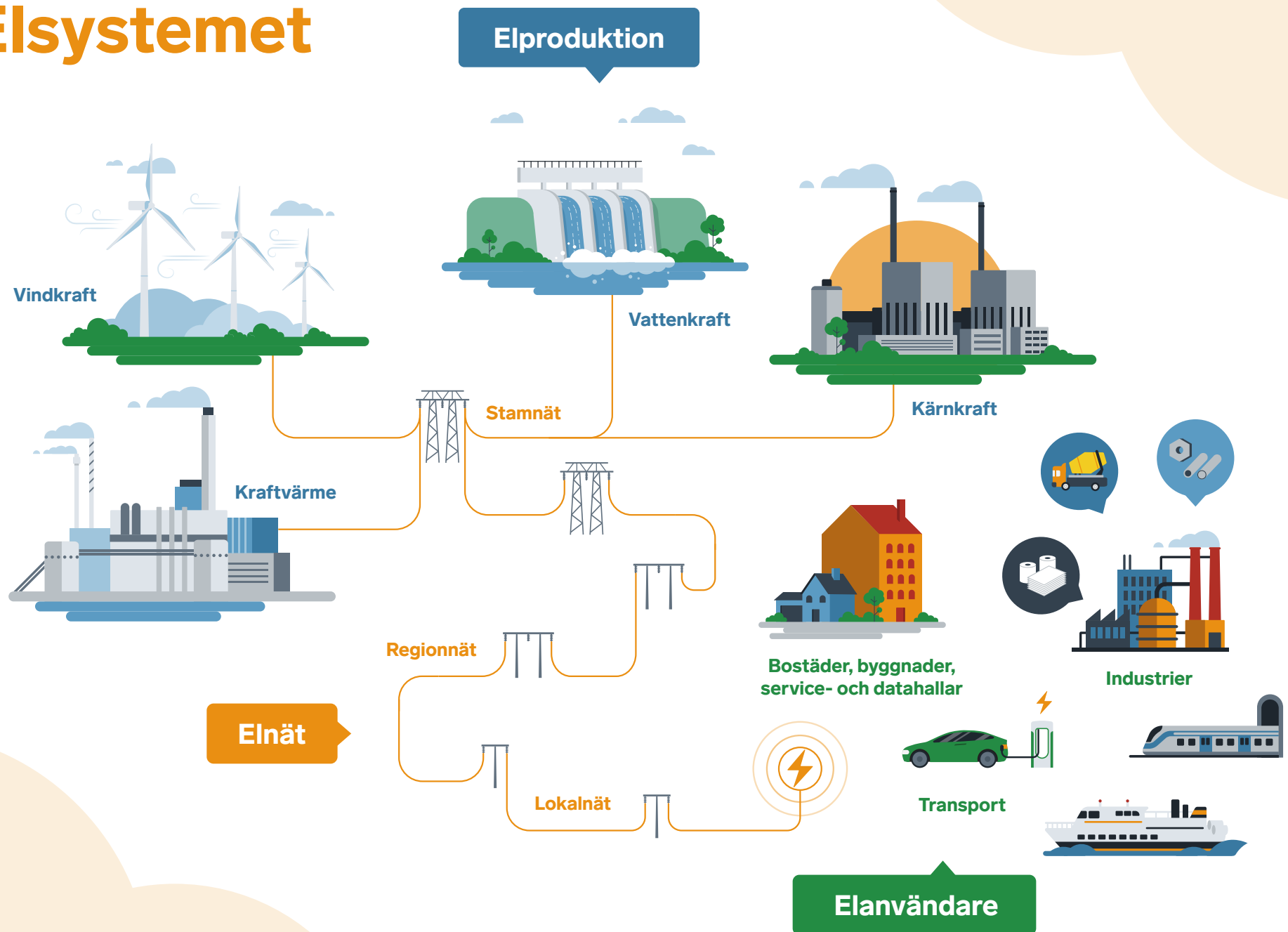


Elsystemet

– så funkar det



Elsystemet



Innehållsförteckning

01

Elsystemets framtid 4

Introduktion	5
Hela livet är elektriskt	6
En dag med el	7
Strömavbrott och dess påverkan på samhället	8
Elsystemet finns till för elanvändarna	9
Klimatomställningen kräver mer el	10
Dubblerad elanvändning år 2045	11–12
Energieffektivisering	13
Förnybart eller fossilfritt elsystem?	14
Elsystemet måste ses till sin helhet	15
Elmarknaden	16–18
Kostnaden för el	19

02

Elsystemets funktion 20

Elproduktionen och dess utveckling	21
Vattenkraft	22
Kärnkraft	23–24
Vindkraft	25–26
Kraftvärme och solkraft	27
Elnät	28
Utmaningar i elnätet	29
Internationellt ihopbyggt	30
Sveriges fyra elområden	31
Förstå debatten om elbrist	32
Sammanfattande budskap	33

01

**Elsystemets
framtid**

Mänskligheten står inför en av sina största utmaningar:

Klimatomställningen.

En utmaning som kräver stora globala insatser för att möta.

Senast år 2045 ska Sverige vara klimatneutralt och senast år 2050 ska hela EU ha nått detta mål. Det innebär en stor omställning för hela samhället i Sverige såväl som i EU som helhet.

Redan nu går det svenska näringslivet före i klimatomställningen och bidrar med en stor global klimatnytta. Exporten av produkter producerade i Sverige trycker dessutom undan smutsigare produktionsprocesser i andra länder.

Tack vare den svenska exporten trycks utsläpp motsvarande 26 miljoner ton CO₂¹ undan årligen. Det kan jämföras med industrins totala utsläpp på 17 miljoner ton CO₂ eller med Sveriges samlade utsläpp av växthusgaser, som 2018 uppgick till 52 miljoner ton CO₂. En stor bidragande anledning till denna klimatnytta är att Sveriges elproduktion är 98 procent fossilfri.



Klimatneutralt senast

2045

I takt med att ett helt klimatneutralt samhälle växer fram behövs mycket mer el. I dag är elanvändningen i Sverige 130 TWh. År 2045 behöver elsystemet kunna leverera minst det dubbla. Har Sverige inte ett elsystem som klarar det kommer såväl välstånd som våra möjligheter att nå klimatmålen bli lidande.

Samhällets behov av el kommer öka samtidigt som våra klimatutsläpp måste minska. Denna skrift syftar till att sätta elsystemets alla delar i sitt sammanhang och förklara hur det fungerar som helhet, samt visa på vikten av ett elsystem som möjliggörare för klimatomställningen och svensk konkurrenskraft.

¹ Material Economics, 'klimatnyttan av svensk export', 2020

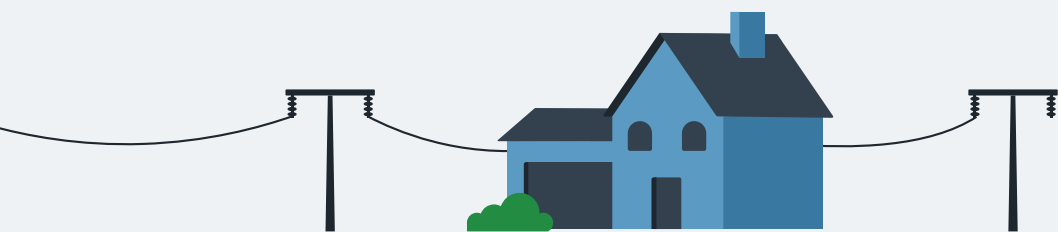
Hela livet är elektriskt

Vi lever i dag i ett samhälle som helt och hållet bygger på att det finns el där och när den behövs.

Det är en förutsättning på individnivå liksom på samhällsnivå. Att elen finns tillgänglig för våra företag och i våra eluttag är i dag något som lätt tas för givet.

Många saker i hushållet kräver el. Spisen, kylan, lampor och tvätt- och diskmaskinen är några väldigt tydliga exempel.

Samtidigt finns det även sådant som vi inte alltid sammankopplar med el, såsom uppvärmningen av många bostäder och byggnader eller reningsverken som förser oss med rent dricks- och duschvatten samt renar avloppsvattnet.



I Sverige använder vi mest el under morgonen och när vi återvänt hem från jobb och skola.

Det är elanvändningen i hemmet, när vi äter frukost och lagar middag, som sätter avtryck då.

Vare sig vi studerar eller arbetar på kontor, i butik eller inom industrin är vårt arbete i stor utsträckning beroende av el. På kontoret behöver datorer, skrivare och internetuppkoppling el för att fungera. I butiken används el för betalningssystemen och i industrin för att dess maskiner ska fungera.

Om elsystemet inte fungerar eller möter våra behov kommer det få stor inverkan på hela samhället, både på våra liv som privatpersoner och på hela vår samhällsstruktur och vårt välbefinnande. Men det finns också många stunder under dagen då vi knappt tänker på att vi använder el: när vi betalar med kontokort, när vi reser med tunnelbana eller tåg, när vi surfar på nätet och väldigt mycket mer.

