

Avdelningen för resurseffektivt samhälle
Sektorsstrategin Flexibelt och robust energisystem

En studie av elanvändningens utveckling per län till år 2030

Hösten 2019 gav Energimyndigheten inom ramen för uppdraget sektorsstrategier för energieffektivisering Sweco i uppdrag att ta fram scenarier för hur den ökade elanvändningen på grund av elektrifiering skulle kunna fördelas mellan olika regioner i landet på tio års sikt. Det här är slutrapporten för uppdraget.

Elektrifieringen innebär utmaningar och möjligheter

En ökad elektrifiering av energianvändning har identifierats som en viktig nyckel i arbetet med att uppfylla energi- och klimatmålen, både i Sverige och globalt. Men det finns också utmaningar. Redan idag finns det kapacitetsutmaningar i det svenska elsystemet; speciellt i Mälardalsregionen och i södra Sverige. En viktig del av lösningen är att bygga mer transmissionsnät, men detta tar i vissa fall över 10 år. Fram till dess kommer vi troligtvis vara beroende av andra lösningar för att både säkerställa leveranssäkerhet till nuvarande elanvändare, men också möjliggöra för nya.

Eftersom utmaningarna behöver hanteras regionalt är det av intresse att undersöka hur den framtida elanvändningen kommer att fördelas över landet, samt vilken typ av verksamhet som kommer att bidra mest till ökningen. Detta för att underlätta för planeringsprocesser hos myndigheter, regioner, länsstyrelser och kommuner.

Om studien

Energimyndigheten har därför gett Sweco uppdraget att ta fram elektrifieringsscenarier med tio års horisont. Syftet med uppdraget har varit att ta fram scenarier för att beskriva kommande elektrifiering och behov av flexibilitet i olika delar av Sverige. Uppdraget har byggt på antagandet att elektrifieringen får stor genomslagskraft snabbt. Därför har Sweco inte heller haft med några scenarier med en låg elektrifieringsgrad, eller scenarier med fokus på andra omställningsalternativ.

Datum
2020-02-07

Från studien är det värt att notera att det är industrin, transporter och datacenter som står för tillkommande elanvändning. Industrin ger störst bidrag. Effekten på elsystemet genom elektrifiering av transporter är starkt beroende på hur fordonen används och laddas, samt hur omfattande elektrifieringen av transportsektorn blir.

Energimyndigheten anser att elektrifieringen och dess möjligheter och utmaningar är en viktig fråga att titta närmare på. Exempel på intressanta utvecklingsområden är lokala flexibilitetsmarknader, systemvänlig lokalisering av produktion och användning, regional samverkan för att utvecklingen av elsystemet ska ske snabbare, utbyggnad av flexibilitet och energilager, etc. Vi hoppas att studiens resultat ska kunna användas som ett verktyg för regionala och kommunala aktörer så att elektrifiering kan bli en möjliggörare för samhällets klimatomställning.

Till sist vill vi passa på och tacka Sweco för ett gott arbete!

Kontaktpersoner från Energimyndigheten:

Sara Grettve,
avdelningen Förnybar energi och internationellt samarbete

Tobias Walla,
avdelningen Forskning, innovation och affärsutveckling
Projektledare för ”Sektorsstrategi för flexibelt och robust energisystem”

PM TILL ENERGIMYNDIGHETEN: VAR HAMNAR DEN NYA ELANVÄNDNINGEN? – EN STUDIE AV ELANVÄNDNINGENS UTVECKLING PER LÄN TILL ÅR 2030

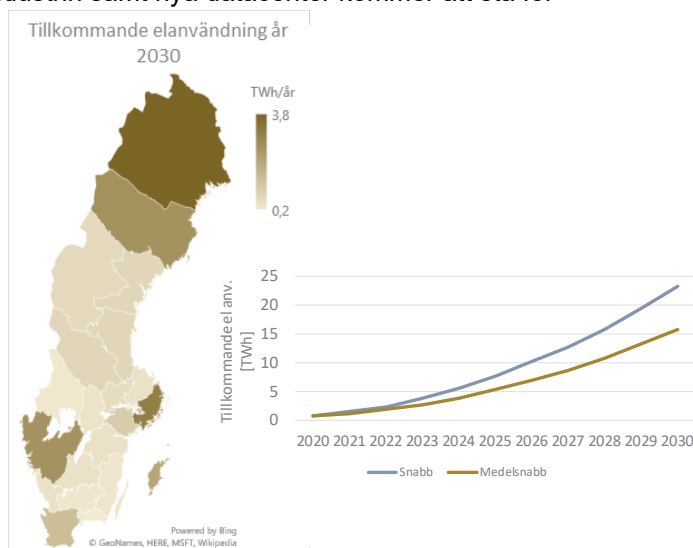


2020-01-08

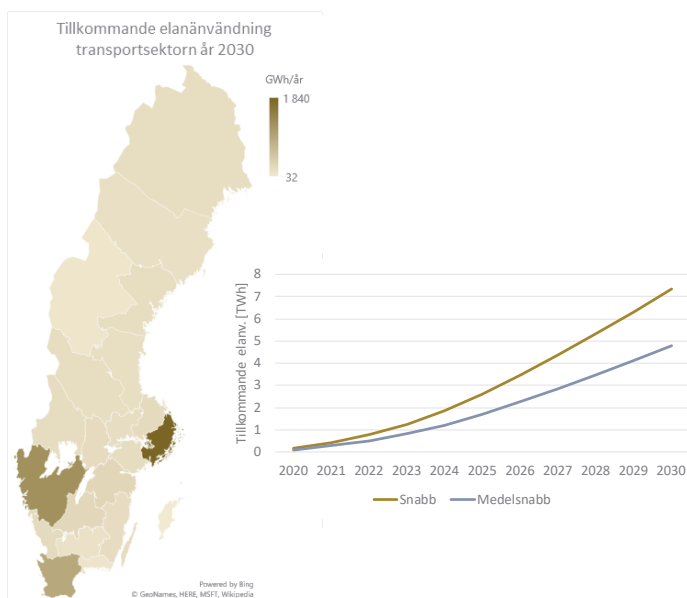
Författare: Christian Holtz och Fredrik Obel

Sammanfattning

I denna rapport presenteras två framtida scenarion över hur elanvändningen i Sverige kan komma att öka i ett 10-års perspektiv vid en snabb elektrifiering. Om elektrifieringen av alla större sektorer går snabbt kan elanvändningen komma att öka med drygt 20 TWh. Elektrifiering av transportsektorn, industrin samt nya datacenter kommer att stå för merparten av tillkommande elanvändning. En kraftigt ökad elanvändning kommer att öka kraven på elnäten, i synnerhet elektrifieringen av transportsektorn där höga laddeffekter kan skapa utmaningar både lokalt och på högre spänningsnivåer i elnätet. Tillkommande elanvändning i industrin samt nya datacenter väntas ha en jämnare profil på tillkommande elanvändning, vara något mer förutsägbar och något enklare att hantera ur ett kapacitetsperspektiv.



Geografiskt kommer snabbare ekonomisk tillväxt, urbanisering samt elektrifiering av transportsektorn påverka elanvändningen i Sveriges storstadsregioner som illustreras i figuren till höger. På landsbygden och i Norrland kommer elektrifieringen av industrin samt nya datacenter stå för merparten av tillkommande elanvändning. Bostadssektorns elanvändning bedöms komma att minska något, trots en kraftig befolkningstillväxt.



För att en elektrifiering ska gå så snabbt som presenteras i denna rapport, krävs flera tekniska genombrott, i synnerhet inom industrin, samt fortsatt fallande kostnader för elfordon. Rapporten bör ses som möjliga utvecklingar snarare än de mest troliga.

