterad analys av referensscenariot från den förra etappen av NEPP (se NEPP:s Temabok "Elanvändningen i Sverige", 2015) som – förutom att det legat till grund för NEPP:s scenarioanalyser – bland annat även användes som grund till analysen i IVA-projektet Vägval El. I det pågående forskningsarbetet i NEPP ingår, utöver en uppdatering för de traditionella sektorerna, bland annat även en genomgång av elektrifieringen av transportsektorn samt ökad elanvändning inom industrin, som processkiften och bränslebyten, och för datahallar. Här är osäkerheterna om utvecklingen stor, och vi kommer därför analysera flera olika alternativ för denna "nya" elanvändning.

Det innebär, för detta uppdrag om att ta fram ett analysunderlag för en färdplan för en fossilfri elsektor, att vi haft ett uppdaterat material att utgå ifrån genom NEPP:s arbeten. Därutöver finns ett underlag i de färdplaner som tagits fram av andra branscher inom ramen för regeringsinitiativet Fossilfritt Sverige och framförallt i den sammanställning som Sweco tagit fram utifrån dessa, på uppdrag av Svenskt Näringsliv ("Klimatneutral konkurrenskraft, kvantifiering av åtgärder i klimatfärdplaner", januari 2019). Resultaten från den studien har också utnyttjats i analysen i detta uppdrag.

Ytterligare arbeten som vi kunnat utgå ifrån har varit relevanta myndighetsbedömningar, som Energimyndighetens långsiktsscenarier ("Scenarier över Sveriges energisystem 2018", ER2019:07) och Svenska kraftnäts scenarioarbeten ("Långsiktig marknadsanalys 2018, Långsiktsscenarier för elsystemets utveckling fram till år 2040", Ärendenr: SVK 2018/2260, januari 2019). För Energimyndighetens långsiktsscenarioarbete har Profu nyligen genomfört energimodellberäkningar med olika efterfrågescenarier; ett arbete som också har varit värdefullt för detta uppdrag.

Såväl NEPP:s uppdaterade användarscenario som de externa arbeten som nämns ovan, ger ett omfattande och bra underlag till att kunna forma ett lämpligt elanvändningsscenario för detta uppdrag. I den fortsatta redovisningen benämner vi detta "Färdplansscenariot". Nedan beskrivs detta scenario som har lagts fast i nära samverkan med den referensgrupp som följt uppdraget.

Färdplansscenariot är alltså ett scenario som redovisar en utveckling där elsystemet kraftfullt bidrar till det svenska samhällets strävan att nå fossilfrihet i enlighet med andra branschernas färdplaner. En del i detta är att möjliggöra andra sektorer utfasning av fossila bränslen genom elektrifiering.

## Färdplansscenariot

Vårt färdplansscenario visar på en kraftigt ökad elanvändning. Detta sammanhänger med det övriga samhällets fossilfrihetsansträngningar vilket är i linje med det långsiktiga klimatmålet att Sverige senast år 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären. Anledningen till den ökade elanvändningen är att flera sektorer byter ut sina fossila bränslen mot el.

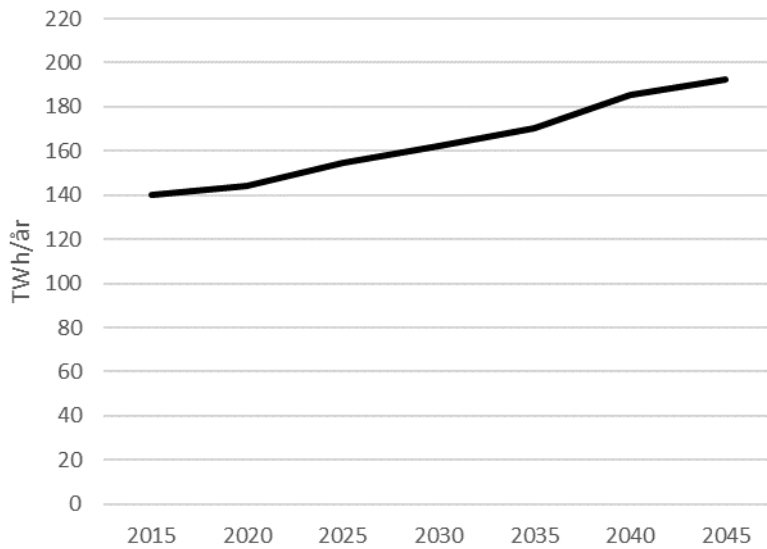
Vårt färdplansscenario baseras på officiella referensprognoser och grundantaganden för utvecklingen av ett tiotal faktorer som har påverkan på elanvändningens utveckling; faktorer som bidrar till såväl minskande som ökande elanvändning. Scenariot är alltså *inte* format utifrån enkla trendframskrivningar av den historiska elanvändningen.

Inom NEPP har vi utvecklat en metodansats för framtagning av scenarier för den framtida utvecklingen av elanvändningen, där varje användarsektor har hanterats separat. Denna metodansats har utnyttjats för framtagandet av detta elanvändningsscenario. Metodansatsen beskrivs i avsnittet *Metodbeskrivning för framtagning av elanvändningsscenarierna* nedan.

Färdplansscenariot uppvisar en ökad elektrifiering inom framförallt tre sektorer:

- Transportsektorn, där den övervägande delen av trafikarbetet antas vara elbaserat till 2045.
- Service- och företagssektorn, där bland annat utbyggnaden av datahallar antas bli stor i Sverige.
- Processindustrin, där flera branschers processer ställs om till elbaserade lösningar om något eller några decennier.