Utan el stannar Sverige.

En dag med el

6:00

Ditt alarm ringer på mobilen.



6:30

Du slår på kaffebruggaren och rostar bröd.



Det mesta på kontoret kräver el: lamporna, wifi, kopian, bokningssystemet för kontorsrummet och kaffemaskinen.

8:00

Slår på datorn som är inkopplad i eluttaget för att starta ett videomöte.



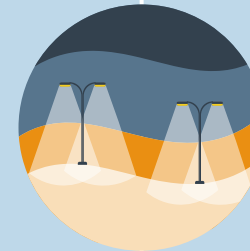
12:00

Betalar lunchen med kortkort. Kortbetalningen kräver el, likaså uppvärmningen av mat och det rena dricksvattnet m.m.



19:00

Tar en löptur. Lamporna i löpspåret lyser upp.



22:00

Du släcker alla lampor, sätter mobilen på laddning och lägger dig.



Reningsverket behöver el för att rena vattnet.



6:15

Du spolar på toaletten och tar en dusch.

7:30

Tar tunnelbanan – eller rulltrappan, hissen eller tåget, allt detta går på el.



10:00

Tar ett glas vatten.



18:00

Startar igång en tvätt.



20:00

Tittar på tv.



Strömavbrott och dess påverkan på samhället

Det svenska elnätet kan drabbas av olyckor, sabotage, tekniska fel eller extrema väder som leder till strömavbrott.

Vid ett längre strömavbrott slutar vattenförsörjning och avlopp att fungera, telefonen och datorns uppkoppling påverkas och det kan bli svårt att betala för nödvändiga produkter såsom mat och toalettpapper. Detta utöver att hem släcks ned och att industrier stannar. Dessutom kan ett avbrott under vintern få stora konsekvenser då det kan leda till kostsamma frysskador.

Sverige kan även drabbas av avbrott med anledning av effektbrist, det vill säga att den el som produceras inte räcker till. Effektbrist kan vidare beskrivas som att elanvändningen vid ett tillfälle och inom ett område är högre än mängden el som kan produceras eller importeras från grannländerna.

Många säger att Sverige har ett stort överskott på el – det stämmer sett till hela året. Dock måste elen användas i samma stund som den produceras. Det betyder att tillräcklig mängd el måste finnas vid varje sekund, året runt.

Om elen inte räcker till vid en given tidpunkt kan statliga Svenska kraftnät med hjälp av särskilda avtal beordra elnätsföretagen att stänga av elen för vissa elanvändare. Detta har ännu aldrig inträffat.

Vid extrema fall kan det betyda att stora delar av det svenska elsystemet kopplas ned. Det skulle innebära enorma kostnader för samhället i stort, samtidigt som det skulle få betydande påverkan på människors liv.

Under de senaste åren har risken för avbrott med anledning av effektbrist ökat.

Med anledning av det har projekt som ska tillgodose elsystemet, så kallade regionala flexibilitetsmarknader, presenterats i exempelvis Stockholm och Uppsala.

För industrin är konsekvenserna mycket negativa redan vid korta strömavbrott. Värdefulla råvaror blir förstörda, kundrelationer skadas till följd av leveransförseningar och produktionsutrustningen kan ta skada vid ett strömavbrott. Vid återkommande avbrott eller längre avbrott får det väldigt allvarliga effekter såväl på företagen som för privatpersoner.



Elsystemet finns till för elanvändarna

Oavsett om elanvändaren är en privatperson som bor i en liten lägenhet eller ett företag som använder en stor mängd el är önskemålet ofta detsamma: **vi vill ha el med så liten klimat- och miljöpåverkan som möjligt, till ett rimligt pris, när vi behöver den.**

I dag finns det klimatmål som ska säkerställa att elanvändarna får tillgång till fossilfri el, men det saknas ett mål som säkerställer att vi får den när vi behöver den – det vill säga leveranssäkerheten.

Sverige har i dag ett stort överskott på el om man ser till hela året, men samtidigt finns det timmar, dygn och till och med veckor under året då situationen är ansträngd. För företag skapar brister i elförsörjningen hinder för att våga investera i klimatsatsningar. Det behövs därför ett mål för att säkerställa leveranssäkerheten av el i Sverige.

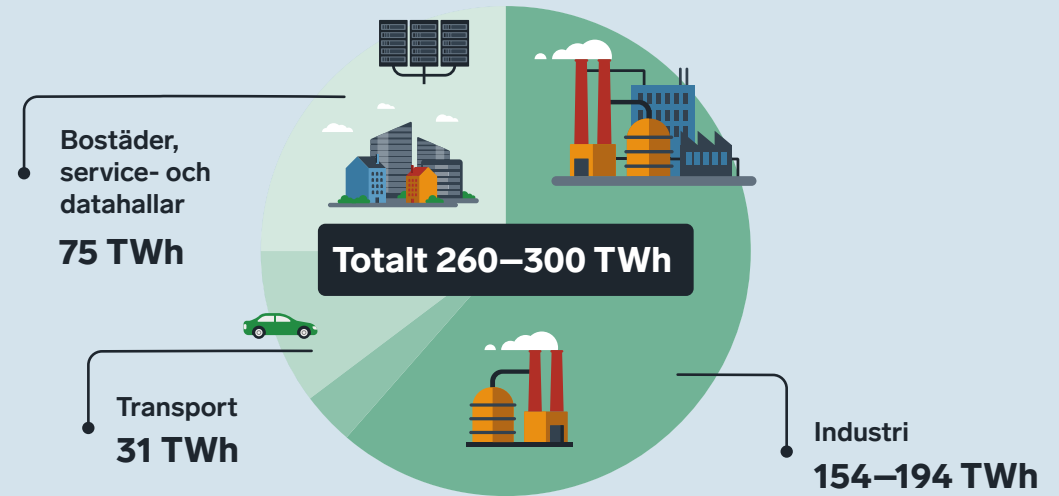
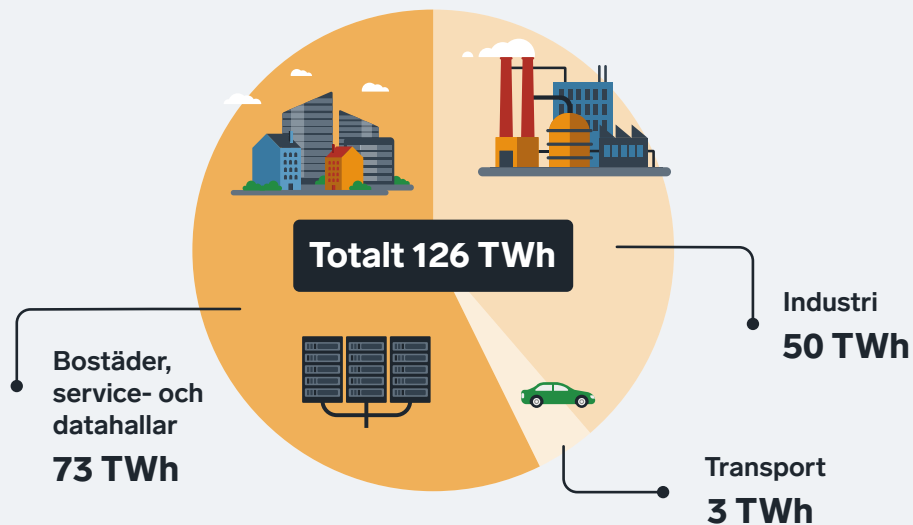
Många av Sveriges företag säljer sina produkter på en global marknad, vilket innebär att den totala kostnaden för el behöver vara internationellt konkurrenskraftig.



Sverige ska ha ett elsystem som varje timme, året runt, levererar fossilfri el till elanvändarna.

Klimatomställningen kräver mer el

Dagens elanvändning



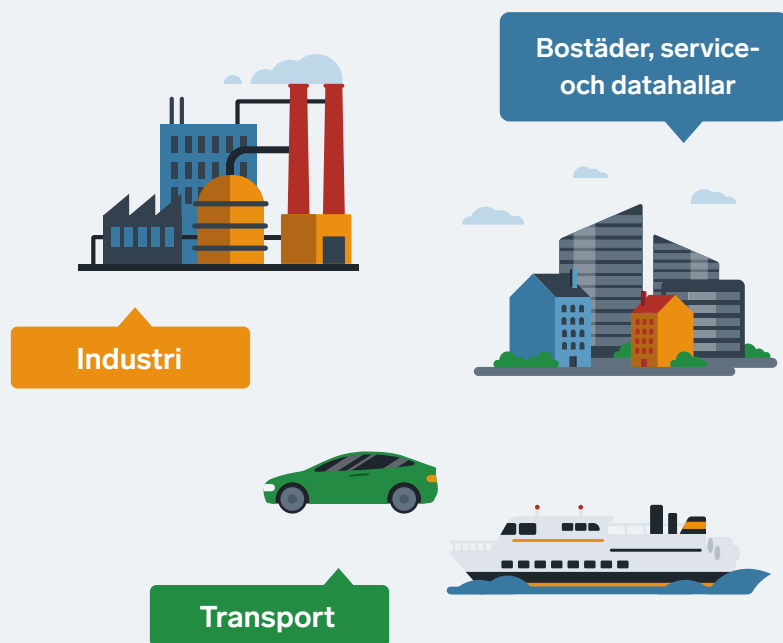
Möjlig elanvändning

2045

Dubblerad elanvändning år 2045 möjliggör klimatomställning och välstånd

För att människor och företag ska fortsätta växa samtidigt som klimatutsläppen sänks behövs ett elsystem som kan leverera dubbelt så mycket el som i dag². Det är en förutsättning för att Sverige ska ha ett ökat välstånd samtidigt som klimatmålen uppfylls.