Innehållsförteckning

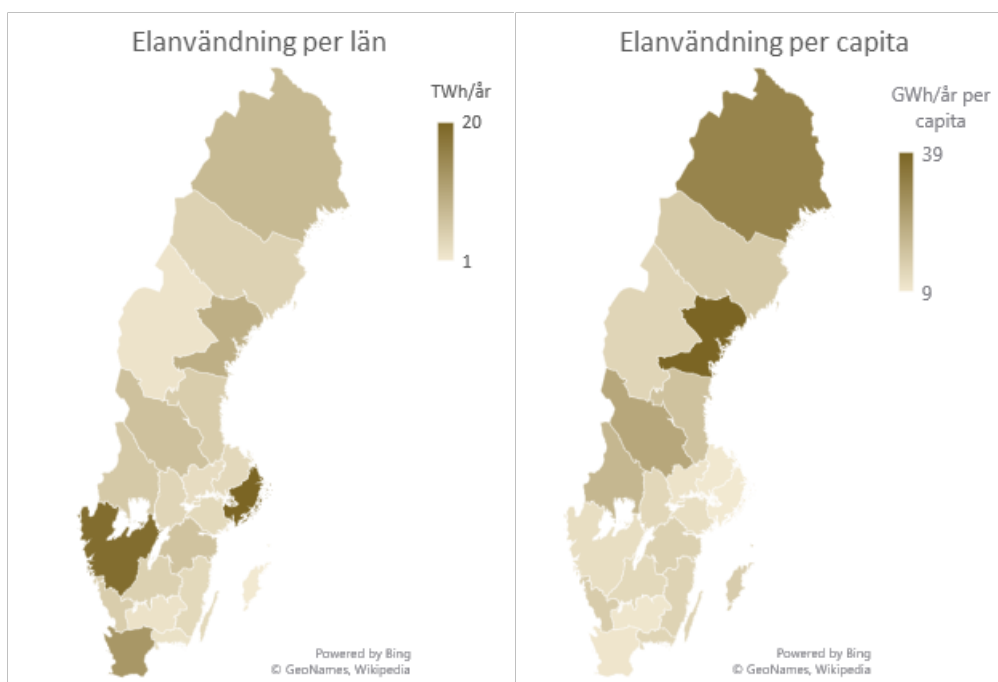
1	Bakgrund	2
2	Metodik	3
3	Tillkommande elanvändning per användarsektor de kommande tio åren	4
3.1	Transport	4
3.2	Bostäder	8
3.3	Industri	12
3.4	Service och offentlig verksamhet	16
3.5	Datacenter	17
4	Slutsatser och kommentarer	21
4.1	Vilka är de största osäkerheterna i studien?	22
4.2	Vad behöver utredas ytterligare?	22
4.3	Vad betyder det här för regioner och kommuner?	22

1 Bakgrund

Många studier har gjorts över elanvändning på nationell nivå och en del studier har även analyserat utvecklingen av det maximala effektuttaget. Denna studie syftar till att öka kunskapen om tillkommande energi- och effektuttag per län till och med år 2030. I denna rapport finns ett grundantagande om att det kommer att ske en stor och snabb elektrifiering av samhället, och i samtliga användarsektorer. Två möjliga scenarion för år 2030 och utvecklingen fram till dess har tagits fram, ett scenario med *medelsnabb elektrifiering* och ett scenario med *snabb elektrifiering*. Genom att bryta ned elanvändningen och tillkommande effektbehov per län belyser denna rapport var behoven kan komma att uppstå. Var och i vilka sektorer kommer de största förändringar kunna komma att ske? Vilka trender är säkra och var finns de största osäkerheterna?

Denna studie kommer dock inte att besvara frågor om ifall det finns tillräcklig nätkapacitet på olika platser i Sverige. För att studera vilken kapacitet som finns tillgänglig i elnätet behövs detaljerade data från flera nätägare om hur nätet ser ut.

Elanvändningen är idag störst i storstadslänen men om man istället ser på elanvändning per capita är den högst i länen med mycket industrier i förhållande till antal invånare. Västernorrlands län sticker ut som både har pappersmassaindustrier och aluminiumindustri.



Figur 1 Sveriges elanvändning per län och capita år 2017

Källa: SCB

Några begrepp som kan vara bra att känna till:

Energi – Arbete, elenergi är en form av energi, en liknelse kan göras till mängden bränsle en bil har. Räcker bränslet för att köra till slutdestinationen. Mäts i Joule eller Wattimmar.

Effekt – Arbete per tidsenhet, till exempel är en motor i bil "stark" nog att köra upp för en brant backe. Mäts i enheten Watt.

Kapacitet – Ofta i samband mer elnät finns det tillräckligt med kapacitet för att överföra den el som behövs. Sverige elnät är indelat i stamnät, regionnät och lokalnät. Stamnätet är elnätets "motorvägar" och överför stora mängder el långa sträckor. Regionnätet motsvarar "landsvägar" och lokalnätet "små vägar". Det kan finnas flaskhalsar som på alla nivåer i nätet.

2 Metodik

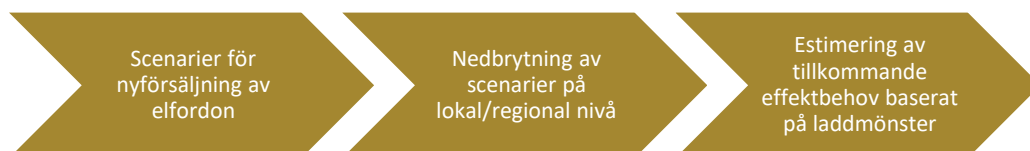
Elanvändningen i Sverige idag redovisas per kommun och län, uppdelat utifrån SNI-kod. Statistiken tas fram av Energimyndigheten och Statistiska centralbyrån. I detta arbete har samma indelning valts utifrån hur historiska data är strukturerad. Elanvändningen delas in i nedanstående användarsektorer, där sedan olika metodik tillämpats för att analysera den framtida utvecklingen inom respektive kategori. I kapitel 3 analyseras utvecklingen för respektive kategori för varje län i Sverige. Metodiken beskrivs mer i detalj i kapitel 3 under varje avsnitt.

- Transport
- Bostäder
- Elintensiv industri
- Service och offentlig verksamhet
- Datacenter

3 Tillkommande elanvändning per användarsektor de kommande tio åren

3.1 Transport

Transportsektorn står inför ett paradigmskifte i samband med en stundande elektrifiering. Elektrifieringen av transportsektorn kan potentiell få stor påverkan på kraftsystemet. Sveriges elanvändning kan på sikt, om större delen av transportsektorn elektrifieras komma att öka med 10–15 % vilket motsvarar 15–23 TWh. Om försäljningen av elfordon tar fart kan elanvändningen öka betydligt även i ett 10-årsperspektiv. Det som i hög grad styr hur påverkan på effektuttaget blir är hur laddningen av elfordonen fördelar sig över dygnet. Om alla privatpersoner laddar sina elbilar sent på eftermiddagen när det kommer hem från jobbet blir topparna i elanvändningen höga.



Figur 2 Översikt av metodik för elektrifiering av transportsektorn

Två scenarion som båda innebär en snabb elektrifiering är framtagna utifrån nuvarande trend av försäljningen för elfordon i närtid med olika år för när försäljningen av elfordon tar fart på allvar. Scenarierna bryts sedan ned på läns-nivå genom att flertalet faktorer studeras: nybilsförsäljning per län/kommun, genomsnittlig ålder för fordonsparken per kommun, typ av län/kommun (glesbygd eller storstad), bränsleförsäljning, samt vidareförsäljning. Tillkommande effektbehov är i hög grad styrt av hur elfordon och i första hand personbilsflottan laddas, vilket innebär att antaganden om framtida laddningsmönster får stor påverkan.

Personbilar

Personbilsflottan bedöms komma att elektrifieras snabbare än de tunga transportererna. Det finns redan idag personbilsmodeller som är konkurrenskraftiga och majoriteten av alla större bilföretag erbjuder ett växande antal elbilar och elhybrider på marknaden. Styrande för när försäljningen av elektrifierade personbilar tar fart på allvar är när den totala ägandekostnaden för en elbil är lägre än för motsvande konventionell personbil. Försäljningen kommer då troligtvis att ta fart och växa exponentiellt då det blir mer ekonomiskt rationellt att köpa en elbil jämfört med en bil driven med fossila bränslen, även om bilköp inte alltid görs på strikt ekonomiskt rationella grunder.

