



JÖNKÖPING UNIVERSITY
School of Engineering



YRKESHÖGSKOLAN
JÖNKÖPING

Flexibilitet i elproduktionen 2040

Examensarbete 25 Yhp

Författare: Filip Haraldsson

Lärare: Cathrine Dånsjö

Jönköping Maj 2021

Abstract

In 2016, five political parties in the Swedish government joined forces to agree on climate goals regarding Sweden's electricity generation. The goal is that by 2040 Sweden's electricity generation would only be produced from renewable energy. The nuclear power that is in operation at that time can still be used until the lifetime of the plants is over. With those goals, we will see an increase for wind and solar power in the Swedish electricity generation. Wind and solar power are variable forces that cannot be regulated and must be consumed in the same second as it is produced. This will lead to challenges regarding power shortfall. To meet these challenges when we have a power shortfall, we need electricity production with good flexibility. There are many different ways to solve this problem. Some examples are flexible generation, energy storage and load shifting. What will be the best alternative, the future will show through technical development and economic aspects.

Sammanfattning

2016 gick fem partier i riksdagen samman för att komma överens om klimatmål gällande Sveriges elproduktion. Att den till 2040 enbart skulle produceras av förnybar energi. Den kärnkraft som fortfarande är vid drift vid den tidpunkten ska brukas tills livstiden för anläggningarna är slut. Med de målen kommer vi se en ökning av vind och solkraft framför allt. Vind och solkraft är variabel kraft som inte går att reglera och måste förbrukas i samma sekund som den produceras. Detta kommer leda till ökade utmaningar gällande vår effektbrist. För att klara av dessa utmaningar när vi har ett underskott av el behöver vi en elproduktion med en bra flexibilitet. Detta finns många olika sätt att lösa det problemen. Vissa exempel är flexibel produktion, energilagring och efterfrågefleksibilitet. Vilket som kommer bli det bästa alternativet får framtiden utvisa genom teknisk utveckling och ekonomiska aspekter.

Innehåll

1	Introduktion	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Problembeskrivning	1
1.3	Syfte och frågeställningar	1
1.4	Avgränsningar	1
2	Metod och genomförande	3
3	Energiöverskomselsen	4
3.1	Vattenkraft 2040	5
3.2	Solkraft 2040	6
3.3	Kraftvärme 2040	7
4	Framtidens energibehov	8
5	Flexibilitet.....	10
5.1	Power-to-gas.....	12
5.2	Batterilagring	12
5.3	Pumpkraft.....	13
5.4	Smart grid.....	13
6	Diskussion och slutsatser	14
	Litteraturförteckning.....	15

1 Introduktion

I detta kapitel kommer en grundläggande information om vilka mål som tagits fram för Sveriges energikällor gällande elproduktionen i framtiden. Det uppkommer sedan vilka problem som finns i elproduktionen idag och vilka vi står inför gällande de framtida målen. Här redogörs även rapportens frågeställning samt vad som är målet med den.

1.1 Bakgrund

Den svenska regeringen beslutade 2016 att den svenska elproduktionen ska till 100% produceras av förnybar energi till år 2040. Detta mål har fått namnet energiöverenskommelsen. I energiöverenskommelsen står det även med att den kärnkraft som fortfarande finns i bruk vid 2040 ska fortsätta utnyttjas till kärnreaktorernas livslängd har gått ut. Enligt beräkningar kommer kärnkraften i Sverige ha en livslängd fram till mitten av 2040-talet. Med målet 100% förnybar energi kommer sol och vindkraft byggas ut och bli en större del av den svenska elproduktionen på grund av att kärnkraften fasas ut. Sol och vindkraft är inte regleringsbara utan kan bara producera elektricitet när vädret tillåter. Detta leder till att det kommer perioder då det produceras mindre el än vad som efterfrågas. Framför allt under vintermånaderna i Sverige.

1.2 Problembeskrivning

I dagens läge producerar Sverige mer el än vad man behöver under ett år. Vi exporterar även mer än vad vi importerar. Problemet vi har i dagens läge är att under de perioder vi förbrukar som mest el, räcker vår förbrukning inte till. Vi får i stället importera el från våra grannländer. Där bland annat Polen som använder sig av fossila bränslen för att producera el. Detta händer i en situation där vi fortfarande använder oss av ungefär 30% kärnkraft varje år. Kärnkraften är reglerbar och påverkas inte av vädret. De utmaningar vi står inför 2040 är inte bara att ersätta kärnkraftens elproduktion utan även producera elektricitet när solen inte skiner och vinden inte blåser. I framtiden säger även prognoser att vår elförbrukning kommer öka. Det är industrier som går från fossila kraftkällor till elektriska, transportsektorn ställer om till el, våra städer blir större och större samtidigt som våra samhällen blir mer elektroniska

1.3 Syfte och frågeställningar

Denna rapport kommer titta på vilka alternativ det finns för att få en fungerande elproduktion som kan klara av de utmaningar ett elsystem med mycket variabel elproduktion ger 2040. Efter fått fram olika alternativ ska rapporten även gem för dem. Rapporten skrivs även för att personligen få en större kunskap om energimålen 2040, generellt men fram för allt hur man kommer klara av elproduktionen när vi har ett underskott av el.