Elanvändningen delas för enkelhetens skull in i tre olika kategorier: *bostäder, service- och datahallar; transport; industri.*



Bostäder samt service- och datahallar står för hälften av Sveriges elanvändning i dag.

Fram till år 2045 kommer elanvändningen för bostäder, service- och datahallar öka, men endast marginellt. Den ökande befolkningen liksom antalet datacenter och serverhallar leder till en ökad elanvändning. Samtidigt genomförs effektiviseringar av energianvändningen genom utfasning av direktverkande el för uppvärmning, effektivare värmepumpar och förbättrad isolering och ventilation som motverkar den totala ökningen av elanvändningen.

Transportsektorns elanvändning förväntas öka från dagens cirka 3 TWh till mellan 19 och 31 TWh år 2045.

Dessa uträkningar är förmodligen i underkant eftersom de endast baseras på väg- och järnvägstransporter. När teknikvalen för omställningen av flyg- och sjötrafiken har utformats, med ökad teknikutveckling, kan dessa läggas till transportsektorns totala elbehov.

Omställningen av transportsektorn kräver även att infrastruktur såsom laddstolpar och elektrifierade vägar kommer på plats.

² Fram till 2045 beräknas energieffektiviseringen vara 3 till 4 procent per år i förhållande till Sveriges BNP.

För att klimatomställningen ska möjliggöras behöver Sverige ett elsystem som år 2045 kan leverera dubbelt så mycket fossilfri el som i dag.



Industrin har påbörjat en stor omställning bort från fossila bränslen såsom kol, olja och gas.

Syftet är att ta bort koldioxidutsläppen. Elbehovet kommer år 2045 ha ökat med två till tre gånger industrins elanvändning i dag.

Industrin har tagit fram planer på hur olika branscher ska klara av klimatomställningen, och elektrifiering (övergång till elanvändning) spelar en nyckelroll. Några av de omställningsprojekt som presenterats inom industrin och som kommer kräva stora mängder el är koldioxidfri stål- och järnproduktion genom SSAB, H2 Green Steel och LKAB samt forskningsprojektet Cem Zero som arbetar med att framställa klimatneutral cement. Dessa satsningar kommer att leda till en ökad elanvändning i framförallt norra Sverige.

Utöver det tillkommer även nya typer av industrier som tar fram produkter som är nödvändiga för klimatomställningen i andra sektorer, såsom Northvolts batterifabrik. Ökningen av elanvändningen i industrin kommer med största sannolikhet inte att vara linjär; den kommer att öka stegvis när nya tekniker implementeras.

För att basindustrin i Sverige ska ha möjlighet att investera i klimatomställningen samtidigt som produktionen ökar krävs tillgång på el där och när den behövs till konkurrenskraftiga kostnader.

Energieffektivisering

– ökad elanvändning kan spara energi

Energieffektivisering kan uppnås genom teknisk utveckling och moderniserade processer, men även genom förbättrad isolering av byggnader och energieffektivare lampor, apparater eller ventilation.

Inom industrin kan det röra sig om motorer eller lufttryck som använder energi på ett mer effektivt sätt, och inom transportsektorn om att byta ut förbränningsmotorer mot elmotorer.

Flera av de omställningsprojekt som finns i dag leder till en ökad elanvändning, såsom eldrivna ugnar inom cement-, järn- och stålindustrin eller elmotorer inom gruv- och mineralindustrin. Dessa innebär trots ökad elanvändning en stor energieffektivisering. Det är alltså processer som är energieffektivare – men som samtidigt kräver större elanvändning.

Faktaruta

Energieffektivisering är ett relativt mått på en besparing. I Sverige mäts energieffektivisering som besparing i relation till BNP. Energieffektivisering kan innebära effektivare användning av såväl bränslen som värme och el.



Elektrifiering av transportsektorn är en mycket effektiv klimatåtgärd som medför en betydande energieffektivisering. Eldrift bidrar till minskade utsläpp både genom bytet från drivmedel till el och genom att elmotorn är mycket energieffektivare än en förbränningsmotor. Elmotorn har högre verkningsgrad, det vill säga är mer effektiv när det gäller att tillvarata den tillförda energin i form av el.

Den totala energieffektiviseringen för att byta dagens fossilanvändning till en elektrifierad transportsektor är cirka 60 procent. För att vi ska uppnå våra klimatmål måste elen dessutom vara fossilfri.

Förnybart eller fossilfritt elsystem?

I Sverige finns det en energi-överenskommelse som tar sikte på ett helt förnybart elsystem redan år 2040.

Det energipolitiska målet förbjuder inte användningen av den fossilfria kärnkraften, men om målet om 100 procent förnybart ska uppnås måste den fossilfria kärnkraften avvecklas och ersättas av förnybara produktionsslag.

För att klara den ökade elanvändningen med dagens energipolitiska mål krävs en kraftig utbyggnad av vindkraft till havs och på land. Dessutom skulle solenergi och värmekraft från bioenergi behöva byggas ut kraftigt. Det skulle innebära att större yta behöver tas i anspråk, både på land och till havs, än dagens planeringsmål för vindkraft tagit höjd för. Samtidigt behöver vattenkraften i ett helt förnybart elsystem användas på ett mer aggressivt sätt jämfört med i dag. Detta påverkar naturvärden och djurliv.

Ett 100 procent fossilfritt elsystem möjliggör klimatvärden lika bra som ett 100 procent förnybart till en lägre kostnad.

Det förnybara elsystemet skulle med anledning av den ökade väderberoende produktionen ha ett stort behov av olika typer av lagringslösningar såsom vattenmagasin, batterilager och vätgaslager. Trots stor utbyggnad av elproduktion och lagringslösningar skulle ett elsystem som är 100 procent förnybart vara sårbart ungefär 60 procent av årets alla timmar. Det betyder att ett förnybart elsystem får svårt att tillgodose den leveranssäkerhet som är viktig för elanvändarna.

Förutom att det förnybara elsystemet får svårt att tillgodose elanvändare med el när och där den behövs, beräknas det bli minst 40 procent dyrare. Utöver denna kostnad tillkommer för det förnybara elsystemet betydande kostnader för att säkerställa elsystemets funktion, så kallade systemtjänster.

I ett helt fossilfritt elsystem, som fortsatt tillåter kärnkraft i produktionsmixen, finns liknande problem som för det förnybara elsystemet. Dock i en mycket mindre utsträckning. Inom det fossilfria elsystemet finns istället frågor om kärnkraften. Till exempel frågor om hur prisutvecklingen ser ut för att bygga ny kärnkraft samt hur snabbt den tekniska utvecklingen kommer gå för små modelära reaktorer. Det beslut som regeringen måste ta om slutförvar för kärnkraftsavfall är inte bara viktigt vid fortsatt drift av kärnkraft, utan ett nödvändigt ansvarstagande för att på ett säkert sätt hantera det avfall som redan finns.

Elsystemet måste ses till sin helhet

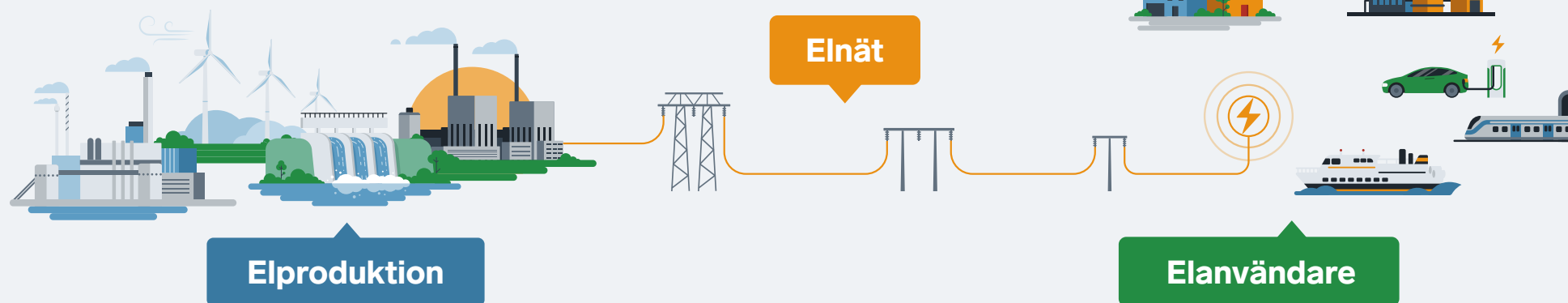
Elsystemet består av många beståndsdelar, vilka alla fyller viktiga funktioner och bör inkluderas när man talar om kostnaden för el, stabiliteten i systemet och miljöaspekter såsom landanvändning och klimatpåverkan.