Den genomsnittliga livslängden för en personbil i Sverige idag är 18 år och personbilsflottan är i genomsnitt 10 år gammal. Det innebär att även om enbart laddbara elbilar börja säljas idag kommer det ta omkring 18 år att ställa om hela personbilsflottan. Mätt i transportarbete kommer omställningen troligast gå lite snabbare då nya bilar i

genomsnitt körs mer än äldre. Utifrån olika antaganden, exempelvis hur utvecklingen av laddbara personbilar sker, kan transportarbete brytas ned på läns-nivå. Nyförsäljningen av bilar är idag störst i de kapitalstarka storstadsområdena i Sverige. Det finns olika metoder att fördela elbilar geografiskt:

- Nybilsförsäljning (registrering)
- Försäljning av diesel och bensin idag
- Vidareförsäljning

En svaghet i metoden att se på var bilar är registrerade är att företagsbilar registreras på en juridisk person där företaget har sitt huvudkontor. Det innebär exempelvis att statistiken indikerar att ett större antal fordon finns i Solna kommun, där ett stort antal företag har kontor, än vad som är fallet i verkligheten. En del kommuner har betydligt färre arbetsplatser än antal boende i dem och antalet fordon kan således undervärderas i dessa kommuner. Mönstret av hur man laddar har en påverkan på var tillkommande elanvändning hamnar. En stor osäkerhet är i hur hög grad jobbspendlare kommer att ladda bilen på sin arbetsplats och hur mycket laddar de hemma.

Lätta lastbilar

Lätta lastbilar med en maxvikt på 3,5 ton är utifrån deras användningsmönster relativt lika personbilar. Elektrifieringen av lätta lastbilar väntas därför följa elektrifieringen av personbilar med viss eftersläpning då lätta lastbilar är något tyngre. I genomsnitt körs lätta lastbilar 30 % längre per år jämfört med lätta personbilar, 1300 mil jämfört 1000 mil. Flottan av lätta lastbilar är i genomsnitt yngre än personbilar, då försäljningen varit hög de senaste åren. Den typiska ägaren av en lätt lastbil är mindre företag där det används dagtid för diverse transporter. Laddmönstret för lätta lastbilar förväntas vara likt det för personbilar, men med en något större andel snabbbladdning under dagtid då lätta lastbilar körs mer och är mindre flexibla då de i större grad används i yrkestrafik.

Tunga lastbilar

Tyngre lastbilar kommer att elektrifieras sist av alla vägfordonen i perioden fram till år 2030. För längre transporter är man beroende av elvägar eller teknikutveckling kopplat till batterier. Större delen av lastbilars transportarbete genomförs av lastbilar som kör långa sträckor. Många lastbilar används dock enbart i städer och i första hand bara för att köra kortare sträckor där räckvidden innebär en mindre utmaning. Volvo, Scania och Tesla har planerar för att inom en snar framtid ta fram ellastbilar. I perioden fram till år 2030 bedöms dock byggandet av elvägar för tung fordonstrafik, endast komma att ske i liten skala. Trafikverket planerar för två demonstrationsprojekt för elvägar som beräknas vara färdiga i mitten av 2020-talet. Elektrifiering av tung trafik bedöms därmed få sitt genombrott efter år 2030.

Bussar

Bussar går att kategorisera utifrån hur de används och hur stora de är. Bussflottan i Sverige är i genomsnitt betydligt yngre än personbilar och om försäljningen av elbussar tar far går det snabbt att ställa om bussflottan till eldrift. Bussars körs längre sträckor varje år, vilket resulterar i att det slits ut fortare. I genomsnitt körs en buss i Sverige 5000 mil per år, vilket är nästan 5 gånger så mycket som en personbil. Medianåldern för en buss i Sverige är 6 år. I tillägg körs nya bussar betydligt mer än gamla. De flesta län som idag investerar i elbussar har valt en lösning med depåladdning, vilket innebär att bussarna laddas kväll/natt och körs på dagen. Bussar avsedda för depåladdning kräver större batterier så att bussarnas körsträcka blir tillräckligt långa för att klara av att gå i vanlig trafik.

Sjöfart

Elektrifiering av sjöfart kan delas in i elanvändning när fartyg ligger i hamn, även kallat landström, respektive el som används för framdrift. I perspektivet fram till år 2030 bedöms elanvändningen inom sjöfarten öka lite från dagens låga nivåer. Sverige har få färjelinjer som är lämpliga att elektrifiera med dagens teknik. Trafikverket färjerederi, som är Sveriges största rederi, har ett antal små bilfärjor men satsar i första hand på biobränslen. Det finns en del turist- och taxibåtar som är möjliga att elektrifiera men energimängderna är i sammanhanget små även om laddeffekterna kan bli höga lokalt. Färjorna som trafikerar Helsingborg-Helsingör är de enda större färjor i Sverige som använder el för framdrift.

Landström kan resultera i stora effekttoppar och kräver höga effekter beroende på fartyg. Störst effektbehov har kryssningsfartyg, som kan behöva över 10 MW när de ligger i hamn. I Sverige finns landströmanläggningar i ett flertal hamnar. I Stockholms använder både Tallinks och Viking lines finlandsfärjor landström. I Göteborgs hamn är Stena lines RoR-färjor tillkopplade till landström. I Ystads hamn använder färjorna som går till Tyskland landström. Generellt är det svårare att räkna hem landströmsanläggningar för fraktfartyg och kryssningsfartyg som trafikerar många olika hamnar. I tillägg kan nämnas att elbehovet för fraktfartyg är mindre än för passagerarfartyg.

Bantrafik

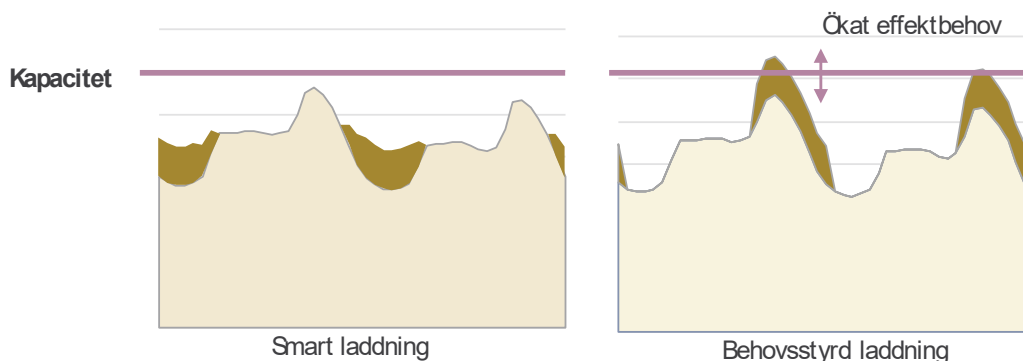
Bantrafikens elanvändning har historiskt legat runt 2–3 TWh per år. Då infrastrukturprojekt har långa ledtider kan man utgå ifrån dagens planerade projekt och bedöma hur mycket elanvändningen ökar inom bantrafiken. Trafikverket bedömer att persontransportbehovet kommer öka med drygt 1 % per år och godstranportbehovet knappt 2 % per år fram till år 2040. I Stockholm tas en ny tunnelbanelinje i drift i perioden fram till år 2040. Trafikverket har flertalet större projekt som sammantaget kommer att höja kapaciteten på järnvägen och möta det ökade transportbehovet.

Luftfart

I perioden fram till år 2030 bedöms det som att eventuell elanvändning från flyget kommer att bli obetydlig. Svenska Heart Aerospace räknar med att ha ett godkänt elflygplan för max 19 passagerare år 2025. Det är i första hand för inrikesflyg och kortare utrikesfligheter som elflyg bedöms ha störst potential. Lägre driftskostnader och el istället för fossila bränslen ger en bättre ekonomi än för motsvarande flygplan med konventionell teknologi. Enstaka elflygplan kommer bara få en liten påverkan på kraftsystemet.