1.4 Avgränsningar

Rapporten utgår ifrån att energiöverenskommelsen kommer följas till 2040. Därför görs ingen undersökning gällande kärnkraftens roll i Sveriges elproduktion 2040 och framåt. Denna rapport kommer nämna vissa grunder i olika scenarion den allmänna elproduktionen kommer se ut 2040. Men kommer ej rapportera scenariona på djupet för att fokusera på hur man ska klara av flexibiliteten. När det kommer till att ta fram de olika alternativen och se över möjliga utfallen kommer ingen större vikt läggas på de ekonomiska faktorerna på grund av brist på kunskap gällande utbildningsbakgrund. Svängmassan i Sveriges elpro-

duktion står även för utmaningar liknade flexibiliteten men rapporten kommer ej undersöka svängmassans utmaningar till år 2040.

2 Metod och genomförande

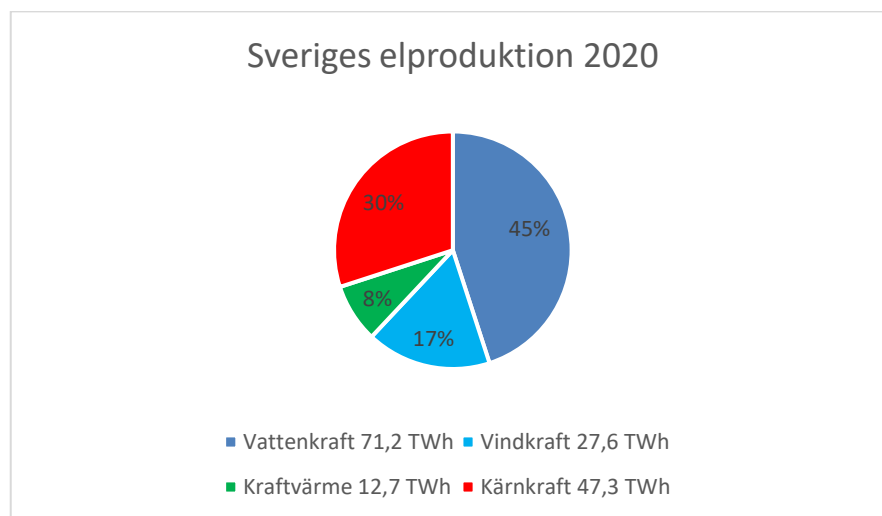
Den här rapporten är en litteraturstudie. Den bygger enbart sin undersökning på dokument, artiklar och andra rapporter för att få fram vetenskaplig information. I en litteraturstudie är det väldigt viktigt att behandla den med källkritik. Speciellt när man ger sig in i ett ämne som har politiska aspekter som denna. Gällande hur Sveriges framtida elproduktion ska se ut. Därför har rapporten enbart använt sig av dokument från energimyndigheten och svenska kraftnät. Valet beror på att det är en myndighet och en statlig affärsverksamhet som ansvarar för den svenska elproduktionen. Sedan har källor i energimyndigheten och svenska kraftnäts dokument används med förtroende för den här rapporten.

3 Energiöverenskommelsen

Efter överenskommelser i EU ska svensk energipolitik sträva efter ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet. För att få en energipolitik med de byggstenarna förhandlade fem riksdagspartier fram en överenskommelse som stod klar 10 juni 2016. Överenskommelsen skulle få namnet energiöverenskommelsen. I energiöverenskommelsen finns det ett mål gällande elproduktionen som innebär att år 2040 ska all el i Sverige enbart produceras av förnybar energi. I energiöverenskommelsen finns det också med att den kärnkraft som finns vid bruk vid tidpunkten 2040 ska utnyttjas och användas sin fulla livslängd [1]. Enligt beräkningar går livslängden ut på den sista kärnkraften runt mitten på 2040-talet [2].

För att nå målet för 2040 finns det många olika vägar att gå. Energimyndigheten släppte en delrapport 2018 och uppföljaren 2019 om hur Sveriges möjligheter för att nå målen 2040 ser ut. Där är även med tre möjliga scenarion på vilka energikällor man kan utöka och använda sig av.

Det finns tre olika scenarion med olika kraftslag i fokus. Scenariona är vindkraft, solkraft och kraftvärme. Men gemensamt med alla dessa scenarion är att ökningen av variabel elproduktion kommer höjas från dagens 17% till mellan 41,6% och 52,7%. Med en bedömning att Sverige behöver producera runt 180 TWh om året 2040. Så oavsett vilket alternativ som blir verklighet står flexibiliteten i den svenska elproduktionen för en utmaning.



Figur 1. Källa: Energimyndigheten statistik för elproduktion 2020.