Det är viktigt att se elsystemet som en helhet där elnät, elproduktion och elmarknad ingår för att säkerställa ett elsystem som är kostnadseffektivt, leveranssäkert och fossilfritt.

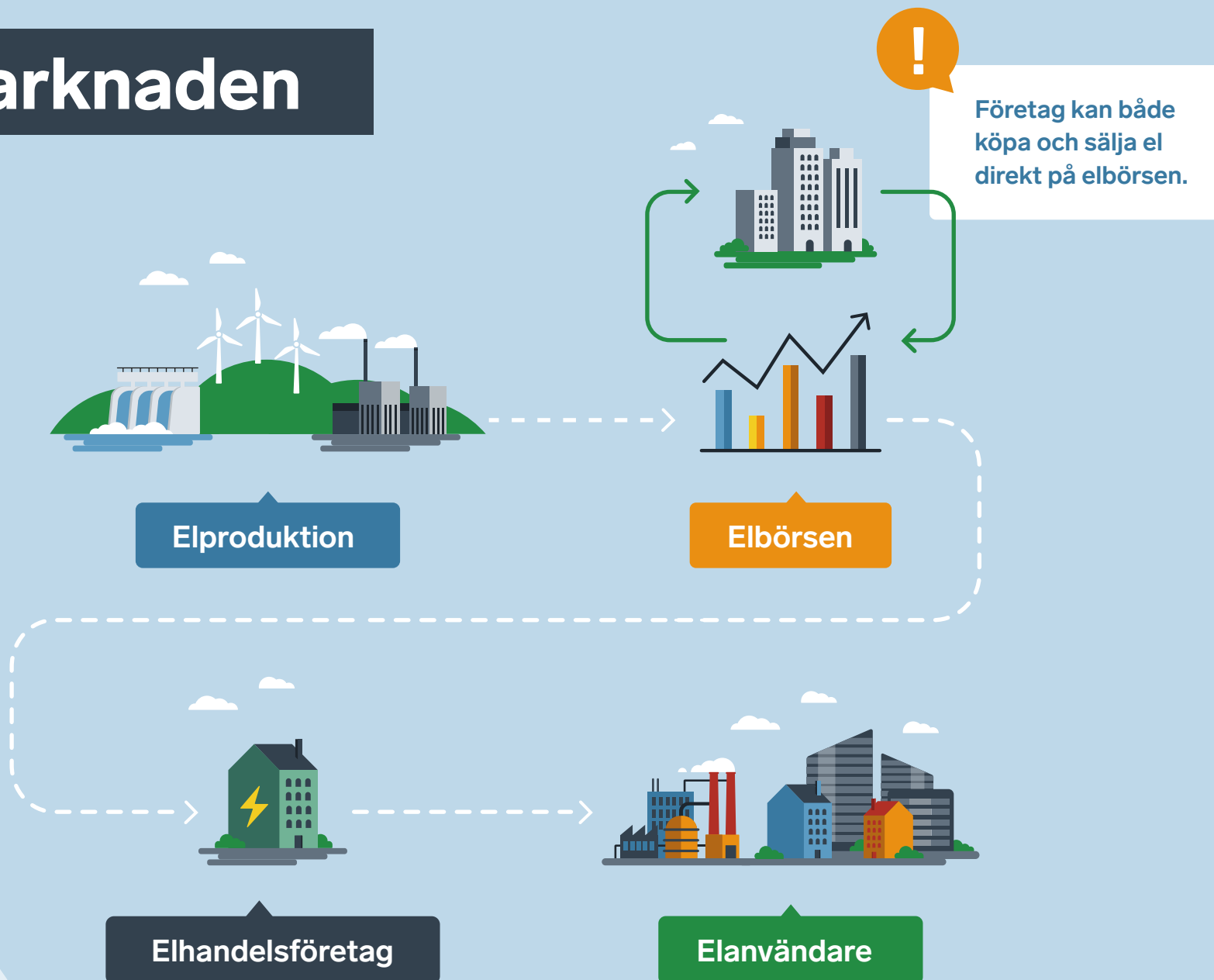
Energiöverenskommelsen som slöts år 2016 mellan Socialdemokraterna, Miljöpartiet, Moderaterna, Centerpartiet och Kristdemokraterna – vilken Moderaterna och Kristdemokraterna lämnade år 2019 – har som målsättning ett 100 procent förnybart elsystem år 2040. Dagens nästintill fossilfria elsystem innehåller en stor andel kärnkraft, som med det nuvarande målet behöver avvecklas och ersättas med annan fossilfri och förnybar elproduktion. Överenskommelsen saknade en grundlig konsekvensanalys som säkerställde att energipolitiken är tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt möjlig.

År 2045, när Sveriges elanvändning förväntas ha dubblerats, måste hela elsystemet ha utvecklats för att kunna leverera el där och när den behövs. Samtidigt som såväl kostnadseffektivitet för hela elsystemet som miljömässiga aspekter såsom ytanspråk, djurliv och naturvärden inbegrips.

Faktabaserade konsekvens- och behovsanalyser bör ligga till grund för det energipolitiska målet. Enligt vår analys bör målet ändras till ett 100 procent fossilfritt elsystem.



Elmarknaden



Elmarknaden

Sverige är i dag en del av den europeiska elmarknaden och har tillsammans med de nordiska och baltiska länderna en gemensam elmarknad, där elpriserna sätts på elbörsen Nord Pool. På elbörsen säljs nästan all el som produceras i Sverige. Elmarknadens funktion är ganska komplex, och den kompletteras även av en finansiell handel.

Faktaruta

Elmarknaden avreglerades år 1996 och har sedan dess utvecklats till fyra olika delar:

- 1 Finansiell handel** – leveranser av el kan prissäkras upp till tio år framåt genom finansiella kontrakt på Nasdaq eller EEX (European Energy Exchange).
- 2 Dagen-före marknad** – köpare och säljare lägger sina bud senast kl. 12:00 dagen före leverans. Alla aktörer är skyldiga att handla sig i balans på dagen före-marknaden.
- 3 Intradagsmarknad** – öppnar efter att dagen före-marknaden stängt, mer exakt kl. 14 dagen före leverans, och är öppen fram till en timme innan leverans. Denna marknad ger aktörerna möjlighet att justera sina bud för att hamna så nära faktisk förbrukning och produktion som möjligt.
- 4 Balansmarknaden** – drivs av Svenska kraftnät för att justera balansen i elsystemet under drifttimmen.

Ytterligare en marknad som håller på att växa fram är en marknad för stödtjänster. Svenska kraftnät kommer under hösten 2021 att lämna förslag till utformning.

Priserna varierar även baserat på vilket elområde en elanvändare är placerad i. Sverige är uppdelat i fyra elområden: SE1, SE2, SE3 och SE4. Elområdesindelningen togs fram för att säkerställa att ny elproduktion byggs där det är underskott på el och att elnätet ska byggas ut där det finns stora prisskillnader. Trots det finns det ett överskott på el i norr samtidigt som det är kapacitetsbrist i elnätet, vilket begränsar elöverföringen från norr till söder.

Efterfrågan och tillgång, inklusive import och export från och till andra elområden och länder, påverkar. Priset kan vid vissa tidpunkter skilja mycket mellan de olika elprisområdena; ofta är det höga priser i de södra prisområdena samtidigt som de norra delarna har lägre priser. Det beror bland annat på att elproduktion låses in i norra Sverige då överföringskapaciteten (elnätet) mellan elområden inte räcker till.

Stora elanvändare kan även teckna långa bilaterala avtal med elproducenter.

Elmarknaden styr utvecklingen

I dag är den svenska elmarknaden en så kallad energy-only-marknad. Det innebär att elbolagen endast får betalt för den el som produceras. Det elsystem som vi har i Sverige i dag är dock byggt innan denna marknad fanns, i ett helt reglerat system.

Elmarknaden ska teoretiskt innebära tillräckliga incitament för att säkerställa investeringar som behövs för ett kostnadseffektivt och tillförlitligt elsystem. En sådan elproduktion bör bland annat innefatta en god blandning av olika produktionsslag som kan bidra med olika egenskaper och funktioner till elsystemet.