Som figuren nedan visar hamnar elanvändningen, inklusive förluster i elöverföringen, i färdplansscenariot på ca 190 TWh år 2045, det vill säga ca 50 TWh över dagens nivå.



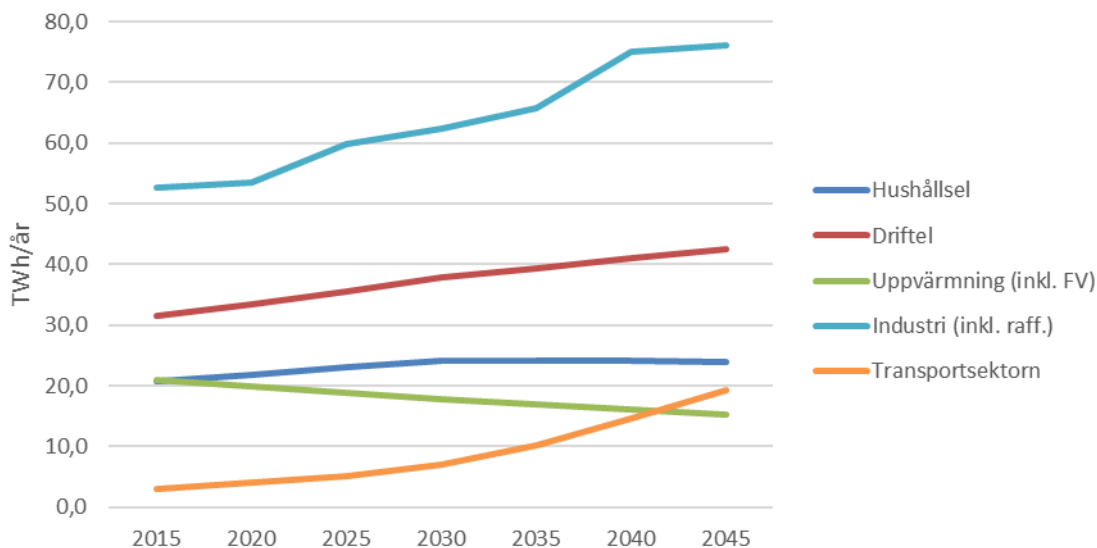
*Elanvändningen i Sverige, inkl. uppskattade förluster, i färdplansscenariot för perioden fram till 2045*

I tabellen och figurerna nedan redovisas färdplansscenariots elanvändning sektor för sektor.

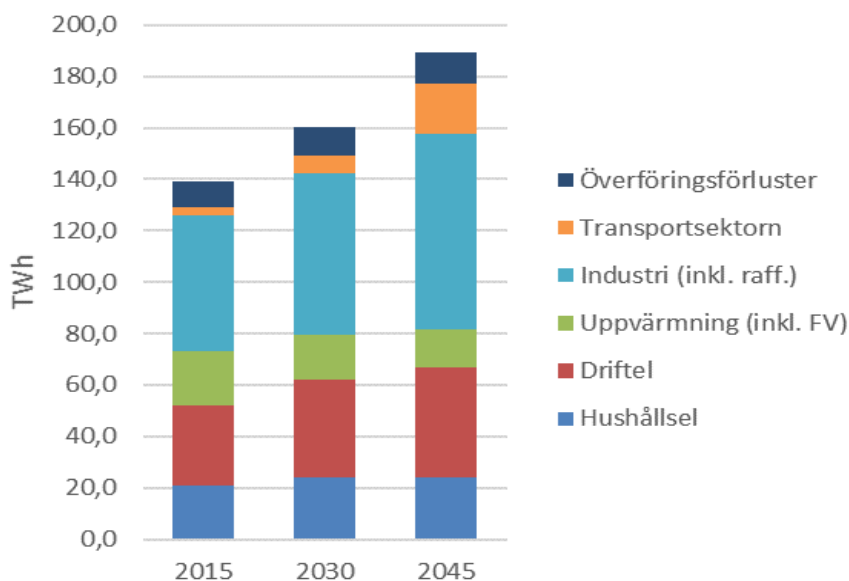
*Elanvändningen, inkl. förluster, i olika sektorer i färdplansscenariot för perioden fram till 2045 (TWh).*

	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Hushållsel	21,9	23,0	24,1	24,1	24,1	24,0
Driftel	33,5	35,6	37,9	39,3	41,1	42,5
Uppvärmning (inkl. FV)	19,9	18,8	17,7	16,9	16,1	15,2
Industri (inkl. raff.)	53,6	59,9	62,5	65,9	75,0	76,0
Transportsektorn	4,0	5,2	7,0	10,2	14,7	19,3
Överföringsförluster	10,4	10,8	11,0	11,5	12,1	12,5

*(Hushållsel = bostadssektorns elanvändning exkl. uppvärmning, driftel = fastighetsel i bostads- och servicesektorn och verksamhetsel i servicesektorn samt FV=fjärrvärmeproduktion)*



Elanvändningen, exkl. förluster, i olika sektorer i färdplansscenariot för perioden fram till 2045.



Elanvändningen, inkl. förluster, i olika sektorer i färdplansscenariot för perioden fram till 2045.