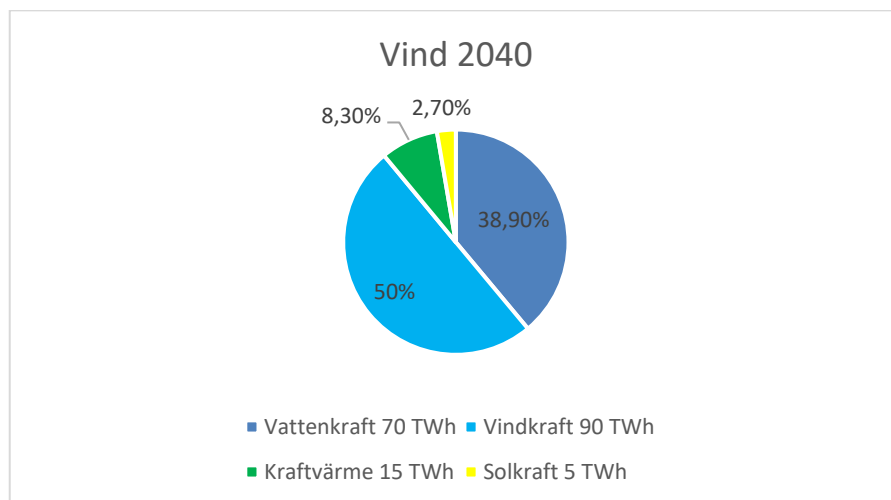
3.1 Vindkraft 2040

När det kommer till att nå målen 2040 är det fram för allt en elproduktion som kommer stå i fokus och det är vindkraften. Vindkraften är det produktionsslag som har den största potentialen att bidra till 100% förnybar energi 2040. Det som ligger bakom detta är en snabb utveckling de senaste åren som gjort vindkraften mer effektiv. Priserna för att bygga ny vindkraft har också gått ner de senaste åren. Detta leder till att fler investerar i vindkraft.

Vindkraft kan byggas i alla de fyra el områden som Sverige är uppdelat i. Detta är något som är positivt gällande det ”flaskhals” problem vi har idag, med att vi producerar el framför allt i norr men förbrukar det i söder. Ett problem som finns när det kommer till vindkraft är att nybyggnationer för det mesta möter motstånd av den lokala befolkningen. Det som sätter motstånd är oroligheter att vindkraften ska vara störande eller förstöra naturen. Det kan även vara att marken nyttjas till jakt eller turism [3]. Något som kan göra att det blir en högre acceptans är om vindkraften gör en nytta åt det lokala området. Det kan vara att elektriciteten som produceras går till den lokala förbrukningen och inte skickas vidare i nätet. En annan situation kan vara att man inom det lokala området får en möjlighet att investera i vindkraftverken [4].

Det finns två olika regioner vi med stor sannolikhet kommer se den största mängden av nybyggnationer gällande vindkraft i framtiden. Ett av dessa är havsbaserad vindkraft i södra Sverige. Därför havsbaserad vindkraft är något som det finns en framtidstro om är på grund av påtryck från politiskt håll [5]. Havsbaserad vindkraft kommer inte ha någon större påverkan på lokalbefolkning och ute till havs blåser det mer än på land [6]. En satsning av elproduktion i söder är också något som hade varit bra för att det finns en brist på elproduktion i södra Sverige i jämförelse till vad som förbrukas. På den negativa sidan är att det finns en konflikt med försvarets intresse om var man kan bygga vindkraftsverk [7].

Ett annat problem är även att det är dyrare att bygga till havs i jämförelse till på land. Den andra regionen vi antagligen kommer se en stor satsning i är landbaserad vindkraft i Norrland. I Norrland är befolkningstätheten inte lika stor som i de södra delarna. Detta leder till att det finns fler ytor att bygga vindkraft på. När projekt som HY-BRIT och andra industrier som omställer till noll klimatutsläpp är det positivt att det satsas på ännu mer elproduktion i norr [8]. Det negativa är att problemet med ”flaskhalsen” i det svenska elnätet blir ett ännu större problem.



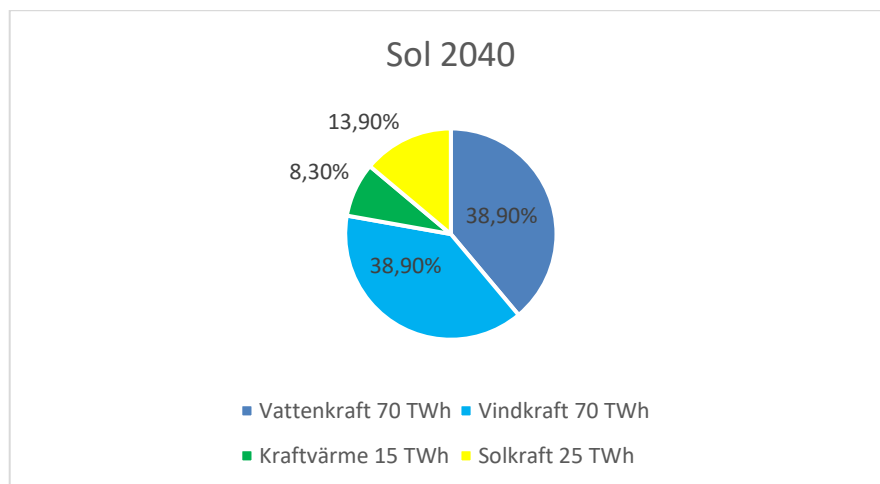
Figur 2. Källa: Energimyndigheten, 100 procent förnybar el.

3.2 Solkraft 2040

Solkraften står idag för lite under 1% av Sveriges elproduktion men man ser ljus på framtiden [9]. Det som solkraften går igenom nu påminner mycket om hur situationen för vindkraft såg ut för en tio år sedan.

Produkterna går ner i pris och utvecklingen för mer effektiva produkter kommer fram. Energimyndigheten uppskattar att solkraften 2040 kommer producera mellan 5-25 TWh per år. Det vi kommer få se i framtiden för att nå dit är att mer och mer tak kommer installeras med solceller. Gällande nybyggnationer både idag och framtiden är det nästan mer vanligt att det installeras med solceller än utan. Solparker är också någonting vi börjar se mer av. Särskilt i de södra delarna av Sverige där det finns en viss brist på elproduktion. Med mer soltimmar kan solkraften vara en bra elproduktion för att jämna ut obalansen gällande elproduktion i landet.