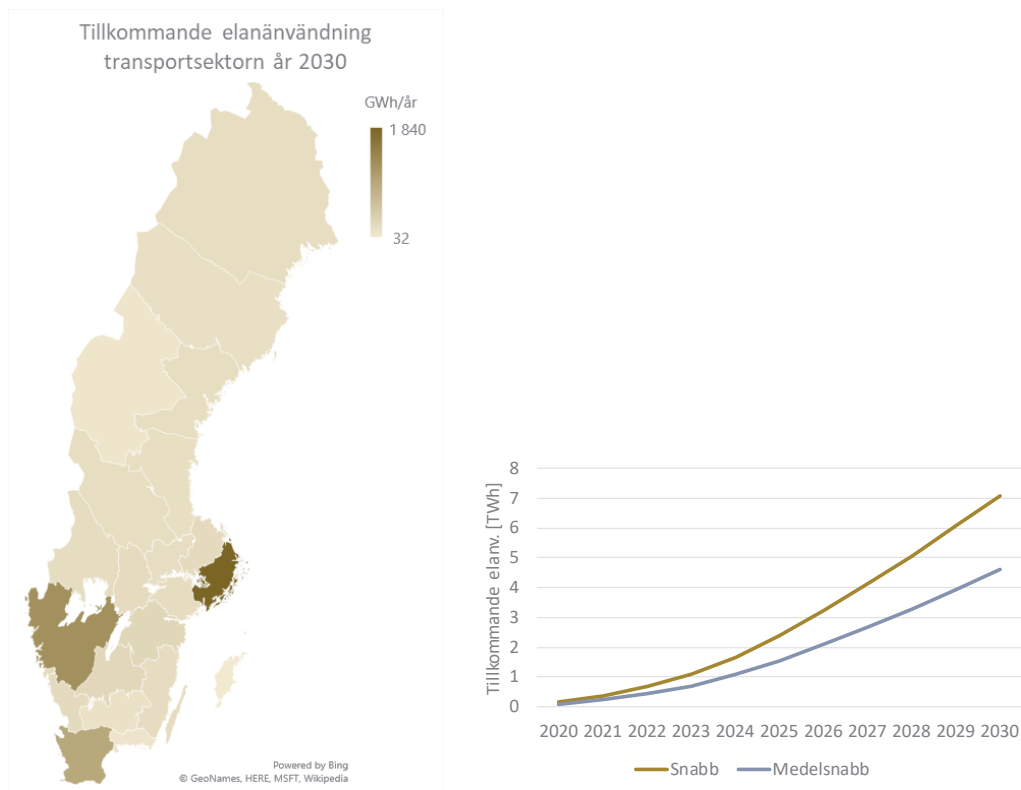
Bedömning av tillkommande elanvändning för transporter

Tillkommande effektbehov de närmaste 10 åren styrs i stor grad av hur smart man väljer att ladda sina elfordon. Personbilar har störst möjligheter att anpassa sin laddning efter för elsystemet gynnsamma tidpunkter. Det är dock oklart hur många som kommer att anpassa sin laddning och vilka affärsmodeller/ersättningsmöjligheter som kommer finnas för att anpassa sin laddning. Efterfrågan på el är idag i hög grad icke-elastisk, i synnerhet hos privatpersoner. Tillkommande effektbehov från bussar beror även det på hur de laddas. Depåladdning ger som regel relativt lite påverkan på effektbehovet då bussarna laddas nattetid. Om städer däremot väljer en lösning där stadsbussar snabbladdas kommer effektbehovet öka mer under dagtid. Om laddningen sker så pass smart att tillkommande blir elanvändning är jämt fördelat över dygnet ökar effektbehovet från transportsektorn med cirka 800 MW.



Figur 3 Illustration av smart och behovsstyrd laddning

Kartorna i Figur 4 visar tillkommande elanvändning i för transportsektorn. Elektrifieringen av transportsektorn kommer att gå snabbast i storstadsregionerna. Personbilar kommer tillägg stå för större delen av tillkommande elanvändning. I perioden fram till år 2030 väntas elektrifiering av den tyngre trafiken stå för en relativt liten andel av elanvändningen. Elanvändningen inom sjöfart och luftfart kommer fortsatt att vara låg även om landström och höga laddeffekter kan skapa utmaningar lokalt i hamnar om fler färjelinjer elektrifieras eller fler fartyg använder landström.



Figur 4 Tillkommande elanvändning transportsektorn

3.2 Bostäder

Elanvändningen för uppvärmning och varmvatten till bostäder i Sverige är sedan 90-talet cirka 40 TWh ett normalår (olika statistikällor skiljer sig något åt, bland annat beroende på vad som klassas som bostäder respektive service) (Energiföretagen, u.d.). Variationerna är också stora från år till år beroende främst på väder. Småhus står för drygt 80 % av elanvändningen bland bostäder, medan flerbostadshus till över 90 % får sin uppvärmning från fjärrvärme.

I SCB:s elanvändnings-statistik finns länsvis elanvändning för tre SNI-kod-grupper som avser bostäder; *småhus*, *flerbostadshus* och *fritidshus*. Framtida utveckling av elanvändning inom dessa kategorier har alla bedömts utifrån följande tre parametrar:

- Länets befolkningsutveckling
- Energieffektivisering
- Förändringar av uppvärmningsteknik (fjärrvärme, värmepump, direktvärmade el etc)

Avseende bostäder har vi bara använt ett scenario, då det bedömts vara ett betydligt snävare utfallsrum för elanvändningsutvecklingen inom denna kategori än exempelvis transport, industri och datahallar.

Regionens befolkningsutveckling

Tillväxtverket publicerade i mars 2019 en prognos för regional befolkningsutveckling (baserat på ett regionalt analys- och prognosystem benämnt Raps, som bland annat SCB medverkar till att ta fram) (Tillväxtverket, u.d.). Tillväxtverket bedömer att den årliga befolkningstillväxten blir -0,2 % till 1,1 % för landets 21 län under perioden 2015 - 2040. I denna rapport antas samma genomsnittlig årlig befolkningstillväxt för perioden fram till och med 2030, som den genomsnittliga befolkningstillväxten för 2015 – 2040 i Tillväxtverkets prognos. Det har också antagits en oförändrad areastandard (boyta/invånare), i linje med den utveckling som setts de senaste åren (cirka 41 m² boyta/invånare i riket) (SCB, u.d.). Med oförändrad areastandard (m² boyta/invånare) ökar uppvärmd yta lika mycket som befolkningen.

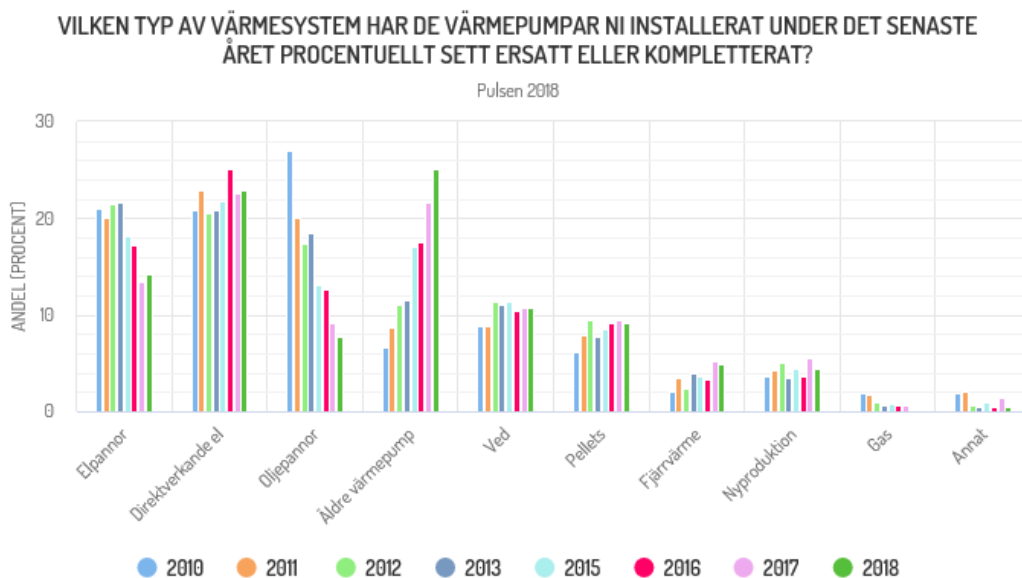
Energieffektivisering

En årlig energieffektiviseringsfaktor på 0,5 % har antagits för *småhus* och *fritidshus* samt 1 % för *flerbostadshus*, utifrån Profus scenario *Kombinerade lösningar* inom projektet Värmemarknad som publicerades 2018 (Profu). Under perioden 1995 - 2016 har en årlig energieffektivisering på 0,2 % uppnåtts inom kategorin *småhus*, 0,4 % inom *flerbostadshus* och 0,8 % inom *lokaler* (Profu). Bland flerbostadshus har energieffektiviseringen varit omfattande och tilltagande de senaste åren. En omfattande nybyggnation (inte minst flerbostadshus i urban miljö som en effekt av urbaniseringen) av mer energieffektiva byggnader har också drivit på utvecklingen mot färre kWh/m² boyta.