Utvecklingen inom de sektorer där elanvändningen ökar markant som en följd av elektrifiering förklaras kortfattat i text nedan. Här är det viktigt att inse att det är mycket svårt att med någon säkerhet uttala sig om elanvändningsökningen sektor för sektor så långt som drygt 25 år in i framtiden. Särskilt svårt är det att bedöma genomslag av tekniskiften. Färdplansscenariot visar på en utveckling där elektrifiering är en av metoderna för omställning av det svenska samhället i riktning mot fossilfrihet och klimatneutralitet. Den tillkommande elanvändning som vi skisserat inom olika sektorer kan dock både innehålla överskattningar och underskattningar. Det kan också vara så att elanvändningen ökar



såsom vi anger, men av andra orsaker än dem vi räknar upp här. Även om vi anser att de bedömningar vi gjort är rimliga och att de vilar på underlag från trovärdiga källor så vill vi alltså peka på de osäkerheter som finns.

### *Transporter*

I färdplansscenariot sker en snabb och genomgripande elektrifiering av transportsektorn. I detta scenario står eldrift för ca 20 procent av personbilars och lätta lastbilars trafikarbete år 2030 och detta ökar till drygt 70 procent till år 2045. (20 procent av personbilarna motsvarar ca 1 miljon bilar.) Det sker tydlig elektrifiering även för tunga transporter, särskilt för stadsbussar och distributionslastbilar där eldriften år 2030 uppgår till 80 procent och nästan 100 procent år 2045. Dessutom förutsätts ökad elektrifiering av arbetsmaskiner och ökat transportbehov på elektrifierad järnväg. År 2030 ger detta totalt en elanvändning på 7 TWh. Till år 2045 har elanvändningen ökat till drygt 19 TWh. Elbilsladdningen förutses till stor del ske på ett "smart sätt". Det innebär att fordonen laddas så att laddningen ger så liten ökning på samhällets totala topp effektbehov som möjligt.

Den elektrifiering av transporter som vi utgår från ligger i linje med de "högel-scenarier" som ovan nämnda referenser innehåller. De stämmer också väl med de potentialer som lyfts fram i ÅFs rapport "Översyn av Trafikverkets klimatscenarier", mars 2018. Den antagna elektrifieringen bidrar också till att uppfylla det nationella mål om att minska utsläppen från inrikes transporter med minst 70 procent till år 2030, jämfört med 2010. För att det ska nås förutsätts också andra effektiviseringsåtgärder och ökat utnyttjande av biodrivmedel. Det analyseras inte här.

Det finns samtidigt källor som pekar på klart större elektrifiering på halvlång sikt. Ett exempel är Power Circles "Elbilsläget 2018" som i sitt scenario år 2030 når upp till drygt 2,5 miljoner laddbara elbilar (varav drygt 1,5 miljoner rena elbilar). Det motsvarar ungefär hälften av det totala antalet bilar. Om elektrifieringen blir så stor skulle transportsektorns elanvändning 2030 bli några TWh högre.

### *Servicesektorn – data-/serverhallar*

Inom servicesektorn ("Driftel" i tabellen och figuren ovan) förutses ökad elanvändning i data-/serverhallar. I färdplansscenariot antas elanvändningen i serverhallar öka med drygt 3 TWh fram till år 2030 och ytterligare 4 TWh fram till år 2045. Osäkerheten är dock stor och utvecklingen kan bli mindre men också betydligt större. En viktig faktor som påverkar är villkoren för etableringarna i Sverige, jämfört med näraliggande länder.

### *Industri*

Elektrifiering i större skala förutses inom flera industrisektorer, i vissa fall i samband med ett förväntat genombrott för ny teknik. Den ökade efterfrågan på el inom industrin beskrivs i industrins färdplaner för fossilfrihet. Den största ökningen återfinns inom stålindustrin där vätgasbaserad reduktion av malm förutsätts genom den så kallade HYBRIT-tekniken. HYBRIT antas på lång sikt leda till en ökad elanvändning på ungefär 15 TWh/år till vätgasproduktion. En tredjedel av ökningen antas ske mellan 2030 och 2035, medan övriga två tredjedelar tillkommer omkring år 2040. I takt med detta ersätts kol, koks och koksugns- och masugns-gaser som används i masugnsprocessen och senare processteg. Dessutom tillkommer ett par TWh el för elektrifiering av värmnings- och värmebehandlingsugnar.

Även i andra industrisektorer tillkommer elanvändning. Det gäller exempelvis gruvor, cement och kemi. Den tillkommande elanvändningen avser bland annat ytterligare generell elektrifiering av processer och vätgas producerad med el som ersätter naturgas i raffinaderiprocesser för biodrivmedelsproduktion.

Den totala elanvändningsökningen inom industrin, jämfört med 2015 års användning, uppgår till år 2030 till 9 TWh och år 2045 uppgår skillnaden till 22 TWh.

För att ge underlag för analys av nät och eventuella flaskhalsar finns också ett behov av att ge en uppfattning om var elanvändningen är lokaliserad. Med utgångspunkt från underlag från Svenska kraftnät ("Långsiktig marknadsanalys 2018, Långsiktsscenarioer för elsystemets utveckling fram till år 2040", med tillhörande indataredovisning) har vi gjort en uppskattning av den ovan redovisade tillkommande elanvändningens fördelning på de fyra elområdena (*se figur till höger, källa: E1*):

- Vi har utgått från att den så kallade HYBRIT-tekniken införts i Luleå, elområde SE1.
- Ingen av den tillkommande specificerade elanvändningen för datahallar och industri antas bli lokaliserad i elområde SE4. Nuvarande industri och annan elanvändning består och utvecklas dock naturligtvis även där.
- Tillkommande elanvändning för transportsektorn uppstår främst i elområde SE3 och SE4.
- Tillkommande elanvändning för industrin uppstår främst i elområde SE1.