Negativa delar med solkraft är att den produceras som mest när vi behöver den som minst och det motsatta. Då solcellerna producerar som mest är under sommaren när vi behöver som minst el medan under kalla vinterdagar är det knappt någon produktion. Ett annat problem är att Sveriges elnät behöver svängmassa för att få ett bra fungerande system. Detta bidrar inte solkraft med på grund av det systemet är uppbyggt på likström och inte skapas av roterande generatorer som de andra kraftslagen [10].



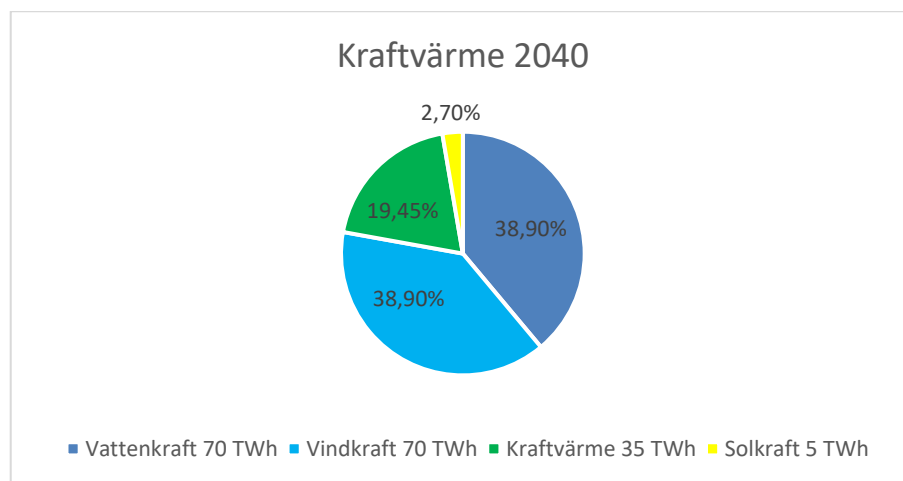
Figur 3. Källa: Energimyndigheten, 100 procent förnybar el.

3.3 Kraftvärme 2040

En satsning på kraftvärme är också en möjlig lösning för att nå målen 2040. Kraftvärme kommer både från biogasanläggningar där även en del av energin går till fjärrvärme, sedan finns det värmekraft från industrier där man använder sig av rest värme från den industriella produktionen.

Jämfört med sol och vindkraft kan kraftvärme regleras på en helt annan nivå. I vårt framtida elsystem där vi kommer ha en mycket större del av variabel elproduktion kommer reglerkraft vara väldigt efterfrågat. Framför allt på vinterhalvåret kommer vi se en nytta på att ha satsat på kraftvärme om det blir fallet. I så fall blir Sverige inte lika beroende av export och import under de tider vår produktion är mindre än vad vi förbrukar. En annan positiv del är att kraftvärme inte är låst till något speciellt geografiskt läge, utan kan byggas på bra taktiska ställen. Detta är bra både för att producera elektricitet lokalt och vi kan jämna ut produktions ojämnheter mellan norr och södra Sverige.

Det är väldigt dyrt att bygga nya kraftvärmeanläggningar. Därför ser det inte så ljust ut i själva investeringssidan. Det kommer vara tufft för kraftvärme att klara av utvecklingen på egen hand utan man behöver möjligen stöd från staten för att kunna bygga ut efter de planer som finns för att nå målet 2040 [11].



Figur 2. Källa: Energimyndigheten, 100 procent förnybar el.

4 Framtidens elbehov

Sveriges elförbrukning landade på 134 TWh 2020 [12]. Från år 1987 har förbrukningen i landet varit någorlunda jämn genom åren. 1987 låg förbrukningen på 137 TWh, ett värde som stadigt ökade genom åren fram till rekordåret 2001 då förbrukningen kom upp i 150,5 TWh. Sedan dess har förbrukningen minskat med vissa undantag varje år [13]. Det finns många teorier om hur Sveriges elförbrukning kommer se ut 2040. Allt i mellan minskning ökning och att nivån kommer stanna kvar som den är idag. Den historiska utvecklingen om hur vår elförbrukning ser ut kommer säkert även ge ett mönster för framtiden. Samtidigt är det många nya aspekter som kommer in när vi försöker nå målen med 100% förnybar energi. Det finns många faktorer som kommer ha en påverkan hur framtiden ser ut.