Dagens marknad leder dock till att det byggs mycket elproduktion som inte bidrar till systemstabiliteten och som inte fullt ut bär sina egna kostnader för att systemet i stort ska vara robust. Det saknas också marknadssignaler för att bygga de olika systemtjänster som elsystemet behöver för att fungera. Därmed finns det en stor risk för att elsystemet som helhet blir suboptimerat och onödigt dyrt för användarna.

Ett problem för elmarknaden är när politiken går in och detaljstyr. Politiken har under de senaste åren infört och fortsätter att föreslå direkta eller indirekta subventioner för olika specifika produktionsslag, alltså ekonomiskt stöd för att avsiktligt sänka investeringskostnaden för specifika kraftslag.

I Sverige har detta inneburit att regeringens politik har snedvridit marknaden och att vindkraft har tryckts in på elmarknaden, vilket i sin tur gjort andra kraftslag mindre lönsamma eftersom elpriset pressats nedåt under perioder med kraftigt ökat utbud. Ett exempel på detta är nedläggningen av kärnkraftsproduktion i södra Sverige. När subventioner införs skapas ojämna förutsättningar för olika typer av produktionsslag, samtidigt som kostnaden för subventionerna hamnar på elanvändarnas nota.

Elmarknaden ska styra mot ett kostnadseffektivt och leveranssäkert elsystem. Därtill bör värdet av planerbar kraft såsom vattenkraftens, kärnkraftens och kraftvärmens systemegenskaper värderas för att säkerställa elsystemets funktion.

Sverige behöver en marknadsmodell som bygger på en helhetssyn på elsystemet och som tar sin utgångspunkt i klimatneutralitet, teknikneutralitet, leveranssäkerhet och kostnadseffektivitet.

Kostnaden för el

Användarnas kostnad för el är den totala summan av elpriset, elöverföring (elnät), systemtjänster, subventioner samt skatter och moms.

Att enbart jämföra elpris för olika elproduktionsslag blir därmed inte rättvisande. Den totala kostnaden för allt detta behöver vara internationellt konkurrenskraftig för att skapa goda förutsättningar för de svenska företagen.

En kostnad som ofta glöms bort är att konsumenter inom ramen för elnätskostnaden betalar för de reserver som i dag upphandlas av Svenska kraftnät för att elsystemet ska vara stabilt. Dessa systemkostnader har ökat de senaste åren och spås öka än mer framöver. Denna ökning beror bland annat på den ökade andelen vindkraft samtidigt som den planerbara elproduktionen minskar.

Sverige ska ha en internationellt konkurrenskraftig kostnad för el.

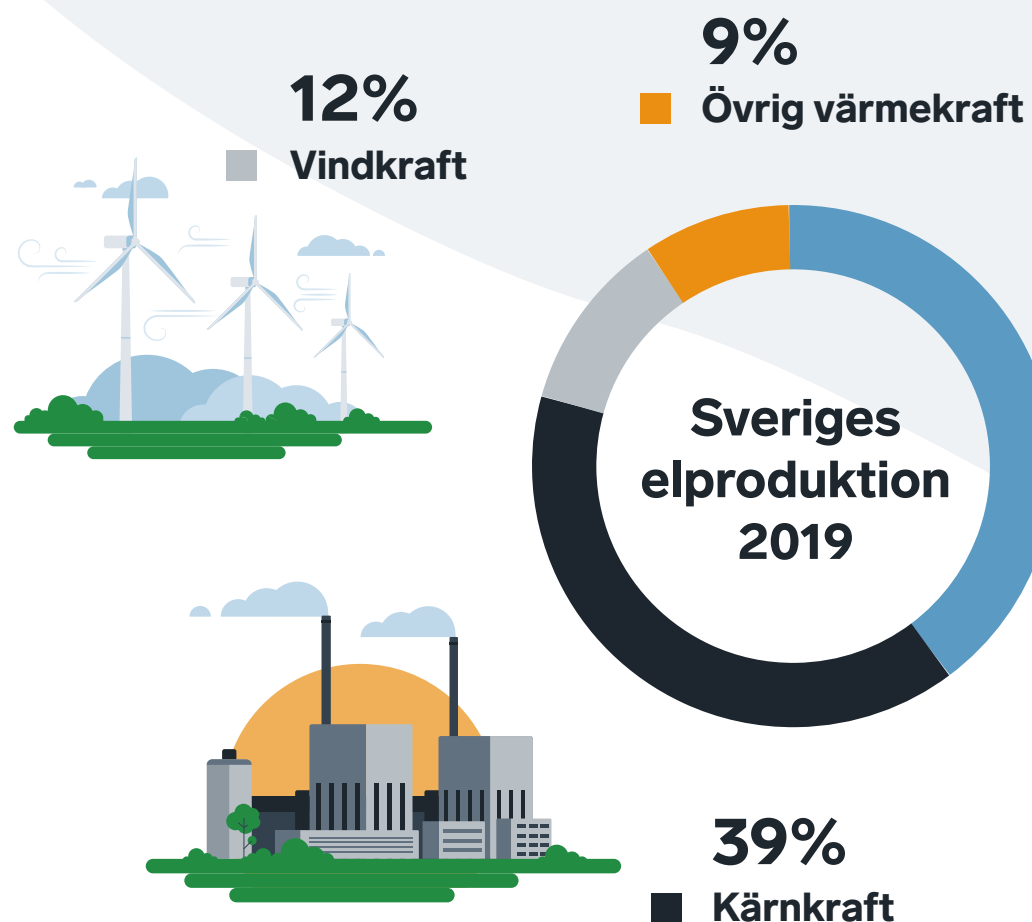
Utvecklingen under de senaste åren med kraftig utbyggnad av förnybar elproduktion kan först ses som positiv för elkonsumenterna då den leder till ökat antal timmar med mycket lågt och ibland till och med negativt elpris. Den låga prisnivån försämrar dock lönsamheten för den planerbara elproduktionen, vilket gör att den stänger ned i förtid. På sikt leder detta till utmaningar för leveranssäkerheten – utmaningar som är dyra att hantera. För att klara exempelvis tider utan vind måste mer av annan kraft eller teknik tillkomma, som kan kompensera vid bortfallet. Dessa investeringar har svårt att komma till och kan kräva subventioner för att komma på plats. Denna produktion eller ny teknik riskerar också att bli dyrare eftersom den bara genererar intäkter när den används.

För att kostnaden för el ska vara konkurrenskraftig för industrin och näringslivet krävs att den är det i relation till elanvändarens konkurrenter, som i många fall befinner sig utanför landets och Europas gränser.

02

**Elsystemets
funktion**

Elproduktionen och dess utveckling



Sveriges elproduktion är i dag cirka 98 procent fossilfri genom produktion från vattenkraft, kärnkraft, vindkraft och värmekraft. Det betyder att nästan ingen produktion av el i Sverige släpper ut koldioxid i atmosfären.

Samtidigt måste elen användas vid samma tidpunkt som den produceras. Det skapar en komplexitet eftersom både elanvändning och elproduktion varierar över tid. Variationen av elproduktion förväntas öka ytterligare i framtiden i och med utbyggnaden av väderberoende elproduktion såsom vindkraft. Det sker samtidigt som andelen planerbar elproduktion minskar i elsystemet.

Vattenkraft

Vattenkraften står för cirka 40 procent av Sveriges elförsörjning och tekniken har funnits i Sverige i hundratals år.

Den existerande svenska vattenkraften byggdes till största delen mellan 1950 och 1970. Vattenkraften är, och kommer fortsatt att vara, en viktig del av den svenska elförsörjningen.

Utsläppen från vattenkraften är mycket låga och vattenkraften är reglerbar, vilket betyder att den är anpassningsbar och snabbt kan minskas eller ökas efter behov. Dessutom är vattenkraften förnybar.

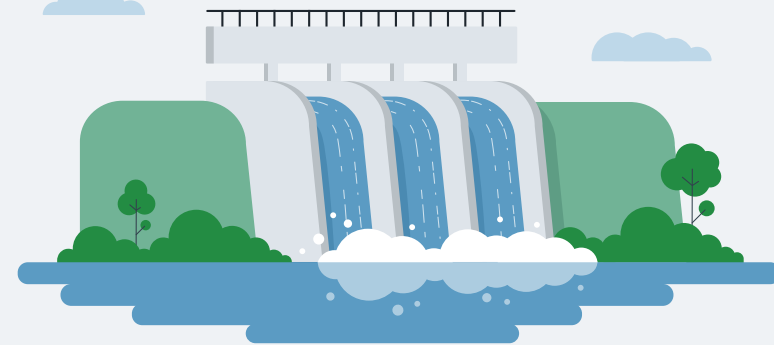
80%

**av vattenkraftverken är placerade i Norrland.
I Luleälven finns den allra största
anläggningen.**

³ Miljövarudeklaration, Envirodec, Online: miljövarudeklaration-epd-vattenkraft.pdf (vattenfall.se)

Livscykelanalys:

10,5 g CO₂ per KWh³



Vattenkraften utgör en unik resurs i elsystemet med sin flexibilitet och låga driftskostnad. Den är även ett bra komplement till mer väderberoende elproduktion såsom vind- och solkraft. Det finns dock en väderberoende aspekt av vattenkraften då den årliga produktionen begränsas av mängden vatten som forsar in i älvar, sjöar och magasin kopplade till vattenkraftverket. Ytterligheterna för vattenkraftens tillrinning kallas torrår och våtår.