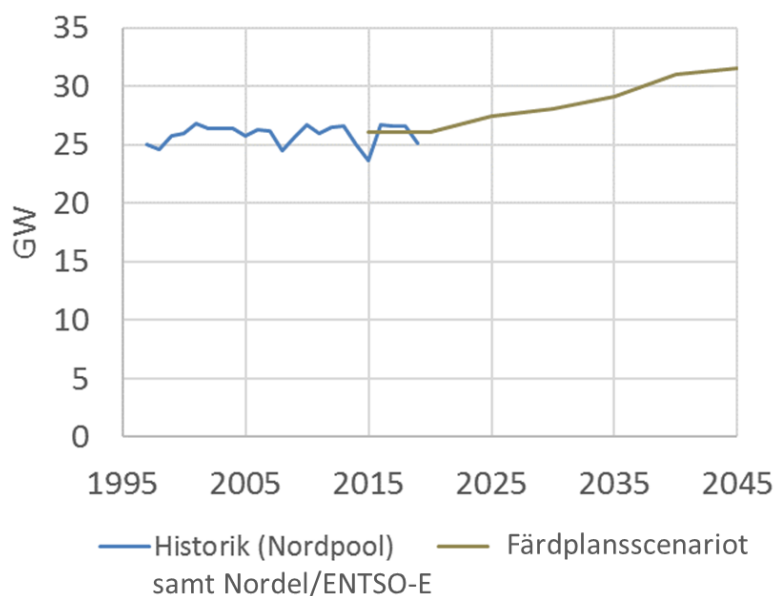
## Effektprofil

Redovisningen ovan fokuserar på energiefterfrågan. Det räcker dock inte att endast ha en bild av energianvändningens utveckling. För de olika användarsektorerna och användningsområdena behöver man också ha en uppfattning om hur elbehovet varierar i olika tidsperspektiv. Det behövs med andra ord en effektprofil för det aktuella elbehovet. El till uppvärmning har exempelvis en nära koppling till utomhustemperatur och har därmed störst effektbehov vintertid. El till energiintensiv processindustri har istället en mycket jämn förbrukningsprofil, både över året och över dygnet. Effektprofilen för elbilsladdning varierar mycket beroende på hur bilarna förutsätts bli laddade. Om alla bilar laddar samtidigt, t.ex. när bilarna parkeras på kvällen, blir effektbehovet stort. Om det dessutom sker med snabbladdning blir det samlade effektuttaget ännu större. I detta projekt utgår vi dock från att elbilsladdningen sker på ett "smart sätt", det vill säga på ett sätt som ger så liten påverkan på effektbalansen som möjligt. I andra delar av rapporteringen diskuteras konsekvenser av andra, mindre "smarta", elbilsladdningsstrategier.

I analyserna i detta projekt har vi tillämpat typiska effektprofiler för de olika elanvändningsområdena. I tabellen nedan redovisas det resulterande toppeffektbehovet för färdplansscenariot under ett normalår.

Elanvändningens toppeffekt, inkl. förluster, i färdplansscenariot (GW)

	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Elanvändning toppeffekt	26,1	27,4	28,1	29,1	31,0	31,6



Elanvändningens toppeffekt, inkl. uppskattade förluster, i färdplansscenariot tillsammans med historisk utveckling (GW).

Delar av de effekttoppar som färdplansscenariots elanvändning innehåller kan hanteras med efterfrågeanpassning, det vill säga att lasten förflyttas i tid eller att elanvändningen är så dyr så att förbrukningen dras ner. Detta ingår inte i elanvändningsscenariot utan tas istället upp i samband med de kommande produktionsscenariernas effektbalansöverväganden.

Som figuren ovan visar innebär färdplansscenariots elanvändningsutveckling en markant ökning av toppeffektbehovet. Detta medför utmaningar för elsystemet, olika stora och av olika karaktär beroende på hur elproduktionssystemet utvecklas.

### Osäkerheter i bedömningen av framtida elanvändning

Som vi redan nämnt är det förknippat med stora osäkerheter att försöka förutse elanvändningens utveckling på lång sikt. Detta bekräftas bland annat av NEPP-rapporten "20 resultat och slutsatser om elanvändningen i Sverige" från 2015 där det bland annat konstateras att tidigare elanvändningsprognoser har haft god träffsäkerhet på 10–15 års sikt, men betydligt sämre på längre sikt. Särskilt svårt är det att förutsäga konsekvenser av strukturförändringar och teknikutveckling. Färdplansscenariot bygger på att elektrifieringssträvandena verkligen omsätts i efterfrågan. Vissa av de redovisade tillkommande elbehoven skulle kunna utebli eller få klart mindre omfattning än dem vi förutsätter, vilket skulle leda till en lägre efterfrågan.

