**Smarta elnät och smartenergi**

Christoffer Sjöblom 37959

Innehållsförteckning

1. Inledning
2. Bakgrund
   1. Historia
   2. Nuläget
   3. Klimatmål
3. Smarta elnät
   1. Rubrik (vet inte ennu vad det ska kallas)
   2. Målet med smarta elnät
   3. Hur ett elnät i praktiken fungerar
   4. Hur ett smart elnät ser ut
   5. Har inte kommit längre, men hit kommer bland annat efterfrågeflexibilitet och smarta elmätare
4. För-och nackdelar
5. Sammanfattning

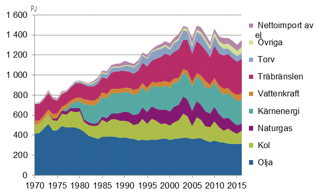
**Inledning**

**…**

**Historia**

Energi industrin i Finland har under det senaste decenniet sett stora förändringar. Från början av 1900-talet till slutet av andra världskriget bestod största delen av energiproduktion av avverkning av skog. Ved användes till bland annat uppvärmning av hushåll och som bränsle till ånglok. Elproduktionen i Finland kom största dels från vattenkraftverk och år 1929 blev Imatras vattenkraftverk klart, vilket vid den tiden var Europas största. Vid sidan av ved användes fossila bränslen som olja, stenkol och naturgas som energikällor. Användningen av olja såg en stor ökning på 1960-talet på grund av biltrafikens stora genombrott och billiga oljepriser. De billiga oljepriserna gav även upphov till en större förbrukning av olja inom uppvärmning och inom kraftverks elproduktion. År 1973 nådde oljekonsumtionen sin topp varefter den stannade upp så gott som totalt på grund av oljekrisen. Oljan började användas som ett politiskt vapen, vilket höjde oljepriserna. Detta gav upphov till energibesparingar och utvecklingen av andra energialternativ påskyndades. Som följd av oljekrisen ökade användningen av torv och naturgas som källor för uppvärmning och i slutet av 1970-talet introducerades kärnkraftverk som ny energikälla för bland annat elproduktion.

I **Figur X** visualiseras Finland användning av diverse energislag från år 1970 fram till 2016, där man klart ser att det skett stora förändringar i energiindustrin. I figuren demonstreras också den markanta ökningen av vår energiförbrukning.



**Figur X:** Totalförbrukning av energi 1970-2016 (Statistikcentralen)

Mellan 1970-1980 tillverkades fyra kärnkraftverk i Finland vilket ökade kärnkraften andel i elproduktionen. Olyckan i Tjernobyl skapade dock ett stopp för vidare utvidgning av ytterligare kärnkraft i Finland och övriga Europa.

<https://www.stat.fi/tup/suomi90/maaliskuu_sv.html>

**Nuläget**

Elproduktionen från början av 1990-talet kom till stor del från kol och brunkol men ersattes sakta men säkert av naturgas på grund av låga gaspriser. Naturgasen andel har också börjat minska främst beroende på höjda gaspriser och en stor ökning i utbyggning och utveckling av förnybara energikällor. Fossila bränslen, som till exempel olja har behållit sin position som en av de största energikällor i EU på grund av att största delen av våra kommunikationsmedel fortfarande drivs av fossila bränslen. Ungefär tre fjärde delar av Europas energiförbrukning kommer fortfarande från fossila bränslen. Enligt Europeiska Miljöbyrån så har fossila bränslens andel stadigt sjunkit under senaste tiden och Europa håller på att bli allt minde beroende av dem. Från och med året 2005 till år 2015 har Europas elkonsumtion minskat med ca 10 % och orsakerna till detta är bland annat energieffektivisering samt en oförväntat stor ökningen av förnybara energikällors andel i energimixen [1]. Sedan år 1995 till 2015 har primära produktionen för förnybara energins andel i Europa stigit från 5 % till 13 %[2], vilket också är en av de den största ändringen bland diverse energiformer. Utveckling av förnybara energikällor och användningen av dem är vital för energiomställningen som pågår. Energiomställningen innebär att man sakta men säkert bör avveckla energiproduktionen från att vara baserad på fossila bränslen till ett energisystem som har sin grund i förnybara energikällor. Kärnkraftverk stod år 2015 för 26,5 % [1] av den totala energiproduktionen i Europa men olyckan i Fukushima år 2011 orsakade mer investeringar och i säkerhetsåtgärder inom kärnkraftverk vilket i sig höjde på elkostnader. Detta har påverkar kärnkraftverken konkurrenskraft inom energimarknaden och har lett till att flera länder tagit initiativ i att satsa på andra alternativa energikällor.