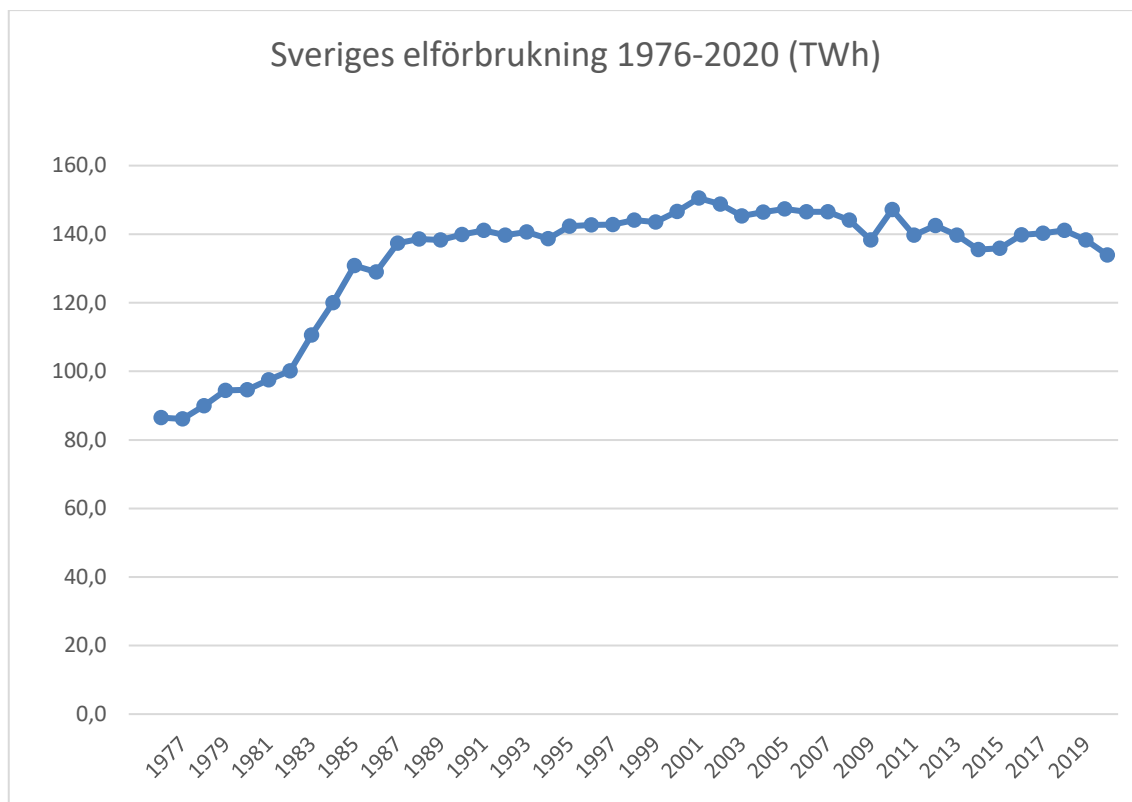
Vi kommer se en befolkningsökning i Sverige under åren fram till 2040. Urbanisering är en del av detta som kommer innebära mer behov i storstadsregionerna. Detta kommer så klart leda till en ökning av elförbrukningen. Där hushållsel och värme är de stora faktorerna. Men andra delar av elnätet får även sina påfrestningar av den ökande befolkningen. Enligt SCB kommer befolkningen öka med 0,5 miljoner fram till 2030 och ytterligare 0,5 miljoner tills 2050. Detta bedöms öka elbehovet mellan 8-11 TWh [14].

Den svenska industrin har börjat satsa på att ställa om för att minska sina klimatutsläpp. Fler och fler företag börjar arbeta för att byta ut sina energikällor från fossila bränslen till el. Om detta blir verklighet kommer vi se stora ökningar av industrins elförbrukning. Ett av de mest kända projekten gällande omställning är HY-BRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology). Det är ett projekt mellan SSAB, LKAB och Vattenfall. Projektet handlar om att använda sig av vätgas för att tillverka stål, i stället för kol. Vätgasen i sig är utvunnen av el. HY-BRIT är beräknat att använda sig av 15 TWh per år. HY-BRIT är en av de största omställningarna vi ser planer på idag men det finns så klart många fler projekt från industrisidan för att börja använda sig av el i stället för fossila bränslen. Cementindustrin är en av de branscher som har en stor klimatpåverkan. En omställning från cementindustrins sida skulle leda till en ökning av 2 TWh förbrukning per år [15].

Något som vi alla ser börjar komma mer och mer är elfordon. Personbilen är så klart den vi ser det satsas på och blir mer vanligare men även bussar och lastbilar är något som börjar komma mer och mer. Redan vid år 2030 kommer elfordon dominera marknaden inom bilindustrin. Det leder till att prognoserna för förbrukningen av elfordon kommer röra sig runt 13 TWh i framtiden.

Sverige är ett väldigt attraktivt land när det kommer till byggnationer av datahallar. Det kalla klimatet gör att man ej behöver någon nedkylning. De låga elpriserna är också en faktor till att många företag väljer att placera sina datahallar i Sverige. Byggnationerna av datahallarna är något som kommer bli mer vanligare i framtiden. Därför är det ett mycket rimligt scenario att datahallarnas förbrukning kommer behöva mellan 6-10 TWh per år [16].

Med de stora ökningarna av elförbrukning kommer utvecklingen för att få en mer effektiv användning att bli mer intressant. Det är delar av det vi har sett med minskningen av elförbrukningen sedan 2001. Man beräknar att en energieffektivisering kommer göra att elförbrukningen minskar mellan 3-4% per år fram till 2050. Det är en höjning jämfört med 2-3% som vi har haft det senaste decenniet. 2015 gjorde NEPP en studie gällande den framtida elförbrukningen och det finns scenario med allt mellan 90 TWh upp till 250 TWh. Men det de tar fram som det mest troliga scenariot i framtiden är en årsförbrukning på 155 TWh. Det är dock utan förluster i elnätet som idag är 7%. Så man kan räkna med en total förbrukning på 166 TWh inklusive förluster.



Figur 5. Källa: Energimyndigheten och SCB.

5 Flexibilitet

För att nå målen för 100% förnybar elproduktion 2040 kommer vi se en ökning av variabel elproduktion i Sverige. Det som kommer bli en av de stora utmaningarna i ett elsystem med mycket variabel kraft är hur man ska reglera produktionen de tider de variabla krafterna producerar för mycket eller för lite elektricitet.