Samtidigt vill vi peka på att det finns andra potentiella efterfrågeområden som i färdplansscenariot bedömts få relativt måttligt genomslag. Det skulle exempelvis kunna handla om kraftigt ökad elanvändning för komfortkyla, batterifabriker, kraftigt ökad produktion i någon elintensiv industribransch

eller elflyg. Ytterligare ett exempel är att man inom kemiindustrin har gjort uppskattningar som antyder ett eventuellt tillkommande elbehov på 4–22 TWh utöver det som vi utgår från i färdplansscenariot. När man betraktar så långa tidsperioder, som ända till år 2045, är det också viktigt att inse att det kan tillkomma elanvändningsområden som vi idag inte alls kan förutse. Detta skulle kunna innebära en större elanvändning än den som färdplansscenariot bygger på.

Ett annat exempel på osäkerheterna i bedömningen av den framtida elanvändningen är befolkningsutvecklingen i Sverige. Tidigare analyser har identifierat att skillnaden mellan SCBs lägsta och högsta befolkningsprognos år 2050 motsvarar en elanvändningsskillnad på 30-40 TWh. Vårt scenario bygger på en befolkningsutveckling i mitten av det intervallet, vilket medför att färdplansscenariots elanvändning år 2045 skulle kunna bli 15 TWh lägre eller 15 TWh högre, bara med hänsyn till befolkningsutvecklingen. Detta diskuteras vidare i metodkapitlet nedan.

### **Metodbeskrivning för framtagning av elanvändningsscenarierna**

Under den första etappen av NEPP (2012–2016) utvecklades en metodansats för framtagning av scenarier för den framtida utvecklingen av elanvändningen (se bl.a. NEPP:s Temabok ”Elanvändningen i Sverige”, december 2015). Vi har utnyttjat samma metodansats i detta arbete.

Vår metod utgår ifrån en uppdelning av elanvändningen i följande sektorer:

- Hushållsel (Bostadssektorns elanvändning exkl. uppvärmning)
- Driftel (Fastighetsel (i bostads- och servicesektorn) och verksamhetsel i servicesektorn)
- Uppvärmning och tappvarmvatten
- Fjärrvärme
- Industri (där några sektorer även hanteras separat)
- Transporter

Metoden tar sin utgångspunkt i de faktorer som påverkar elanvändningens utveckling. De scenarier som tas fram med metoden är alltså *inte* formade utifrån enkla trendframskrivningar av den historiska elanvändningen (även om viktiga lärdomar hämtas från historien, en då om de olika påverkansfaktorernas utveckling fram tills idag).

Vi har identifierat ett tiotal faktorer och omvärldsparametrar som påverkar elanvändningens utveckling i de ovan angivna sektorerna. Tabellen nedan ger en sammanställning av de viktigaste påverkansfaktorerna för respektive sektor, och anger på ett förenklat och kvalitativt sätt hur stor påverkan från respektive faktor är.

Tabell: En sammanställning av de viktigaste faktorerna och omvärldsparametrarna som påverkar elanvändningens utveckling idag eller kan påverka den på sikt. Ett stort "kryss" anger en relativt stor påverkan, ett litet "kryss" anger en mer måttlig påverkan och saknas "kryss" är påverkan från den påverkansfaktorn ringa.

	Hushålls- el	Driftel	Värme- mark- naden	Fjärr- värme	Industri	Trans- port
Befolkningsutveckling	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	x	x	x
Ekonomisk utveckling (BNP, förädlingsvärde, etc.)	<b>X</b>	<b>X</b>			<b>X</b>	x
Strukturförändringar (hos elanvändare eller i elproduktionen)	x	x	x	x	<b>X</b>	<b>X</b>
Teknikutveckling	x	x	x	x	<b>X</b>	<b>X</b>
Energieffektivisering	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	x	<b>X</b>	
Volymfaktorer (antal, area, produktionsvolym, etc.)	<b>X</b>	<b>X</b>	x	x	<b>X</b>	<b>X</b>
Politiska mål/styrmedel	x	x	x	<b>X</b>	x	<b>X</b>
Elprisutveckling (även rela- tivpriset gentemot alternativ)			x	<b>X</b>	<b>X</b>	
Kunders preferenser (inkl. krav på standardökning)	x	x	<b>X</b>			<b>X</b>

De påverkansfaktorer som har störst generell påverkan på utvecklingen av elanvändningen är energieffektiviseringen, befolkningsökningen, den ekonomiska utvecklingen (BNP), strukturförändringar och teknikgenombrott (t.ex. elfordon och industriprocesskiften). I allmänhet påverkar energieffektivisering elanvändningen nedåt och de övriga fyra av dessa fem faktorer påverkar den uppåt.

För de två första av dessa påverkansfaktorer lyfter vi här fram fördjupningar hämtade från NEPP:s Temabok "Elanvändningen i Sverige", december 2015.

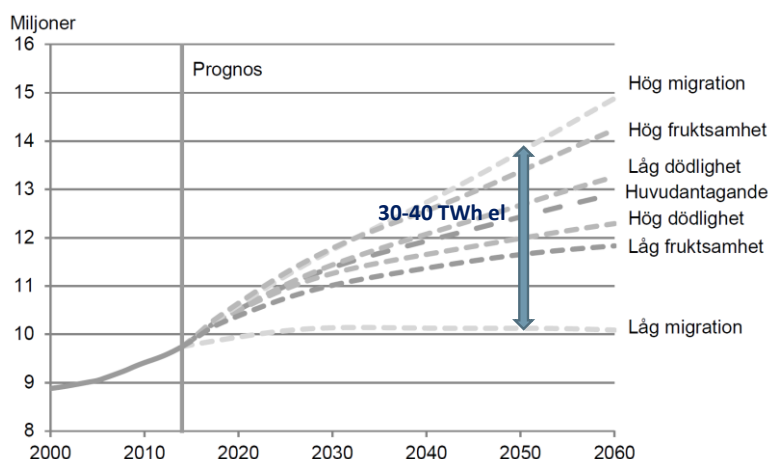
#### *Energieffektiviseringen är den enskilt viktigaste påverkansfaktorn på elanvändningen*

Energieffektiviseringen antas bli i storleksordningen 3–4 procent per år under hela perioden från idag till 2050. Det är högre än vad den varit under de senaste decennierna, då den i genomsnitt legat på 2–3 procent per år.