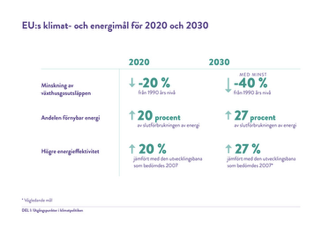
Energiförbrukningen brukar delas in i sektorer som bland annat är:

* Industri
* Trafik
* Byggnad/konstruktion

**Klimatmål**

Förnybara energikällors ökning har också grunder i politiskt stöd inom EU. EU har inom sig fastslagit att år 2020 bör 20 % av den totale energiproduktionen komma från förnybara energikällor[3]. Mätningar från år 2015 visade att andelen är 16,7 % [4] och vissa länder som Sverige och Finland har redan uppnåt sina interna mål. På klimatkonventionen i Paris år 2015 bidrog EU med förslag och målsättningar om att kunna minska utsläpp med 40 % och höja andelen förnybara energikällor till hela 27 %.

**Figur Y** illustrerar ett tredelat mål där utgångsläget till ändringarna är från 1990. Finsk Energiindustri betonar målet med att minska på växhusgasutsläppen och att de två andra delarna bidrar starkt till att uppnå detta [5].



**Figur Y:** EU:s klimat- och energimål för 2020 och 2030 (Källa: [ilmasto-opas.fi](http://ilmasto-opas.fi))

**Smart elnät**

Fokuset i avhandlingen är på smarta elnät och vilka för- samt nackdelar implementeringen av dem har. I detta kapitel behandlas hur ett smart elnät i verkligheten ser ut, hur det fungerar och vilka tekniska aspekter som måste iakttas.

Största delen av elnäten idag är föråldrade och kommer att stöta på flera utmaningar. Till skillnad från andra produkter inom industri och teknik som bilar, datorer, telefoner och hushållsmaskiner, som alla sett stora uppdateringar och förbättringar, fungerar våra elnät fortfarande på teknik som är flera årtionden gammal. Faktorer som ökad befolkningsmängd och vår moderna livsstil bidrar till att elkonsumtionerna ökar konstant, vilket skapar en stor belastning på våra elnät. Problemen med våra elnät för tillfället bland annat (1) de fungerar på en envägsdistribution där nätverksbolag förser kunder med el enligt förfrågan, (2) de har dålig anpassningsförmåga till stor ökning i efterfrågan och (3) säkerhet mot attacker som cyber attacker. Utöver dessa problem har dagens elnät dålig respons tid på att kunna reagera på strömavbrott.

**Rubrik**

Som följd av ökade tillgångar och resurser inom förnybara energikällor samt ett allt större beroende och behov av elektricitet, har smarta elnät etablerat sig på marknaden som en mångsidig och flexiblare sätt att handskas med elkonsumtion. Smarta elnät (eng. Smart Grids) är ett elektrisk energidistributions system där exciterande elnät tillsammans med datakommunikation och smart övervakning skapar ett elsystem som är hållbarare, miljövänligare och ekonomisk lönsammare[7]. Elnäten vi har idag är inte designade för den påfrestning som vårt globala livsstil skapar. För att uppfylla EU:s klimat och energimål, ses smarta elnät som en förutsättning[9]. Smarta elnät har som mål att moderniseras de föråldrade elnäten och ge verktygen till att tackla framtida utmaningar. Det finns en stor mängd definitioner på smarta elnät, och i listan nedan sammanfattas punkter om olika faktorer som bör implementeras för att skapa grunder till ett smart elnät [8].

(1) Öka användningen av digital information och teknik för att skapa ett mer pålitligt, säkert och effektivt elnät

(2) Optimering av operationer och resurser inom elnätet och samtidigt upprätthålla fungerande IT-säkerhet

(3) Distribution och spridning av bland annat förnybara energikällor

(4) Utveckling och införlivning av respons på efterfråga samt stöd för resursers inom energieffektivisering

(5) Utveckling av smarta teknologiska lösningar i form av realtidsautomation och interaktiv teknik som optimerar konsumenters elanvändning samt främja kommunikation mellan olika parter inom systemet

(6) Integrering och implementering av elmätare samt konsument anordningar

(7) Ökad utveckling av energilagring i form av utnyttjande av till exempel elektriska fordon och bilar samt integration av teknologi som förebygger överbelastning i elnät

(8) Förse konsumenter med information och kontrollmöjligheter över sin elanvändning

(9) Standardisera kommunaktion och samverkan av utrustning som är kopplad till elnätet, inklusive själva infrastrukturen

(10) Identifiera och minska på hinder som motverkar utvecklingen av praxis och tjänster inom smarta elnät

Som listan ovan visar krävs det stora investeringar och incitament från stater för att kunna ta smarta elnät i bruk. Exempelvis har Finland investeringar på över åtta miljarder euro tills slutet av 2020-talet för att kunna restaurera sina elnätverk [9].