Det är inte realistiskt att det kommer byggas fler vattenkraftverk, med anledning av den miljölagstiftning som finns. Däremot skulle det vara möjligt att öka effekten i befintliga anläggningar. Det vill säga mängden el som man maximalt kan ta ut samtidigt. Miljöeffekterna av en sådan effektökning måste dock utredas.

Kärnkraft

Kärnkraften står för cirka 39 procent av elproduktionen i Sverige.

Historiskt har det funnits totalt 12 reaktorer. Nu finns 6 av de ursprungliga kvar och dessa är förlagda i Oskarshamn, Forsmark och Ringhals.

Elproduktionen från kärnkraft sker genom klyvning av atomkärnor, oftast uran. Det skapar energi som används för att koka vatten som bildar ånga. Vattenången skapar ett högt tryck som driver turbiner som skapar el. Denna typ av elproduktion skapar stabilitet i elsystemet samt bidrar med något som kallas rotationsenergi, en typ av systemtjänst som behövs för elsystemets funktion.

En av de viktigaste frågorna när det kommer till kärnkraften är säkerheten; en kärnkraftsolycka skulle kunna få stora konsekvenser. Säkerheten är därför något som kärnkraftsägarna tar på högsta allvar. Processen lämnar även efter sig radioaktivt avfall.



Rotationsenergi

är rörelseenergi som skapar stabilitet i elsystemet. Vid låg rotationsenergi har systemet svårt att hinna öka eller minska produktionen av el.



Livscykelanalys:

6 g CO₂ per KWh⁴

Det finns i dag en plan för hur man på ett säkert sätt kan lagra avfallet i minst 100 000 år, men planen måste godkännas av Sveriges regering innan slutförvaret kan börja byggas. Ett sådant slutförvar behöver inte bara byggas för att driva vidare nuvarande reaktorer, utan för att ta ansvar för det avfall som redan finns.

Något som är till kärnkraftens fördel är att den är effektiv i sitt landutnyttjande. Därtill stör den inte lokalmiljön i så stor utsträckning. Däremot har uranbrytningen en viss miljöpåverkan; den bryts på liknande sätt som andra metaller, ofta i dagbrott.

Det totala koldioxidutsläppet från kärnkraft i Sverige är lägre än från både vattenkraft och vindkraft. I den livscykelanalys som gjorts för kärnkraft ingår utsläppen för uranbrytningen.

⁴ Miljövarudeklaration, Enviroc, Online: miljövarudeklaration-epd-karnkraft.pdf (vattenfall.se)

Framtidens kärnkraft

Teknikutvecklingen inom kärnkraft pågår intensivt; nu utvecklas fjärde generationens kärnkraftverk som kan återanvända befintligt kärnbränsleavfall. Även små modulära reaktorer (SMR) utvecklas, och fördelen med dessa är att de kan serieproduceras till lägre kostnad.

Kärnkraft är fossilfritt men inte förnybart. I ett förnybart elsystem skulle därför kärnkraften avvecklas.



Vindkraft

Vindkraften står för mellan 12 och 15 procent av den el som produceras i Sverige.

De senaste åren har en kraftig utbyggnad av vindkraften skett med hjälp av ett politiskt beslutat stöd, elcertifikatsystemet. Detta system har givit producenter av förnybar elproduktion (däribland vindkraft) ett ekonomiskt stöd. Då vindkraften byggs ut snabbt i hela världen har kostnaden nått en nivå där ekonomiskt stöd inte längre är nödvändigt.

Oavsett om Sverige går mot ett fossilfritt eller förnybart elsystem år 2045 beräknas vindkraften vara det enskilda produktionsslag som kommer öka mest.

Vindkraften ger inga utsläpp till naturen under normal drift – den största delen av livscykelutsläppen kommer till under tillverkning, uppbyggnad och nedmontering av anläggningar. Däremot tar vindkraften förhållandevis stora land- eller havsytor i anspråk, vilket påverkar djurliv och naturvärden.

Faktaruta

Ikke planerbar elproduktion:
Produktion som inte kan planeras utan styrs av väderförhållanden. Kallas även för "volatil" eller "intermittent".

Livscykelanalys:

15,5 g CO₂ per KWh⁵

Teknikutvecklingen av vindkraft går snabbt och innebär effektivare och högre vindkraftverk med större turbiner och rotor. Utvecklingen kräver en större materialåtgång vid tillverkningen men innebär en större möjlig elproduktion.

Kostnaden för att bygga vindkraft är förhållandevis låg. Dock saknar vindkraften viktiga egenskaper för elsystemets funktion, såsom svängmassa. Vindkraften är en väderberoende produktion som inte kan planeras. Det gör att tillgången på andra planerbara kraftslag – såsom vattenkraft, kraftvärme och kärnkraft samt tillgången på energilagring – är viktiga förutsättningar för att vindkraften ska vara kostnadseffektiv och leveranssäker.

På säsongsbasis producerar vindkraften mest under vintern, vilket också är den årstid då elbehovet är som högst. Däremot finns det ett tydligt samband mellan vindkraftsproduktionen i Sverige och de nordeuropeiska grannländer som vi importerar till och exporterar från. Det betyder att sannolikheten är låg att kunna importera vindkraftsel när det inte blåser i Sverige.

⁵ Miljövarudeklaration, Enviroc, 2020, Online: <https://www.vattenfall.se/49aa1c/globalassets/foretag/miljo/miljo/varudeklaration-epd-vindkraft2.pdf>

Havsbaserad vindkraft

Förutsättningarna för att producera el till havs är bättre än på land med anledning av kraftigare och jämnare vindar. Däremot skapar havsbaserad vindkraft ett behov av att bygga ut elnäten till havs. Havsbaserad vindkraft bedöms inte vara kostnadseffektiv att bygga på marknadsmässiga grunder innan 2030.

Den havsbaserade vindkraften byggs däremot redan ut med subventioner i våra grannländer, där man ännu inte har ett fossilfritt elsystem. Dessa byggnationer ligger i samma väderområden där de flesta havsbaserade vindkraftverk skulle byggas i södra Sverige.



Kraftvärme

Ungefär 9 procent av Sveriges elproduktion kommer i dag från kraftvärme.

Kraftvärmeverken producerar el och värme samtidigt. Det gör att den tillförda energin, som framförallt består av biomassa, används på ett effektivt sätt.

Dagens kraftvärmeproduktion består framförallt av förnybara bränslen såsom rester från skogen (grenar, toppar och stubbar) eller avfall från hushåll och industrier. Dessa rester eller avfall är sådant som annars skulle gå till spillo.

Kraftvärmens är planerbar, vilket innebär att den inte är beroende av väderförhållandena. Produktionen kan öka och minska baserat på behovet. Kraftvärmens planerbara egenskap är viktig redan i dag, framförallt för att säkra elproduktion lokalt.

I ett förnybart elsystem med större mängd väderberoende elproduktion blir kraftvärmens roll större än tidigare.