Flexibilitet i vår elproduktion och elnät betyder att vi kan justera produktionen efter hur stor efterfrågan är på el. Men med ökningen av vind och solkraft i vår elproduktion kan vi inte reglera hur mycket det ska blåsa eller hur mycket solen skiner. Det kommer leda till utmaningar de kalla vinterdagarna det produceras som minst vind och solkraft och vår efterfrågan efter el är som störst. Redan under vintern 2020–2021 blev det uppmärksammat att vi hade en effektbrist i Sverige under de kalla dagarna. Elpriserna blev höga och vissa företag var tvungna att lägga ner sin produktion på grund av för dålig lönsamhet med höga elpriser. Vi fick då ta och köpa in el från andra länder som var producerad av fossila bränslen.

De reglerbara krafterna vi har idag i vår elproduktion är framför allt vattenkraft, kärnkraft och även värmekraft. Vattenkraften kan regleras på bara några sekunder, och är elproduktionens gas och broms kan man kalla det i normala fall. Kärnkraften är mer som en bas i systemet och brukar ligga runt 30% av produktionen utan att regleras så mycket. Man reglerar ej kärnkraften för mycket på grund av att det är trögt att justera och verkningsgraden i kärnkraftverken påverkas åt ett mycket negativt håll [17]. När det nu finns planer på att fasa ut kärnkraften är det inte bara kärnkraftens elproduktion som måste ersättas utan även flexibiliteten i produktionen. Värmekraften är reglerbar men är en mindre del av elproduktionen i Sverige och har inte lika stor påverkan som vatten och kärnkraft än i alla fall. Värmekraft är också ett mer avancerat system där en del av produktionen går till värme och regleringen är inte flexibel på samma sätt som vatten och kärnkraft.

Man kan dela in flexibiliteten i vårt elsystem i tre kategorier produktion, lagring och efterfrågeflexibilitet.

När det gäller flexibel produktion handlar det om kraftkällor som vattenkraft och värmekraft som kan regleras efter behovet för att få fram en fungerande effektbalans. Det handlar alltså om att kunna öka och sänka produktionen oavsett hur väder och vind står och nu med framtidens mål att det är förnybara källor elen kommer ifrån.

Energilagring är något som det har börjat forskas på mer och mer. Det är en väldigt intressant teknik med tanke på hur variabelkraft kommer öka mer i framtiden. Det de handlar om att man lagrar energi som inte finns något behov av att använda just i stunden. Det kan handla om att man lagrar den energi som produceras i vind och solkraft när vi inte behöver den i batterier, pumpkraft och power-to-gas. Man kan sedan använda sig av den lagrade energin när vi hamnar i effektbrist. De olika lagringsteknikerna har sina olika för och nackdelar när det kommer hur lång tid man kan lagra energi, i vilka mängder och hur snabbt den kan produceras ut i elsystemet för att få upp produktionen när det är ett underskott.

Efterfrågeflexibilitet handlar om att anpassa förbrukningen efter produktionen snarare än hur det ser ut idag. Det kan handla om att man flyttar om förbrukningen tidsmässigt för att matcha produktionen. Eller så kan det handla om att bli mer energieffektiv och förbruka mindre el helt enkelt. I dagsläget är det framför allt industrier som använder sig av efterfrågeflexibilitet, men det är fortfarande en sektor som kan förbättras. Det som man även hoppas på i framtiden är system där även hushållselen är en del av efterfrågeflexibiliteten.

Tanken är att elpriserna ska fungera som en styrsignal för när elen ska förbrukas i industrier och hushåll.

5.1 Power-to-gas

Power-to-gas är en teknik som omvandlar energi i elektricitet till energi i gas. Gasen kan sedan användas till att producera el på nytt eller så kan man använda till bränsle för fordon. Inom industrisektorn kan man även få användning av det till sin produktion.

Processen fungerar som sådan att när det bildas överskottsenergi från vår fossilfria elproduktion används den till ett förlopp som kallas elektrolys. Elektrolys är när man med hjälp av elenergin spjälkar vatten och av de utvinnet vätgas. Vätgasen kan man sen lagra eller använda direkt i en gasturbin. Man kan även använda vätgasen till att regera med koldioxid som kommer från industrin som en restprodukt. Då bildas metan även kallat biogas som sedan framför allt kan användas till bränsle för fordon, men också andra energibehov.

Fördelen med power-to-gas är att man får fram ett sätt att lagra den energi som tas fram i den fossilfria produktionen som är variabel. Gasen kan man lagra i olika tidshorisonter beroende på hur stor anläggningen ser ut. Det kan handla om allt ifrån dygn till säsongslagring.

Till år 2030 beräknas det att man kan producera mellan 2–3 TWh el från vätgas i Sverige [18]. Om power-to-gas har en positiv utveckling. Det som ses som det stora problemet är ekonomin. I processen är det ekonomiska förluster på 70% [19]. Men med ny utveckling och stöd från regeringen kan vi se något liknande som vatten och solkraft gått igenom.

5.2 Batterilagring

Batterilagring är ett alternativ till flexibilitet som har blivit mer intressant de senaste åren. Det kan användas både inom att lagra energi och att kunna styra frekvensreglering. Det är ett system som både kan användas för små hushåll kopplat till solceller, eller till stora produktionsanläggningar som vind och vattenkraftverk.