Smarta elnät bör kunna appliceras till alla olika slag av energikällor. Det smarta elnätet ska alltså utan hinder kunna integreras med allt från kol och kärnkraftverk till förnybara primärkällor som vind-, sol- och vattenkraft. Man bör även ta i beaktande att spänningsnivån inte ska spela en roll och att både stora och mindre lokala distributörer ska kunna integreras in i systemet [12].

Problemet med dagens transmissionsnät, m.a.o. elnät, är att “flödet” av el och information är enkelriktat. Vad som gör smarta elnät “smarta” är idéen att addera och kombinera datateknologi och kommunikationsmedel med själva elnätet, vilket möjliggör en så kallad tvåvägskommunikation med producenter, återförsäljare, distributörer, konsumenter och diverse aktör samt parter i systemet. Därför är en av de mest innovativa aspekterna med smarta elnät dess efterfrågeflexibilitet (eng. demand responce) [12].

**Målen med smarta elnät**

Dagens traditionella elproduktionen och utbudet beror endast på uppskattningar i vad energiförbrukningen tros vara. Denna envägsdistribution är bristfällig och ifall efterfrågan av el överskrider utbudet måste man öka produktionen snabbt, vilket leder till högre elkostnader samt användning av icke-miljövänliga energikällor som till exempel olja [13]. Idéen med efterfrågeflexibilitet baserar sig på att med hjälp av smart mätare och AMI (advanced metering infrastructure) (sätter förklaring troligtvis i en ordlista i början av avhandlingen, onödigt att förklara detta ord med desto mer text eftersom det förklarar jag säkert om i kapitlet om olika delar i ett smart elnät) förmedla information i realtid åt konsumenterna om utbudet och prisnivåer från olika eldistributörer. Som följd kan konsumenterna själv fatta beslut om varifrån man skaffar elen, när man gör det och till vilket pris. Utöver valfriheten skapar efterfrågeflexibiliteten en växelverkan mellan elkonsumenterna och elnätets operatörer. Med att implementera infrastrukturen och den senaste tekniken kan all nödvändig data från kunder och aktörer inom systemet samlas i realtid. Med att lagra dessa stora mängder av data och information hjälper det processen att skapa ett nätverk vars beteende är mer förutsägbart och simplare att kontrollera samt lättare att förstå sig på [12].

Smarta elnät bör också skapa ett säker elnät, vilket innebär att skydd- och kontrollsystem måste införas. De integrerade skydd- och kontrollsystem ska tillsammans med kommunikations tekniken samla data under ett och samma domän för att lättare kunna standardisera tillvägagångssätt.

Med kombinationen av nya teknologier och en renovering av de exciterande elnät är summan ett elnät som konstant, oberoende av omständigheterna, opererar i ett optimerat tillstånd. Detta betyder att trots störningar i elnätet, som till exempel strömavbrott, ska det smarta elsystemet kunna återställa/läka sig själv och fortsätta förse ström utan några märkbara avbrott [12].

Sammanfattningsvis är målen för ett smart elnät följande [12]:

* Förbättra effektiviteten i investeringar inom olika kraftkällor
* Utnyttja nyaste tekniken i kraft elektronik, kommunikation, datalagring och dataförmedling
* Integrera förnybara energikällor som till exempel sol-, vind och vattenenergi
* Minska på växthusgasutsläpp som CO2 ordlista
* Förbättra elförsörjningens kvalitet och pålitlighet
* Förse konsumenter med tillgång förmånligare elektricitet
* Säkerställa säkerhet för operationer och eltransporten inom systemet; samt
* Öka effektiviteten för distribution och överföring av ström (eng. Transmission and Distribution, T&D) ordlista

Skriver mer om olika delarna i ett smart elnät (bland annat smarta elmätare) blir ca 3-5 underrubriker till