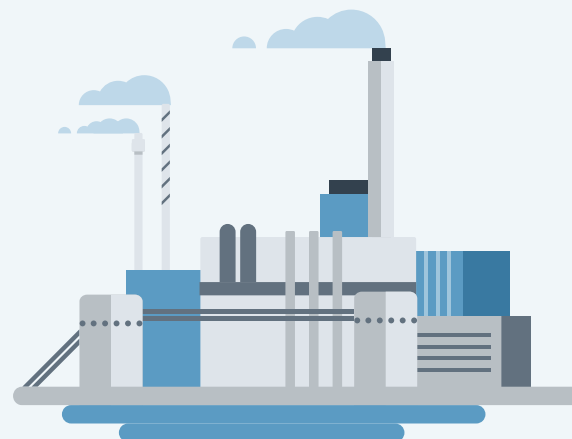
Solkraft

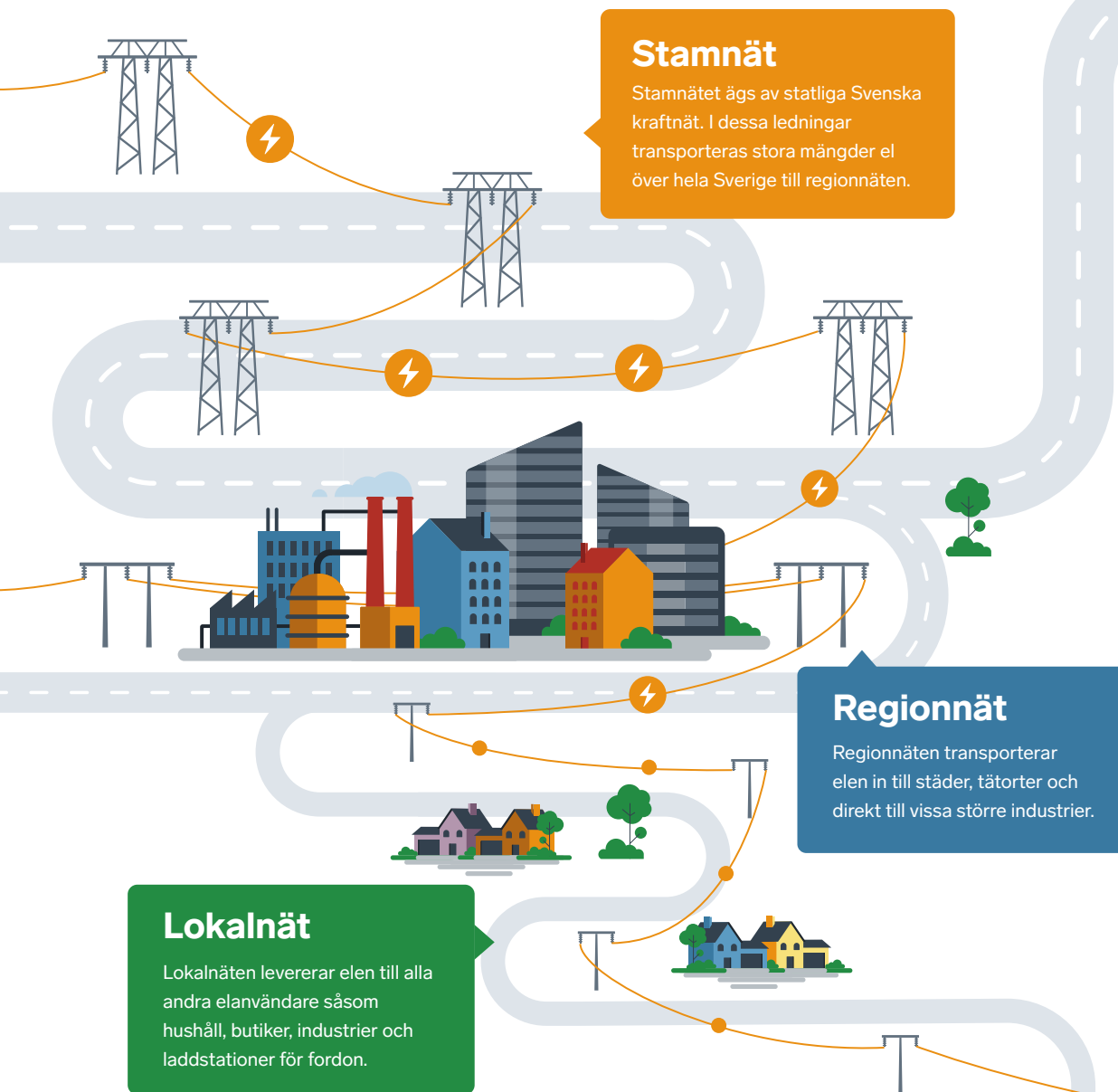
Solen står för knappt 1 procent av elproduktionen i Sverige. Solceller kan installeras på såväl mindre tak som i stora solparker som täcker en stor yta.

Sett till livscykelanalyser för solceller uppstår den största miljöpåverkan vid tillverkningen. Det beror bland annat på att tillverkningen är energikrävande och att produktionen framförallt sker i Kina, där en stor mängd av energimixen kommer från kolkraft.

Elproduktion från solceller är förnybar genom att solceller omvandlar solens strålar till el. En solpanel skapas genom att koppla samman ett antal solceller.

Solkraftsproduktionen är väderberoende och producerar dagtid när solen lyser.





Elnät

Elnätet är en samhällsviktig infrastruktur som transporterar elen från elproducenterna till användarna. Elen kan transporteras långa sträckor i vårt avlånga land. Exempelvis kan el som produceras i ett vattenkraftverk i Luleå överföras i elnäten till en elanvändare i Båstad i södra Sverige.

Elnätet flätar samman alla delar av systemet till ett enda elsystem där samtliga elproduktionsanläggningar och alla elanvändare sammanlänkas. Uppstår det ett fel på en elnätsledning kan det sprida sig och innebära stora störningar som innebär att stora delar av Sverige blir strömlöst. Därför är ett robust elnät viktigt, för att elen ska kunna komma fram dit den behövs.

De som driver elnät har monopol, framförallt med anledning av att det inte är samhällsekonomiskt försvarbart att bygga parallella elnät inom samma område. Dessa monopol regleras av Energimarknadsinspektionen, som har i uppdrag att säkerställa att elanvändarnas elnätskostnad är rimlig samtidigt som elnätsföretagen har en skälig avkastning för sin verksamhet.

Elnätet i Sverige delas upp i tre olika delar: stamnät, regionnät och lokalnät.

Utmaningar i elnätet

Stamnätsägaren Svenska kraftnät har inte lyckats bygga ut elnätet enligt den plan som finns, och elnätet är nära att nå sin maxkapacitet. Det har bland annat uppmärksammats genom att olika typer av aktörer fått avbryta planer som inneburit ökad påfrestning för elnätet.

Till exempel har utbyggnad av snabbladdningsstationer, nya bostadsområden och nya fabriker – liksom storskalig vindkraftsproduktion – nekats anslutning till elnätet då det inte funnits utrymme för den ökade elanvändningen i stamnätet.

För att bygga elnät behövs miljötillstånd och elnätskoncession.

Dessa tillstånd tar i dag mycket lång tid att erhålla, vilket skapar problem för utbygganden av elnät. Det tar 10 till 15 år från plan till färdigt nät på plats. Av detta är själva byggnationstiden endast cirka två år. Regeringen har fattat beslut om lagrådsremissen Moderna tillståndprocesser för elnät. Den är ett steg på vägen, men det finns mycket kvar att göra för att vi ska kunna möta den kommande ökande efterfrågan på el.



Elnätet är i dag nära sin maxkapacitet samtidigt som det måste anpassa sig efter nya användningsmönster och den ökade elanvändningen. Det är högst oroväckande att det redan råder kapacitetsbrist i elnätet i sydvästra Skåne och Stockholm–Mälardalen, och på sikt i hela Skåne, Västernorrland och Jämtland.



Internationellt ihopbyggt

Den övergripande europeiska ambitionen är att koppla samman Europas elnät och skapa en ännu mer integrerad elmarknad. Detta kommer påverka det svenska elsystemet.

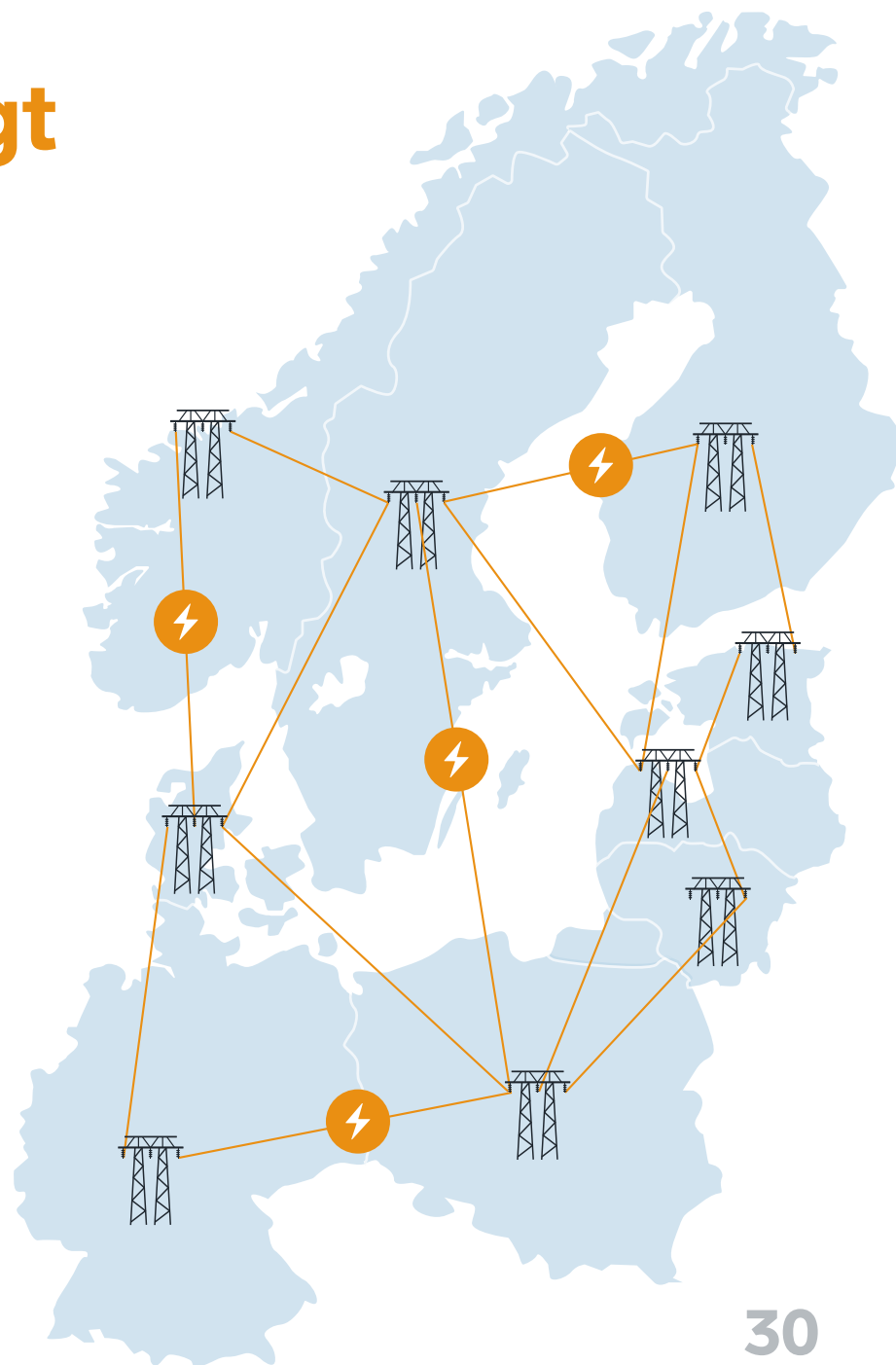
Sveriges elsystem kopplas i dag ihop genom 16 utlandsförbindelser, vars kapacitet totalt motsvarar omkring 30 procent av vår totala elproduktionskapacitet. Det betyder att Sverige både kan importera och exportera el.