Förändringar av uppvärmningsteknik

Den tredje parametern är förändring av uppvärmningsteknik och hur den kommer att påverka elanvändningen för uppvärmning och varmvatten till bostäder. Den största förändringen de senaste åren har varit värmepumparnas frammarsch. Figur 5 visar att värmepumpar idag primärt ersätter äldre värmepumpar eller direktverkande el/elpannor, vilket innebär att denna trend bidrar till en minskad elanvändning. Energimyndigheten konstaterar i sin rapport *Scenarier över Sveriges energisystem 2018*, att konverteringen från direktverkande el till värmepump kommer att bidra till en minskad energianvändning inom bostadssektorn till 2035. Efter 2035 bedömer Energimyndigheten att potentialen för lönsamma effektiviserings- och konverteringsåtgärder är tämligen uttömd. Rapporten ökar mängden upptagen energi av värmepumpar med ungefär 5 TWh, till knappt 20 TWh, för bostäder och service i referensscenariot. Utifrån ett antagande om att en tredjedel av nya värmepumpar ersätter gamla värmepumpar, en tredjedel ersätter direktverkande el/elpannor och en tredjedel ersätter uppvärmningsalternativ som inte involverar el, samt att värmepumparna i snitt har en COP-faktor på 3, minskar elanvändningen i snitt med 25 % när värmepumpar installeras. Utifrån ovanstående har vi antagit att en omställning från direktverkande el och elpannor till värmepumpar per se innebär en minskad elanvändning med 0,5 % årligen för småhus och fritidshus. Vi har antagit en oförändrad fördelning av uppvärmningsteknik inom flerbostadshus, där fjärrvärmens har en totalt

dominerande roll i dagsläget och bedöms komma att fortsätta ha det under den studerade perioden till och med 2030.



Figur 5 PULSEN: Svenska Kyl & Värmepumpföreningens årliga enkätundersökning bland återförsäljare och installatörer av värmepumpar till konsument
Källa: Svensk kyl & värmepumpförening

Den årliga ökningen av elanvändning har bedömts vara:

Befolkningsökning + Energieffektiviseringsfaktor + Uppvärmningsteknikbyte

Exempel *flerbostadshus* i Stockholm:

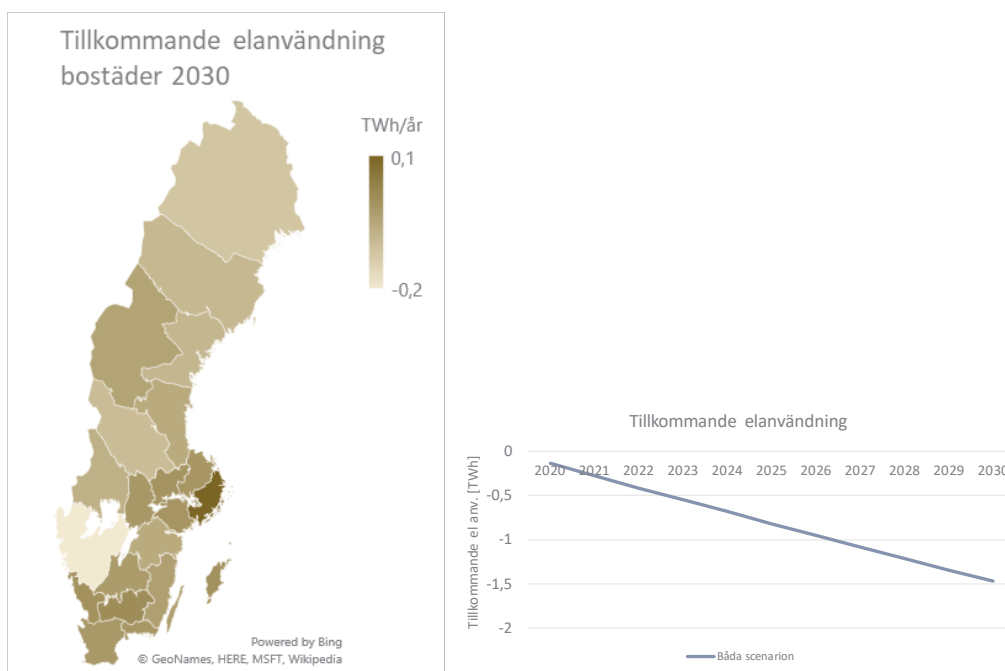
Befolkningsökning (1,1 %) + Energieffektiviseringsfaktor (-1,0 %) + Uppvärmningsteknikbyte (0 %) = Årlig elanvändningsökning (0,1 %)

Koppling mellan BNP och elanvändning

En viss koppling mellan BNP och energianvändning för bostäder skulle också kunna finnas i och med att ett ökat välstånd driver en högre areastandard eller möjliggör fler investeringar i exempelvis värmepumpar. Statistiskt har vi dock inte kunnat belägga något samband mellan BNP och areastandard de senaste åren. Inte heller mellan BNP och investeringar i värmepumpar har vi statistiskt kunna belägga ett tydligt samband. Vi har valt att bortse från en eventuell direkt inverkan av BNP på bostäders elanvändning. Däremot kan det finnas en stark korrelation orsakad av korrelation mellan BNP-tillväxt och befolkningsökning som vi använder som en parameter i beräkningen av elanvändningsförändring.

Klimatpåverkan

Ett succesivt varmare klimat kommer på sikt att ha en dämpande påverkan på bostadssektorns elanvändning. På den begränsade tidshorisonten t o m 2030, har vi dock valt att bortse från denna påverkan.



Figur 6 Tillkommande elanvändning bostäder

Bedömning av tillkommande elanvändning för bostäder

Sammantaget väntas elanvändningen inom bostadssektorn att minska något kommande 10 år. Minskningen beror bland annat på energieffektiviseringar, att elpannor och direktverkande el ersätts med värmepumpar och el-oberoende värmekällor samt att areastandarden inte väntas öka.

3.3 Industri

Industrins elanvändning har sedan 90-talet legat nära 50 TWh/år, med viss fluktuation för konjunkturutvecklingen. I SCB:s SNI-kod-baserade statistik var elanvändningen inom industri och byggverksamhet 2017 51,5 TWh. Det är sällan det tillkommer nya stora industriella elanvändare i Sverige, utan kortsiktigt är det främst konjunkturen som styr industrins elanvändning. På längre sikt väntas en omfattande elektrifiering av industri som idag använder mycket fossila bränslen. Potentialen för ökad elanvändning skiljer sig mellan olika industrier. Exempelvis är elanvändningen i skogs- och pappersmassaindustrin redan hög idag och andelen fossila bränslen låg. Ett mycket uppmärksammat exempel på elektrifiering av befintlig industri är HYBRIT, där en elektrifiering av stålproduktionen väntas bidra med en elanvändning om cirka 15 TWh.

För att ställa om Sveriges energiintensiva industri från användning av fossila bränslen till el som energikälla krävs stora kapitalintensiva investeringar. Det finns ett antal större projekt inom den svenska industrin som potentiellt kan resultera i en betydligt högre elanvändning de kommande 10 åren. En del av projekten innebär tillämpning av befintlig teknik och andra är mer osäkra då tilltänkt teknik är mer osäker. I denna studie ligger fokus på de projekt som kan öka elanvändningen mest i ett 10-årsperspektiv. Generellt för industrin är att det är geografiskt känt var tillkommande elanvändning kan komma att ske givet att befintligt industrin inte flyttar geografiskt. Det är en stor skillnad jämfört med datacenter som är betydligt mer flexibla i sin lokalisering och kan välja plats utifrån var det passar i elnätet.

Northvolts batterifabrik och andra "nya" industrier

Det nystartade företaget Northvolt har etablerat sig utanför Skellefteå där det ska bygga en fabrik för produktion av litiumjonbatterier. Fabriken har redan börjat byggas och har ett uppgivet effektbehov på 300 MW. Med antagandet att fabriken utnyttjar 85 % av installerad effekt i genomsnitt över ett år så kommer elanvändningen att öka med mer än 2 TWh på ett år. I tillägg kommer Northvolt att bygga en mindre fabrik för batteriprototyper utanför Västerås. Det som gör Northvolt unikt är att det är den enda nya större elanvändare som inte är ett datacenter utan "ny" form av industri. Skellefteå blev valt som geografisk plats för batterifabriken på grund av närheten till Skellefteälven som kan möta det stora effektbehovet.