Det själva systemet bygger på är att man med hjälp av förnybara källor som sol, vind och vattenkraft lagrar överskottsenergi till batterier som laddas upp. Sedan när det finns ett underskott av el använder man den lagrade energin i batterierna. När det handlar om hushållselen kommer det handla om batterier som är sammankopplade till solceller. Ett av problemen med solceller är att de producerar som mest el när vi behöver den som mest. Men med batterilagring kan vi jämma ut de topparna och använda oss av elen när vi har större behov av den. Detta kan både göras lokalt i ett hushåll eller i större skala där flera hushåll är sammankopplade i samma system.

Batterilagring görs som nämnt innan i större skalor framför allt i anslutning till vindkraftverk. Men dagens största batteripark Gateway Energy Storage i San Diego laddar sina batterier med solkraft. Anläggningen har idag en lagringskapacitet på 230 MW med framtida planer att nå 250 MW [17]. Idag kan vi se att batterikostnaderna sjunker mer och mer. Detta bäddar för att vi kan se en ökning av batterilagring i framtiden.

Ett av problemen med batterilagring är att de inte klarar av att lagra energi under längre perioder som månader eller säsonger. Därför är regleringen med batterier bäst passande för endast timvis eller dygn idag. Men teknisk utveckling är på gång för att kunna klara av längre perioder.

5.3 Pumpkraft

Pumpkraft är en teknik som har varit känd över en längre tid. Det är en metod som går ut på att man pumpar vatten mekaniskt från en punkt till en annan med en högre höjdskillnad. Sedan släpper man tillbaka vattnet till ursprungskällan genom turbiner som sedan producerar elektricitet. I Sverige finns det idag två anläggningar.

För att få en ekonomisk hållbar och miljövänlig produktion pumpar man upp vattnet när elpriserna är som lägst och det är ett överskott av energi. Sedan släpper man tillbaka vattnet genom turbinerna när priset är som högst och man har ett underskott. Detta är ett sätt att lagra energi för att sedan få användning av det när man behöver den som mest. Man använder sig då av vind eller solparker för att pumpa vattnet.

Ett pumpkraftverk har en verkningsgrad på mellan 65-85% beroende på vilket pumpkraftverk det är [21]. Det tar mer energi att pumpa upp vattnet än vad som utvinns när man släpper tillbaka det. Så själva idén med pumpkraft är att man ska använda den till att ha energi lagrad för att utvinna den vid el underskott.

Även fast tekniken är mogen finns det vissa hinder för att bygga ut mer pumpkraft. När nya anläggningar ska byggas är det svårt att få tillstånd. Pumpkraft behöver stora anläggningsutbyggnader som påverkar miljön. Det krävs då även stora investeringar. Dessa investeringar har sedan en lång avkastningstid för att betala av sig.

5.4 Smart grid

I alla scenarion med mycket variabel kraft i elnätet kommer en styrning beroende på över och underskott vara central. Smart grid är ett av de kända systemen som finns för att styra elkonsumenterna idag och i framtiden för att få en mer jämn konsumtion av el.

Smart grid är en av de metoder som bygger på efterfrågefleksibilitet där det handlar om att plana ut dagens toppar på mornar och kvällar till en mer jämnare kurva i vår elkonsument. Det kommer handla om att man som konsument inte bara konsumerar el utan även producerar. Elbilar är även en del av smart grid när det kommer till mätta ut el på nätet. Med elbilars batteri kan man lagra elen, om det inte finns något behov att köra med den när batteriet är fulladdat kan det skicka ut el på nätet i stället. När det kommer till människors vanor gällande sätta på diskmaskinen, tvättmaskinen eller höja och sänka värmen. har det visat sig vara svårt för oss att ändra våra vanor. Om man i stället låter detta gå över till en automatisk process där smart grid systemet kontrollerar när man ska förbruka el på grund av pris kan man jämna ut konsumtionskurvan.

Systemet går ut på att nätägaren installerar övervakningsstationer som man sedan tar och styr efter. Sedan installeras även en smart box vid hushållet för att kunna ställas in för att göra den reglering som önskas.

2017 gjordes ett test av smart grid på Gotland av Vattenfall. 280 elkunder deltog och resultatet slutade i att kunderna kunde sänka sin elkostnad utan att vara missnöjda med sin bekvämlighet samtidigt som man jämnade ut förbrukningskurvan [22]. I framtiden kommer vi se mer av smart grid med framsteg i tekniken. Det är upp till elleverantörerna hur mycket som kommer satsas på smart grid eller liknade system.

6 Diskussion och slutsatser

Målet med denna rapport var att undersöka vilka metoder det finns för att få en bra flexibilitet i den svenska elproduktionen till 2040 på grund av den förväntade ökningen av variabel elproduktion. Redan i år 2021 har vi sett problem med effektbristen i Sverige. Vilket har lett till höga elpriser för privatpersoner och industrier har behövt pausa sin produktion för man går minus ekonomiskt. Detta ser författaren som stora problem med att det är vår fossilfria elproduktion som ska vara det vi ställer om till i sektorer för att få ner våra utsläpp. Att man det då har brist på vår positiva energikälla vid vissa tidsperioder på året ser författaren som ett stort problem. När vi då även kommer avveckla våra kärnkraftverk i framtiden som är en planerbarr produktionskälla står vi inför ännu tuffare utmaningar gällande effektbrist. Lösningen för detta för tillfälligt är att starta vårt eget reservkraftverk som drivs av diesel och importera el från kolkraftverk i Polen känns det som att vi glömmer bort själva grundproblemet.