#### *Stor spridning i prognoser för befolkningsutveckling*

SCB anger i 2015 års huvudprognos en befolkning i Sverige på 11,4 miljoner invånare år 2030 och 12,4 miljoner år 2050, jämfört med dagens befolkning på cirka 10 miljoner. Figuren visar alla SCB:s prognosalternativ, där det högsta visar på nästan 14 miljoner år 2050. Ser vi till befolkningsutvecklingens betydelse för elanvändningens ökning jämfört med idag, svarar den för 10–15 TWh till 2030 och 20–25 TWh till 2050 (i SCB:s huvudalternativ och även vårt färdplansscenari). Jämför vi sedan SCB:s högsta och lägsta alternativ, är skillnaden i elanvändning mellan dem hela 30–40 TWh för år 2050<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Förutom den direkta påverkan på elanvändningen av "antalet invånare i Sverige", har vi här också inkluderat den påverkan invånarantalet har på "antalet hushåll" och "lokalyta i servicesektorn". Invånarantalets påverkan på elanvändningen för uppvärmning, inom industrin och i transportsektorn har bedömts vara relativt måttlig.



SCB:s befolkningsprognoser (från 2015) för utvecklingen till 2060, angivna för ett "huvudscenario" (huvudantaganden) och för sex alternativa scenarier/antaganden. Skillnaden i elanvändning mellan högsta och lägsta alternativen är hela 30–40 TWh för år 2050.

Källa: NEPP:s Temabok "Elanvändningen i Sverige", december 2015.

Prognoser och scenarier för den ekonomiska utvecklingen i Sverige och internationellt finns tillgängliga från en lång rad officiella organ, på såväl global, europeisk och svensk nivå. Som ett genomsnitt under perioden 2016–2050 hamnar vi på drygt 2 procent per år för BNP-utvecklingen i Sverige i vårt färdplansscenario.

Nedan görs en genomgång av vår metodansats, sektor för sektor, samt de påverkansfaktorer som utnyttjats för vår kvantifiering av den framtida utvecklingen i respektive sektor.

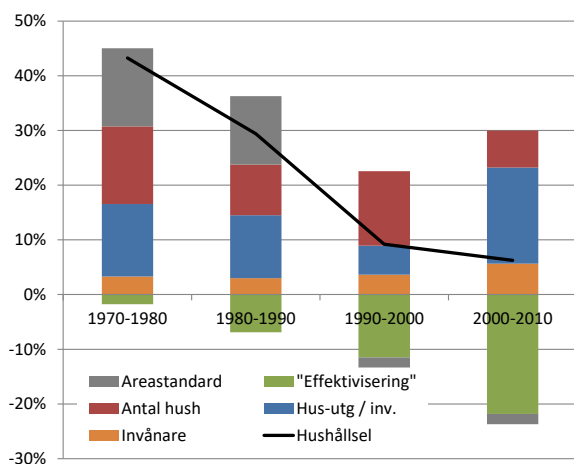
### Hushållsel

Hushållselens utveckling drivs av en rad påverkansfaktorer, men primärt av utvecklingen av hushållens disponibla inkomster, antal hushåll, areastandarden, befolkningsförändringarna, nybyggnationen samt energieffektiviseringarna. Nya apparater tenderar att bli mer eleffektiva vilket samtidigt kan motverkas av inkomsteffekten, det vill säga en ökad inkomst tenderar att skapa större behov exempelvis genom att man väljer att köpa flera apparater till hemmet. Sedan 1970 har hushållselen mer än fördubblats. Ökningstakten var i genomsnitt 3 procent per år under perioden 1970–1995, för att sedan mattas av och har legat på i genomsnitt 1 procent per år mellan 1995 och 2016. Under de senaste åren, efter 2008, har ökningen dock varit cirka 2 procent per år.

Utvecklingen av hushållselen påverkas alltså av en rad faktorer och/eller omvärldsp parametrar, där (minst) en handfull har betydande påverkan på utvecklingen. I en historisk analys har vi särskilt studerat inverkan av dessa fem faktorer:

- Antalet hushåll
- Areastandard
- Hushållens ekonomi (eg. hushållens utgifter per capita)
- Befolkningsutvecklingen (antalet invånare)
- Energieffektivisering

Vi kan av figuren konstatera att dessa faktorer haft olika stor betydelse under de fyra studerade årtiondena.



*Identifiering och kvantifiering av de faktorer som påverkat utvecklingen av hushållselen historiskt, från 1970–2010. (Enhet på y-axeln: "Procent per 10 år".)*

Våra scenarier för den framtida utvecklingen baseras på antaganden om hur dessa påverkansfaktorer utvecklas under perioden till 2030 och 2045.

torer utvecklas under perioden till 2030 och 2045.