Skogs- och pappersmassaindustrin

Skogs- och pappersmassaindustrin använder i hög grad el i sina processer idag. Skogsindustrin bedömer själva att de därför inte kommer att öka elanvändningen så mycket i framtiden. En del arbetsmaskiner som används inom ett begränsat geografiskt område bedöms på sikt kunna elektrifieras. I perioden fram till år 2030 bedöms elanvändningen inom industrin därför vara i det närmaste konstant.

Stålindustrin, Hybrit

Inom stålindustrin kan elanvändningen potentiellt öka relativt mycket i perioden fram till år 2030. Projektet går ut på att vätgas ersätter fossila bränslen i processen vid ståltillverkning. Reduktionen av järnmalmen kommer att genomföras med vätgas i och med att tillverkningen av vätgas skulle ske med elektricitet kommer elanvändningen att öka betydligt. Vid full drift bedöms elbehovet uppgå till 15 TWh per år, det beräknas dock ske först runt år 2040. Hybrit är ett gemensamt projekt mellan Vattenfall, SSAB och LKAB. SSAB har dessutom planer att bygga en ljusbågsmasugn i Oxelösund med ett beräknat effektbehov på 200 MW. Masugnen planeras att tas i drift under år 2025.

Cementindustrin, Cemzero

Cementa har tillsammans med Vattenfall projektet CEMZERO som går ut på att elektrifiera delar av processen vid cement- och betongtillverkning på Gotland. Det är uppvärmningsprocesser som skulle genomföras med el istället för som idag med fossila bränslen. Effektuttaget bedöms öka med 260 MW, vilket skulle kunna resultera i en ökad elanvändning på närmare 2 TWh per år om processen är i drift större delen av året. Gotland är speciellt i det avseende att ön har en egen frekvenshållning och är ansluten till stamnätet med HVDC-kablar. Det har tidigare bedömts att så pass stor tillkommande elanvändning kan öka behovet av ytterligare överföringskapacitet från fastlandet.

Raffinaderier

Preem har som mål att minska sitt utsläpp av koldioxid genom ökad elektrifiering. Tillsammans med Vattenfall ser de på möjligheter att använda vätgas i tillverkningsprocessen av drivmedel. Preem planerar att bygga en elektrolysör med en eleffekt på 20 MW som ska vara färdig till år 2024. För att på sikt kunna producera 3 miljoner kubikmeter förnyelsebara bränslen år 2030, krävs vätgas som produceras med hjälp av el, vilket är en mycket energikrävande process.

Kemisk industri

Kemiindustrin är diversifierad vilken innebär att ökad användande av vätgas i samband med CCU¹ på sikt kan öka elanvändningen betydligt. Vid CCU samlas koldioxid in och upparbetas med vätgas och används som råvara i produktionsprocessen. Det är även möjligt att en övergång till biobränslen sker istället.

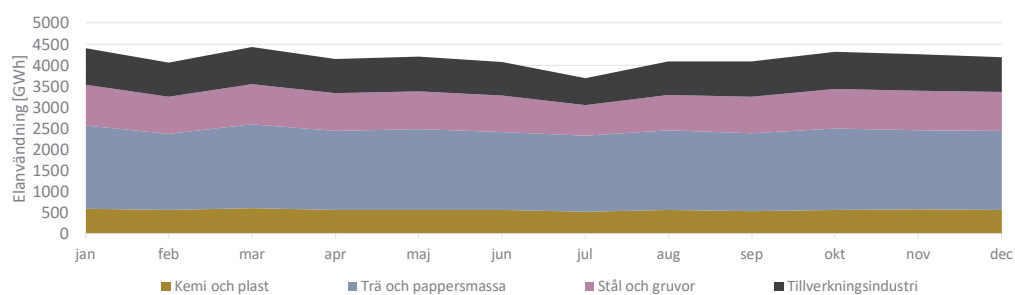
Metall, Gruv- och mineralindustri

Metallindustrin, som inkluderar all övrig bearbetning av metaller förutom ståltillverkning, förväntas i liten grad öka sin elanvändning då majoriteten av alla processer redan är elektrifierade och de som inte är det kräver mycket höga temperaturer vilket är svårt att åstadkomma med el. Inom gruvindustrin är flertalet processer redan elektrifierade. Det som ligger närmast till hands är att fortsätta elektrifieringen av maskiner och transporter.

¹ Carbon capture utilization

Elanvändningsprofilen för industrin

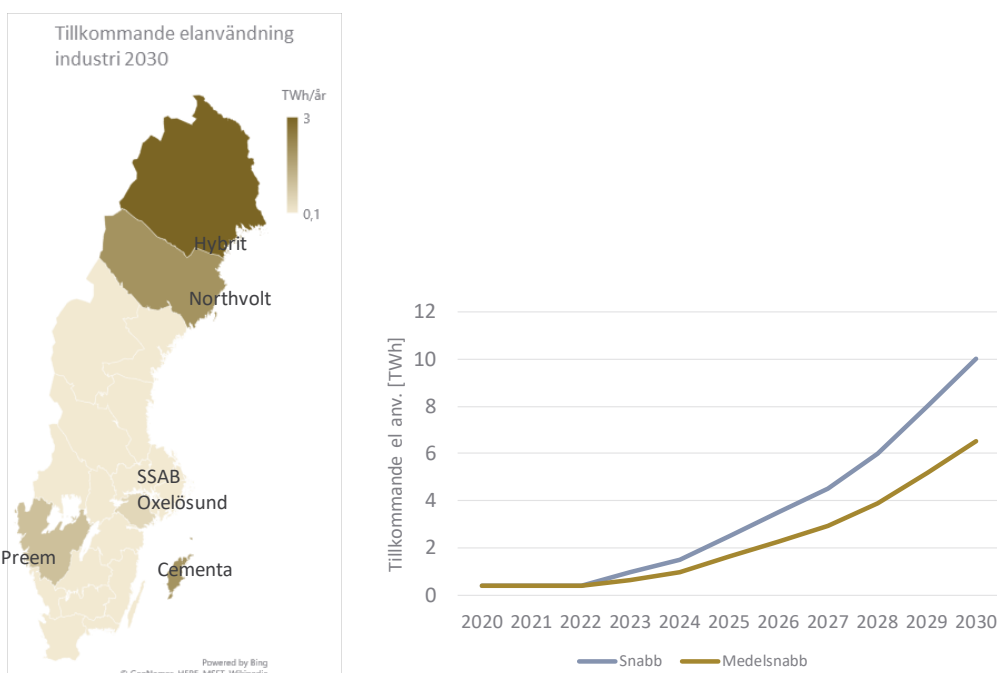
Generellt har energiintensiva industrier en relativt jämn elanvändning både över året och även dygnet. Energiintensiva investeringar är i regel mycket kapitalintensiva och de maskiner som används bör därför ha en hög nyttjandegrad för att maximera lönsamheten. Figur 7 visar hur industrins elanvändning är fördelad över året. Det syns tydligt att elanvändningen är som lägst under sommaren när industrins sommarsemester inträffar.