Med det sagt är de framtida målen i energiöverenskommelsen något mycket positivt som kommer göra Sveriges elproduktion något att vara stolt över samt att det kommer vara mycket bra för klimatet. Forskare och experter säger att vi står för en hel del utmaningar men att kunna klara av målen är fullt rimliga frågan är bara vilken väg man ska ta. Det finns många olika sätt att nå målen för 2040.

Så frågan är vilket är det bästa sättet att lösa problemet med flexibilitet 2040? Det som kommer spela en stor roll är så klart de ekonomiska faktorerna. Vilka kraftsystem som kommer vara värda att investera i och som ger en bra avkastning i framtiden. Där kommer politikerna ha en viktig roll med olika bidrag och skattesänkningar när det gäller olika system som bidrar till en bättre flexibilitet. Vi är inte heller isolerade från andra elnät. Export och import är ett sätt vi löser överskott och underskott med idag och kommer säkert bara öka i framtiden. Med grannländer som går mot liknande klimatmål får man hoppas att den el vi importerar är ren från åtminstone fossila bränslen.

Det författaren själv tror är den bästa lösningen är att det framför allt kommer handla om att kunna lagra den energin vi tillverkar i den variabla produktionen som vind och solkraft. Det kopplat till ett smart system med efterfrågefleksibilitet som ger oss möjligheten att spara energi vid våra toppar och använda vår lagrade energi vid ett underskott av el. Men då måste så klart utvecklingen gå framåt för de framtida teknikerna för att lagra variabel kraft som power-to-gas, batterier och pumpkraft. Utveckling inom dessa måste också framför allt göras för att få en bättre ekonomi på de kraftsystemen. Förhoppningsvis kan vi se samma resa när det gäller de ekonomiska faktorerna som vind och solkraft har tagit. Vilket av energilagringalternativen som kommer bli det mest vanliga får utveckling och de ekonomiska faktorerna avgöra.

Referenser

- [1] "Regeringskansliet," [Online]. Available: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2018/04/nya-energipolitiska-mal-skapar-langsiktighet/>.
- [2] Energimyndigheten. Vägen till 100 procent förnybart elsystem Delrapport 1: Framtidens elsystem och Sveriges förutsättningar, Eskilstuna, 2018. p 21-22.
- [3] Energimyndigheten. 100 procent förnybar el Delrapport 2-Scenarier, vägval och utmaningar, Eskilstuna, 2019. p 23.
- [4] Energimyndigheten. 100 procent förnybar el Delrapport 2-Scenarier, vägval och utmaningar, Eskilstuna, 2019. p 24.
- [5] Energimyndigheten. 100 procent förnybar el Delrapport 2-Scenarier, vägval och utmaningar, Eskilstuna, 2019. p 29.
- [6] Energimyndigheten. 100 procent förnybar el Delrapport 2-Scenarier, vägval och utmaningar, Eskilstuna, 2019. p 34.
- [7] Energimyndigheten. 100 procent förnybar el Delrapport 2-Scenarier, vägval och utmaningar, Eskilstuna, 2019. p 30.
- [8] Energimyndigheten. 100 procent förnybar el Delrapport 2-Scenarier, vägval och utmaningar, Eskilstuna, 2019. p 35.
- [9] "Energimyndigheten," [Online]. Available: <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/okning-av-fornybar-elproduktion-under-2020/>.
- [10] Energimyndigheten. Vägen till 100 procent förnybart elsystem Delrapport 1: Framtidens elsystem och Sveriges förutsättningar, Eskilstuna, 2018. p 27-28.
- [11] Energimyndigheten. 100 procent förnybar el Delrapport 2-Scenarier, vägval och utmaningar, Eskilstuna, 2019. p 49-61.
- [12] "Energimyndigheten," [Online]. Available: <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/okning-av-fornybar-elproduktion-under-2020/>.
- [13] "Ekonomifakta," [Online]. Available: <https://www.ekonomifakta.se/fakta/energi/energibalans-i-sverige/elanvandning/>.
- [14] Energimyndigheten. Vägen till 100 procent förnybart elsystem Delrapport 1: Framtidens elsystem och Sveriges förutsättningar, Eskilstuna, 2018. p 14-15.
- [15] Energimyndigheten. Scenarier över Sveriges energisystem 2018, Eskilstuna, 2019. p 28-30.
- [16] Energimyndigheten. Vägen till 100 procent förnybart elsystem Delrapport 1: Framtidens elsystem och Sveriges förutsättningar, Eskilstuna, 2018. p 14-15.

[17] INSU Anläggningar för produktion och överföring av el samt industriella anläggningar, Nyköping, 2019. p 9-10.

[18] "Swedegas," [Online]. Available: https://www.swedegas.se/smart_infrastruktur/Power-to-Gas/Power-to-Gas-till-Sverige.

[19] E.Garney & M.Kennerland, Balansering av Sveriges elsystem år 2040 En teknoeconomisk analys, Lund, 2020. p 45.

[20] "Ny Teknik," [Online]. Available: <https://www.nyteknik.se/energi/kalifornien-har-dragit-igang-varldens-storsta-batteripark-6999889>.

[21] A.Nordling, R.Englund, A.Hembjer & A.Mannberg, Energilagring Teknik för lagring av el, Stockholm, 2015. p 12.

[22] "Vattenfall," [Online]. Available: <https://www.vattenfalleldistribution.se/vart-arbete/smarta-elnet/smart-grid-gotland/>.