### Driftel

Driftelanvändningen utgörs av fastighetsel (i bostads- och servicesektorn) och verksamhetsel i servicesektorn. Driftelen påverkas främst av den ekonomiska utvecklingen (BNP) vilket i sin tur kan antas öka behovet av lokalytor samt att antalet apparater m.m. ökar. Driftelanvändningen har ökat över tid då tjänstenäringarna har växt i betydelse. I vårt referensscenario förväntas den ekonomiska utvecklingen vara relativt god i Sverige fram till 2050 och därmed fortsatt driva på driftelanvändningen.

Sedan 1970 har driftelen mer än fördubblats. Ökningstakten var i genomsnitt 4–5 procent per år under perioden 1970–1995, för att sedan mattas av och låg på i genomsnitt 2 procent per år från 1995 fram till finanskrisen (2008). Under de senaste åren har vi dock haft en minskning av driftelanvändningen.

Utvecklingen av driftelen beror alltså på ett antal faktorer och/eller omvärldsparametrar. I vår metod inkluderar vi inverkan av dessa fem av faktorer:

- Lokalyta
- Areastandard
- Sveriges ekonomi (BNP/capita)
- Befolkningsutvecklingen (antalet invånare)
- Energieffektiviseringen

Liksom för hushållsel har vi gjort en noggrann analys av hur dessa faktorer påverkat utvecklingen av driftelanvändningen från 1970 till idag. Våra scenarier för den framtida utvecklingen baseras sedan på antaganden om hur dessa påverkansfaktorer utvecklas under perioden till 2030 och 2045.

Nya data-/serverhallar: I färdplansscenariot gör vi ett antagande om att datahallsetableringen är framgångsrik i Sverige. Tillskottet av elanvändning för detta ändamål redovisas i avsnittet om färdplansscenariot ovan. År 2045 uppgår elanvändningsökningen i datahallar till 7 TWh.

### *Uppvärmning och tappvarmvatten*

Byggnadssektorns energianvändning för uppvärmning domineras av fjärrvärme, värmepumpar, elvärme samt biobränslen. Skatter och styrmedel har en stor betydelse för valet av uppvärmningsform liksom den relativa investeringskostnaden för ett nytt uppvärmningssystem. Även teknikutvecklingen har en stor betydelse för valet av uppvärmningssystem och därmed energibärare. Vidare har energi-effektiviserande åtgärder en återhållande effekt på värmebehovet. Energianvändningen för uppvärmning påverkas även av rådande byggregler, husägarnas generella preferenser för olika uppvärmningsslag, storleken på nybyggnation samt befolkningsutvecklingen.

I det pågående projektet Värmemarknad Sverige, har den svenska värmemarknadens framtida utveckling analyserats i fyra olika scenarier:

- Långsam utveckling ("det mesta fortsätter som hittills")
- Energisnålare hus ("karaktäriseras av kraftigt minskat uppvärmningsbehov")
- Mer individuellt ("betonar en förskjutning mot mer individuella och småskaliga lösningar")
- Kombinerade lösningar ("ökad samverkan producent/kund och mellan olika infrastrukturer")

Där tar man hänsyn till de påverkansfaktorer som nämns ovan. Hänsyn tas också till den minskning av uppvärmningsbehovet som förväntas till följd av varmare klimat orsakat av förstärkt växthuseffekt samt något ökat uppvärmningsbehov orsakat av effektivisering av hushållsel som leder till mindre spillvärme.

Scenarierna ger uttryck för olika möjliga utvecklingsvägar. För att göra resultaten tydliga har utvecklingsriktningarna renodlats. Inget av scenarierna ska betraktas som det mest sannolika scenariot. Istället spänner de fyra scenarierna upp ett möjligt "utfallsrum". Inom detta återfinns sannolikt den verkliga utvecklingen.

Analysen visar att levererad/köpt energi skiljer sig åt ordentligt mellan scenarierna. Gemensamt är dock att mängden levererad energi för uppvärmning av bebyggelsen minskar i samtliga scenarier till följd av ökad verkningsgrad i energiomvandlingen, i kombination med minskad eller oförändrad efterfrågan på uppvärmningsenergi. Den ökade verkningsgraden märks framför allt i värmepumpar där tydliga förbättringar av värmefaktorn förutsätts. Ännu större påverkan på den totala verkningsgraden har konverteringarna från elvärme (och oljevärme) till värmepump.

När det gäller *elanvändning för byggnadsuppvärmning och tappvarmvattenberedning* minskar den i samtliga fyra scenarier. År 2030 pekar scenarierna på en minskning från dagens (år 2016) cirka 22 TWh ner till en elanvändning på 14–20 TWh, medan elanvändningen år 2045/2050 sannolikt hamnar ännu lägre, 10–15 TWh.

Våra scenarier för den framtida utvecklingen baseras på utvecklingen i dessa fyra scenarier, och för vårt referensscenario har vi antagit en utveckling ungefär mitt i de intervaller för 2030 och 2045/2050 som angivits ovan.