Figur 7 Industrins elanvändning över året uppdelat per industri

Bedömning av tillkommande elanvändning inom industrin

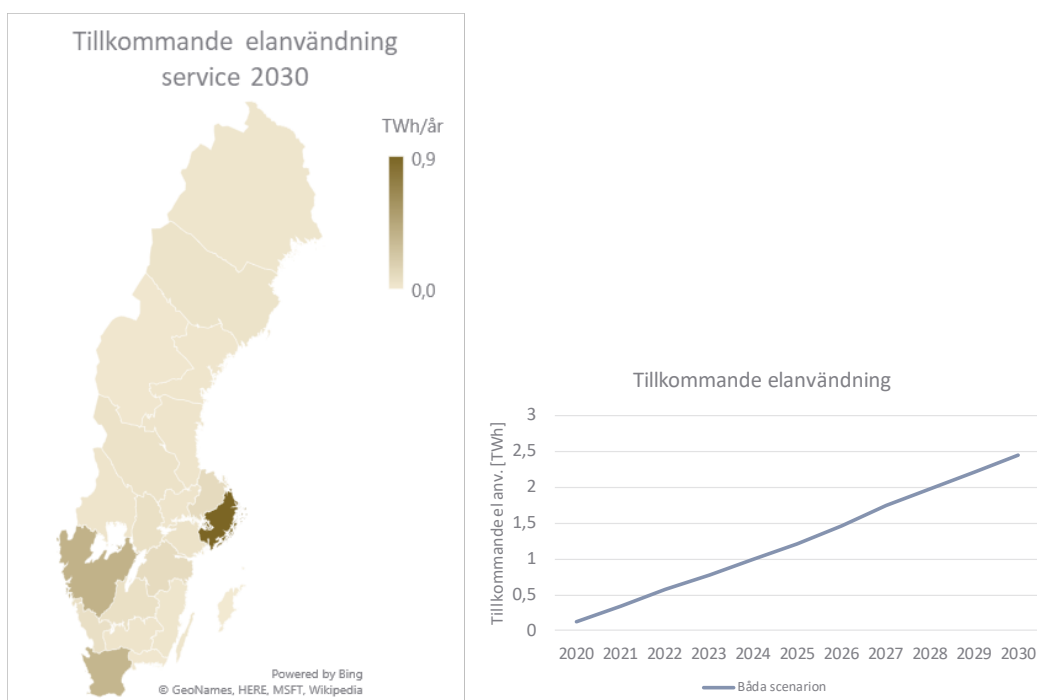
Med utgångspunkt att de stora projekten markerade i kartan realiseraras samt att trenden går mot en ökad elektrifieringen även i övriga industrisektorer har Sweco tagit fram två möjliga scenarion, ett snabbt och ett medelsnabbt scenario. I det snabba scenariot bedöms industrins elanvändning kunna öka med 10 TWh till år 2030. Det antas några få större projekt kommer stå för merparten av tillkommande elanvändning inom industrin och mindre inom annan industri.



Figur 8 Utvalda industriprojekt samt tillkommande elanvändning

3.4 Service och offentlig verksamhet

Elanvändningen inom tjänstesektorn väntas drivas av BNP-tillväxten. I takt med att ekonomin växer ökar behovet av tjänster. I kategorin tjänster ingår en mycket diversifierad elanvändning som inte är kopplad till en separat faktor. Historiskt har elanvändningen inom tjänstesektorn vuxit relativt jämt jämfört med exempelvis el för uppvärmning, som i större grad påverkats av teknologiskiften och kontinuerlig energieffektivisering. I denna studie utgår vi från att elanvändningen inom tjänstesektorn växer i takt med BNP. På regionnivå används BRP (Brutto Region Produktion) som för att ta hänsyn till att tjänstesektorns elanvändning växer snabbare i Stockholm än i Norrland exempelvis.



Figur 9 Tillkommande elanvändning servicesektorn

3.5 Datacenter

Globala trender

Globalt väntas marknaden för datacenter fortsätta att växa i och med att fler IT-tjänster flyttas till molnet. Allt mer data samlas in och lagras och vilket in tur öppnar upp för nya tjänster. 5g och "internet of things" kommer innebära att allt fler apparater blir uppkopplade mot internet och att mer data samlas in och lagras. Mängden data som lagras har under lång tid vuxit exponentiellt. Även om processorer och hårddiskar blir allt energisnålare i förhållande till både beräknings- och lagringskapacitet finns det inget som idag tyder på att trenden mot att datacenter står för en allt större elanvändning globalt sett ska brytas. I dag finns majoriteten av alla så kallade superdatacenter i USA, men Norden och Sverige är ett alternativ som allt fler ser på.

Elanvändningen i datacenter i Sverige förväntas växa de kommande åren. Sverige har flera egenskaper som är attraktiva för etableringar av datacenter. Sverige är ett politiskt och ekonomiskt stabilt land. Klimatet är relativt kallt, vilket minskar behovet av kylning som är energikrävande, då servrar och datorer utvecklar värme när de används. Tillgången på el är god i Sverige och landet producerar idag betydligt mer el än vad som används. De senaste åren har nettoexporten av el varit över 20 TWh. Fibernätet i Sverige är väl utbyggt, vilket innebär att Sverige har bland de snabbaste internetuppkopplingarna i världen.

Det är inte bara konkurrens om var etableringarna av datacenter sker inom Sverige, men även mellan de nordiska länderna. I Danmark, Sverige, Norge och Finland finns det olika initiativ för att attrahera etableringar av datacenter. I Sverige finns exempelvis *Nodpole* som ägs av Vattenfall och Skellefteå kraft samt *the Power Region* där Jämtkraft och ett antal regionala kommuner står bakom. Nodpole har som mål att attrahera företag med elintensiv verksamhet till Sverige. Business Sweden har som uppdrag attrahera utländska investeringar i Sverige.

Faktorer som styr lokalisering

Det finns en stor osäkerhet kring hur mycket elanvändningen från datacenter kommer att öka och hur den kommer att fördela sig geografiskt. Generellt är det ur ett nätperspektiv betydligt enklare att etablera ett stort datacenter i de norra delarna av landet på grund av närheten till elproduktionen och att det finns färre flaskhalsar i nätet, samt att det är ett kallare klimat. Större datacenter skapar många arbetstillfällen i byggnationsfasen och om de byggs ut etappvis kommer jobben finnas under flera år. I driftsfasen är antal arbetstillfällen betydligt färre i förhållande till elanvändning jämfört med industrier och fabriker som också är stora elanvändare. Sweco har i en studie studerat konsekvenserna av att Facebook etablerade ett stort datacenter utanför Luleå. Resultatet var att etableringen skapade drygt 900 arbetstillfällen under byggnationsfasen och drygt 200 arbetstillfällen under själva driftsfasen. I kommuner med kapacitetsbrist finns det olika syn på hur attraktivt etableringar av datacenter är, då en större etablering av ett datacenter kan ta en stor del av tillgänglig nätkapacitet i anspråk. Flera regioner är samarbetsmedlemmar med Business Sweden och arbetar för att attrahera datacenter till vissa platser. Lägre elpriser i elprisområdena SE1 och SE2, samt mindre utmaningar ur kapacitetssynpunkt bidrar till att det i många fall är enklare att lokalisera datacenter i de norra delarna av Sverige. Beroende på typ av datacenter kan behovet av korta svarstider skilja sig åt, vilket i sin tur påverkar lokalisering. Exempelvis ställer viss typ av börshandel

extra höga krav på svarstider, då handeln i allt större grad sker med robotar och bygger på att kunna agera snabbt på förändringar i marknaden. Det innebär exempelvis att dessa datacenter geografiskt behöver placeras mer centralt. Även som IT-kunskaperna i Sverige är generellt goda, så är närheten till Stockholms arbetsmarknad en fördel vid rekrytering av specialistkunskap.

Datacenters elanvändning och dess profil

Elanvändning i datacenter drivs av att serverar behöver kylas ned, och kylbehovet ökar om ett stort antal serverar placeras på en och samma plats. I de fall det är möjligt används överskottsvärmen från datacenter till fjärrvärme om det finns ett nät i närheten. De kommande åren kommer flera datacenter som etableras i Stockholm att leverera spillvärme till Stockholm Exergis fjärrvärmenät. Datacenters elanvändning är relativt jämt fördelat över dygnet. Det antas att flexibiliteten är relativt begränsad även om det gjorts tester att leverera frekvensreglering med hjälp av de UPS-system som datacenter i regel har.