Sverige är framförallt sammankopplat med de andra nordiska länderna samt Baltikum, Tyskland och Polen. Flera av dagens förbindelser börjar bli ålderstigna och kommer att behöva bytas ut inom något årtionde. Vid moderniseringen kommer sannolikt överföringsförmågan (kapaciteten) öka.

Sverige som i dag har låga elpriser i förhållande till övriga länder inom EU riskerar att förlora en konkurrensfördel i och med att ökad sammankoppling kan leda till att elpriserna jämnas ut i Europa. Det skulle innebära ett höjt snittpris på el för elanvändare i Sverige.

Ett europeiskt integrerat elsystem kan både innebära en ökad försörjningstrygghet och en minskad sådan. Sammankopplingen genom utlandsförbindelser ses ofta som en lösning för att öka försörjningstryggheten av el inom EU, framförallt i framtiden när väderberoende elproduktion förväntas öka. Däremot visar meteorologiska data att såväl soltimmarna som vindmönstren är samvarierande över hela norra Europa.

Då samtliga länder inom EU bygger ut sin väderberoende elproduktion i form av vindkraft på land och till havs samt solkraft finns det inga garantier för att Sverige kan importera el om effektbrist uppstår, även om det finns kapacitet i elnätförbindelserna.



Sveriges fyra elområden

ÖVERSKOTT



UNDERSKOTT

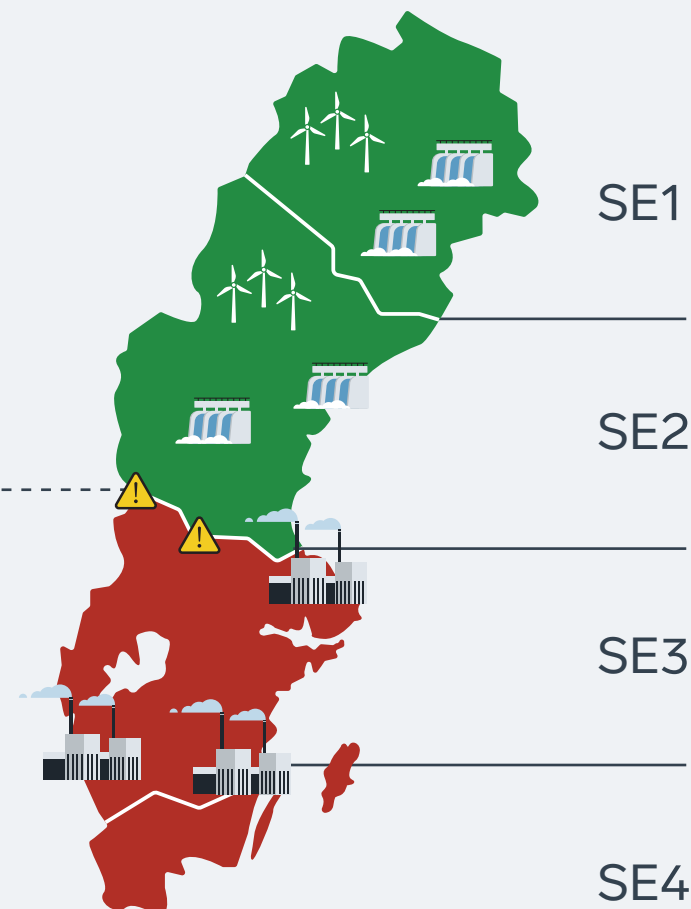
Sverige är uppdelat i de fyra elområdena SE1, SE2, SE3 och SE4. Priset för el varierar mellan de olika områdena baserat på efterfrågan och tillgång på el i varje elområde. I dag finns det ett överskott på el i norr samtidigt som det är kapacitetsbrist i elnätet, vilket begränsar elöverföringen från norr till söder.

Som en del i att avhjälpa de varierande priserna mellan landets olika elområden behöver stamnätet byggas ut mellan norr och söder. Denna utbyggnad är planerad men går alldeles för långsamt.



Kapacitetsbrist i stamnätet

I norr finns det överskott på el och i söder underskott på el. Kapacitetsbristen i stamnätet skapar begränsningar i mängden el som kan överföras från norr till söder.



Förstå debatten om elbrist

I många sammanhang används i dag begreppet elbrist. Här reder vi ut några olika typer av bristsituationer som kan uppstå.

Elenergibrist

– produktionskapaciteten (och importkapaciteten) är för låg totalt sett. Även om all produktion går för fullt, och såväl överföringskapaciteten som mottagningskapaciteten är tillräcklig, räcker elen inte till för de behov som finns. Sett till den el som produceras under ett år har Sverige i dag ingen elenergibrist.

Effektbrist

– det finns inte tillräckligt med el för att möta behoven vid ett givet tillfälle på en given plats. Eftersom el inte går att lagra måste den produceras samtidigt som den används. Om produktionen går ned eller om användningen går upp – till exempel när det kommer en köldknäpp – så kan det bli ont om el. Effektbrist kan bero på för låg produktion men också på för låg överförings- eller mottagningskapacitet.

Brist på överföringskapacitet

– det produceras tillräckligt med el för användarnas behov men det går inte att transportera tillräckligt med el från producent till användare. Detta kan bero på till exempel underdimensionerade eller trasiga kablar.

Brist på mottagningskapacitet

– för att kunna ta emot el som transporterats behöver man ha tillgång till så kallade systemtjänster, till exempel svängmassa som finns i stora turbinhjul. Systemtjänster finns i olika typer av kraftverk men även i vissa delar av industrin. Försvinner systemtjänsterna från en del av landet går det inte att föra över lika mycket el till detta område från andra delar av landet eller från utlandet.

För att undvika elbrist måste alltså hela elsystemet hänga ihop.

För industrin är konsekvenserna mycket negativa redan vid korta strömavbrott. Värdefulla råvaror blir förstörda, kundrelationer skadas till följd av leveransförseningar och produktionsutrustningen kan ta skada vid ett strömavbrott. Vid återkommande avbrott eller längre avbrott får det väldigt allvarliga effekter såväl på företagen som för privatpersoner.

Sammanfattande budskap

- ⚡ Sverige ska ha ett elsystem som varje timme, året runt, levererar fossilfri el till elanvändarna.
- ⚡ För att klimatomställningen ska möjliggöras behöver Sverige ett elsystem som år 2045 kan leverera dubbelt så mycket fossilfri el som i dag.
- ⚡ Ett 100 procent fossilfritt elsystem möjliggör klimatvärden lika bra som ett 100 procent förnybart
- ⚡ Faktabaserade konsekvens- och behovsanalyser bör ligga till grund för det energipolitiska målet. Enligt vår analys bör målet ändras till ett 100 procent fossilfritt elsystem.
- ⚡ Sverige behöver en marknadsmodell som bygger på en helhetssyn av elsystemet och som tar sin utgångspunkt i klimatneutralitet, teknikneutralitet, leveranssäkerhet och kostnadseffektivitet.
- ⚡ Sverige ska ha en internationellt konkurrenskraftig kostnad för el.