### *Elanvändning inom fjärrvärmeproduktionen*

För tjugo år sedan användes cirka 4 TWh/år el i den svenska fjärrvärmeproduktionen, förutom hjälpele i fjärrvärmeproduktionen och distributionen. Sedan dess har dock användningen minskat. Orsaken till den minskade elanvändningen i Sverige är att stora mängder ny fjärrvärmeproduktion av baslastkaraktär introducerats, vilket fått till följd att driften av elpannor i fjärrvärmeproduktionen nästan



upphört helt och att värmepumpar (i fjärrvärmeproduktionen) också fått kraftigt minskade drifttider. Beskattningen av el är också en förklaringsfaktor. Idag (2016) används bara knappt 2 TWh el i fjärrvärmeproduktionen.

Vårt antagande är att elanvändningen för fjärrvärmeproduktion fortsätter att minska långsamt. Skälet till minskningen är främst fortsatt introduktion av billig baslastproduktion i form av energiåtervinning från avfall och restvärme från industri och verksamheter. Det medför att fjärrvärmeproduktionen sommartid typiskt har mycket låga rörliga kostnader varför el, även vid nollpriser, har svårt att konkurrera eftersom elskatten ändå utgör en kostnad.

### *Industrin*

Sverige är en liten och öppen ekonomi med många exportinriktade företag. Industrisektorn i Sverige utgör en relativt stor andel av den totala ekonomin när man jämför med länder med liknande ekonomisk levnadsstandard. De senaste åren har dock industrins andel av det totala förädlingsvärdet minskat. I detta sammanhang har det diskuterats huruvida det sker en avindustrialisering och att detta kan påverka den framtida elanvändningen inom sektorn.

Sett till hur olika industribranschers andelar av industrins totala förädlingsvärde och elanvändning har utvecklats sedan 1990 har dock inga drastiska förändringar skett. Det kan dock sägas att andelen förädlingsvärde från massa- och pappersindustrin har minskat vilket kan härledas till den strukturomvandling som branschen har genomgått de senaste åren. Vidare har verkstadsindustrins andel av industrins förädlingsvärde ökat.

Utvecklingen av industrins elanvändning beror alltså på ett antal faktorer och/eller omvärldsfaktorer:

- energieffektiviseringar, som sker kontinuerligt, konkurrerar dock också med andra investeringar som exempelvis kapacitetsökningar och produktutveckling etc.
- efterfrågan på de produkter som tillverkas
- förändringar av relativpriser mellan energibärare inklusive skatter
- på längre sikt, teknisk förändring

I de elintensiva branscherna finns typiskt sett även en relativt stark korrelation mellan produktionsutvecklingen och elanvändningen. För den övriga industrin är dock detta samband väsentligt svagare.

Vårt scenario för den framtida utvecklingen baseras sedan på antaganden om hur dessa påverkansfaktorer utvecklas under perioden till 2030 och 2045.

Vår metodansats bygger på att vi, tillsammans med branschexperter/företrädare har gått igenom de faktorer som påverkar elanvändningen inom respektive bransch, och identifierar ett utfallsrum för den framtida elanvändningen inom var och en av industribranscherna. Utifrån detta utfallsrum, samt utvecklingen av de viktigaste påverkansfaktorerna, formas sedan scenariot.

Framtida strukturskiftet och teknikutveckling i elintensiv industri: Utöver den utveckling av elanvändning som förutsätts mer generellt, tillkommer i färdplansscenariot ytterligare elanvändning för specifika tillkommande användningsområden. Tillskottet av elanvändning för detta ändamål redovisas i avsnittet om färdplansscenariot tidigare. Den största enskilda elanvändningsökningen kan hänföras

till vätgasbaserad ståltillverkning där ytterligare 15 TWh el efterfrågas år 2045. År 2045 uppgår i färdplansscenariot den samlade elanvändningsökningen inom industrin till drygt 22 TWh, jämfört med 2015 års nivå.

### *Transporter*

Transportsystemets utveckling, och även elanvändningens utveckling inom sektorn, påverkas av utvecklingen inom främst fyra områden: 1) transportbehov 2) överflyttning mellan trafikslagen, 3) energieffektivisering och 4) förändrade marknadsandelar mellan de olika drivmedlen. Effektivisering och drivmedelsbyten är de områden som, i olika utredningar, antas påverka utvecklingen mest, men även en minskning av transportbehoven påverkar. Elen kan användas både till (miljontals) personbilar och till (ett stort antal) tunga fordon, främst distributionslastbilar och stadsbussar.

De påverkansfaktorer som har stor (störst) betydelse för utvecklingen inom transportsektorn är

- de politiska målen inom EU och nationellt, samt politiska beslut, normer och andra styrmedel (vi identifierar upp till 50 olika styrmedel som påverkar sektorns utveckling)
- preferenserna hos dem som köper fordonen och transporttjänsterna
- teknikutveckling och effektivisering

Vårt scenario för den framtida utvecklingen baseras på antaganden om hur dessa fyra områden samt tre påverkansfaktorer utvecklas under perioden till 2030 och 2045.

Ytterligare elektrifiering av transporter, främst inom vägtransporter: Utöver den utveckling av elanvändningen som förutsätts mer generellt tillkommer i färdplansscenariot ytterligare elanvändning inom transportsektorn. Tillskottet av elanvändning för detta ändamål redovisas i avsnittet om färdplansscenariot ovan. Det är främst inom vägtransporterna som den ökade elektrifieringen förutsätts ske. I färdplansscenariot ökar elanvändningen för personbilar och lätta lastbilar till 20 procent år 2030 och drygt 70 procent år 2045. År 2045 uppgår elanvändningsökningen inom transportsektorn i färdplansscenariot till drygt 16 TWh, jämfört med 2015 års nivå.