Befintliga projekt och möjliga platser för nya datacenter

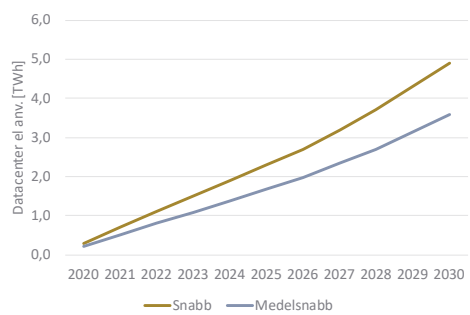
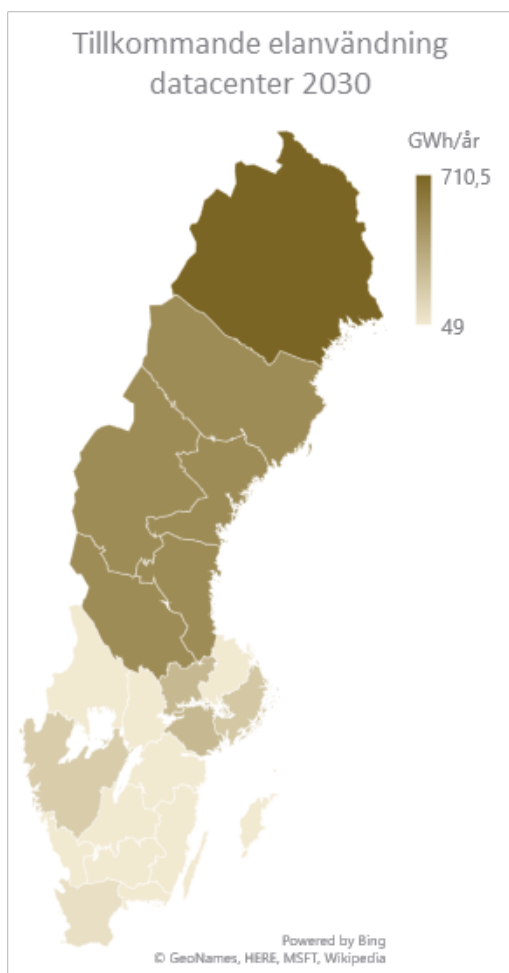
I Figur 10 visas platser som *Nodepole* och *The Power Region* i samarbete med nätägare bedömt som möjliga lokaliseringar av ny kraftintensiv industri i Sverige. I och med att två regionnätägare står bakom Nodepole bedöms det som en bra approximation av lämpliga platser. Figuren visar tydligt att lämpliga platser med störst kapacitet finns de norra delarna i Sverige. Det finns redan idag ett flertal stora etableringar i Sverige och majoriteten av de datacenter som är under byggnation är i elområde SE1 och SE2. Följande större datacenter är under byggnation eller har planer att bygga ut; Facebook i Luleå, Microsoft i Gästrikland, Google i Dalarna och Amazon webservices i Mälardalen. Amazon har valt att lokalisera sig Mälardalen men deras stora effektuttag har bidragit till kapacitetssituationen i regionen nu är ansträngd och att det är svårare att etablera fler nya verksamheter med liknande effektuttag. Svenska kraftnät har exempelvis projekt med högttemperaturlinor för att tillfälligt öka överföringskapaciteten. Svenska kraftnät har fått ansökningar på flera tusen MW från datacenter som vill ansluta sig mot stamnätet. Mängden ansökningar är dock inte ett representativt mått på hur mycket som kommer att byggas. Betydligt fler ansökningar kommer in till Svenska kraftnät kopplat till inmatning och utmatning än vad som faktiskt kopplas in på nätet.



Figur 10 Möjliga platser för lokalisering av datacenter och annan kraftintensiv industri

Bedömning av tillkommande elanvändning från datacenter

Sweco har tagit fram två möjliga scenarion som visar hur elanvändningen från datacenter kan komma att utvecklas i perioden fram till år 2030. Det antas en hög tillväxt i båda scenarierna. Sverige och Norden antas ta en allt större andel av världsmarknaden för datacenter. Den geografiska fördelningen visar att tyngdpunkt för länen i de norra delarna av landet bedöms att fortsätta. I båda scenarierna har samma geografiska fördelning av tillkommande elanvändning antagits. Figuren visar hur elanvändningen från datacenter skulle öka givet att trenden från de senaste åren fortsätter för att sedan tillta i slutet av 2030-talet.



Figur 11 Tillkommande elanvändning datacenter

4 Slutsatser och kommentarer

Ökning av elanvändning under tioårsperioden 2020-2030	Scenario "medelsnabb elektrifiering"	Scenario "snabb elektrifiering"
Transport	5 TWh	7 TWh
Bostäder	-1,5 TWh	-1,5 TWh
Industri	6,5 TWh	10 TWh
Service och offentlig verksamhet	2,5 TWh	2,5 TWh
Datacenter	3,5 TWh	5 TWh
Totalt	16 TWh	23 TWh

Tabell 1: Observera att scenarierna bygger på möjliga utvecklingsvägar, och ej ska ses som prognoser över den troliga utvecklingen

Elanvändningen har potential att kunna öka betydligt i ett 10-årsperspektiv, vilket kan resultera i utmaningar i för kraftsystemet. Några utvalda sektorer kommer att stå för merparten av tillkommande elanvändning, i första hand industrin och transportsektorn. I denna rapport presenteras två möjliga scenarion för elektrifiering, ett snabbt och ett medelsnabbt. I det snabba scenariot bedöms Sveriges elanvändning öka med 23 TWh till år 2030 och i det medelsnabba ökar elanvändningen med 16 TWh till år 2030.

Elektrifieringen av transportsektorn kommer att gå fortast i storstadsregionerna och det är framförallt personbilar som kommer att stå för merparten av ökningen. Transportsektorn skiljer ut sig då profilen på elanvändningen i hög grad styrs av hur människor laddar sina elfordon. Om laddningen sker beteendestyrt riskerar befintliga efterfrågetoppar på eftermiddagen att förstärkas betydligt.

Datacenter är mer flexibla i var de kan lokaliseras och större datacenter kommer troligtvis att lokaliseras i de norra delarna av Sverige på grund av en kombination av lägre elpriser och mer tillgänglig kapacitet i elnäten. I denna rapport antas det att elfordon laddas så pass smart att tillkommande effekt även från transportsektorn är relativt jämt fördelad över dygnet. Industrins och datacenters tillkommande elanvändning har även den relativt jämn elanvändning över dygnet. Sammantaget innebär detta att elanvändningen mätt i energi kommer att öka mer än toppefterfrågan på el.

4.1 Vilka är de största osäkerheterna i studien?

Det finns många osäkerheter avseende elanvändningens utveckling fram till 2030. En av de största osäkerheterna är var nya datacenter kommer att byggas. Valet av lokalisering för datacenter styrs till stor del av var det för stunden finns bäst förutsättningar, något som ändras i takt med att olika länder ändrar beskattning och policys. En annan stor osäkerhet är hur fort försäljningen av personbilar och lätta lastbilar skiftar till eldrivna fordon. Ytterligare en större osäkerhetsfaktor avser hur fort elektrifieringen av industrin går, primärt några större elektrifieringsprojekt. Andra något mindre osäkerhetsfaktorer avser den ekonomiska utvecklingen, elprisutvecklingen och befolkningstillväxten.

4.2 Vad behöver utredas ytterligare?

Analysen ger en bild över elanvändningens utveckling län för län. En bättre bild av elanvändningens utveckling är en central del i att förutse framtida kapacitetsutmaningar, men vidare studier om lokala nätförutsättningar, hur elanvändningen fördelar sig på region-/lokaltät behövs exempelvis för att ge en mer fullständig bild. En tänkbar komplettering till denna studie skulle kunna baseras på en enkätstudie i kombination med djupintervjuer bland nätägare, elanvändare och andra intressenter.

4.3 Vad betyder det här för regioner och kommuner?

Efter en lång period av tämligen konstant elanvändning i Sverige, väntas nu elanvändningen öka dramatiskt under kommande årtionde. Med den ökade elanvändningen, främst centrerad till storstadsregionerna, uppstår nya utmaningar avseende kapacitetsbrist och behov av nätutbyggnad, samt en mer flexibel elanvändning. En mycket viktig pusselbit i att lösa kapacitetsutmaning är en bättre dialog mellan olika intressenter, för att tidigt börja planera för att hantera framtida kapacitetsutmaningar på ett effektivt sätt och undvika onödiga projektförseningar till följd av kapacitetsbrist i elnätet. Den ökade elektrifieringen är en viktig del i omställningen till ett fossilfritt Sverige, men för att denna ska kunna genomföras effektivt måste arbetet med att hantera kapacitetsbrist i elnätet börja långt innan bristsituationen är ett faktum. Kommuner och regioner spelar en viktig roll i dessa sammanhang.