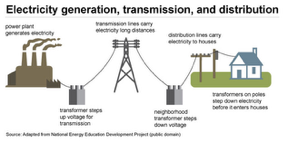
**Smarta elmätare**

En vital del för att skapa ett fungerande smart elnät är implementering av smarta elmätare. För att åstadkomma tvåvägskommunikation mellan energiproducenterna och konsumenterna behövs mätinstrument som kan mäta energikonsumtionen. Så kallade smarta elmätare består av en mätare som samlar data över hur mycket el man konsumerar och någon form av monitor (dator/pekskärm) som visar i realtid hur stor konsumtionen är samt hur stora kostnader som uppstår. Smarta elmätare ska inte i detta fall förväxlas med de mätare som nätbolag installerar som automatiskt skickar information om elförbrukningen så nätbolaget kan skicka elräkningar. Med smarta elmätare kan man uppfölja sin egna elanvändning i realtid med olika tidsintervall och som användare kan man välja att få information om sin konsumtion med en halv timmes mellanrum eller endast få månatliga rapporter. Som användare kan du se din konsumtion med hjälp av hemsidor eller via telefonapplikationer. Data om elkonsumtionen som skickas till nätbolagen möjliggör att planeringen elkonsumtion blir effektivare och vettigare. På grund av att man inte kan konservera el stöder dessa elmätare vidareutvecklingen av efterfrågeflexibiliteten. ”El är en färskvara som måste användas i samma stund som den produceras, därför måste produktionen hela tiden matcha användningen.” (Swedisch smartgrid).

<http://swedishsmartgrid.se/varfor-smarta-elnat/elsystemet-fornyas/smarta-elmatare/>

<http://www.energimyndigheten.se/tester/tester-a-o/elmatare-smarta/>

**Rubrik (hur ett elnät i praktiken fungerar)**



**Figur G:** [**https://www.eia.gov/energyexplained/images/transmission.jpg**](https://www.eia.gov/energyexplained/images/transmission.jpg)

**Figur G** visualiserar hur elen transporteras från kraftverken till slutanvändarna. Producenter är alltså de som tillverkar och säljer el, och kan då vara vilket kraftslag som helst (kärnkraft, vattenkraftverk etc). Transmissionsnätet är infrastrukturen (elledningar) som den producerade elen flöder genom. Från transmissionsnätet förs högspänningselen över till ett distributionsnät, där spänningen trappas ner, och som sedan för elen till slutanvändaren, alltså konsumenter som köper elen [10,11].

**Efterfrågeflexibilitet**

Skriver mer om efterfrågeflexibilitet (demand responce), detta inkluderas dit

I framtiden, då förnybara primärenergikällor som vindenergi och solenergi ökar, kan man säga att smarta elnät ses som ett måste för att upprätthålla en hållbar utveckling inom svårt samhälle. Smarta elnät möjliggör en tvåvägs kommunikation mellan elproducenterna och konsumenterna. Som exempel kan enskilda hushålls eller industriers elkonsumtion mätas och skickas som data som innehåller information om mängden el som använts, när den förbrukats och vad elen använts till etc. Smarta elnät kan även reagera på ändringar inom energiutbudet och kan därmed optimera förbrukningen samt göra den mer kostnadseffektiv. Dagens traditionella elproduktionen och utbudet beror endast på uppskattningar i vad energiförbrukningen tros vara. Denna envägsdistribution är bristfällig och ifall efterfrågan av el överskrider utbudet måste man öka produktionen snabbt, vilket leder till högre elkostnader samt användning av icke-miljövänliga energiskällor som till exempel olja.

I dagens samhälle finns det flera brister i vår energiförbrukning samt konsumtion.

Eftersom tillgången till förnybara energikällor varierar stort måste man ändra tänkesättet på hur vi konsumerar el. I stället för att ha ett system där produktionen av energi baserar sig på efterfrågan bör konsumtionen anpassa sig till utbudet. Detta innebär att konsumenterna bör uppmuntras till att använda sig av el när utbudet på förnybar energi är hög och samtidigt minska på sin förbrukning när utbudet är lågt. I samband med smart elnät har begreppet efterfrågeflexibilitet introducerats. Denna efterfrågeflexibilitet baserar sig alltså på det att konsumenten kan anpassa sin elförbrukning med att till exempel använda sig av ström då det är billigt och utbudet högt. Denna metod strävar till att skapa en jämnare elkonsumtion där man skulle undvika stora skiftningar i utbuds- och konsumtionskurvan. Målet är också att optimera elkonsumtionen och flödet av energi i våra nätverk på ett sätt där enskilda konsumenten får ekonomisk vinst och att stabilisera vår elkonsumtion. Efterfrågeflexibileteten är starkt beroende av konsumenternas initiativ och engagemang i att följa med utbudsläget. Vi kan dock inte förvänta oss att konsumenter ska konstant följa med sin elanvändning, vilket innebär att denna process bör automatiseras. För att möjliggöra denna uppföljning, krävs mätare som signalerar när belastningen på våra elnät är hög eller när priset på energi är hög.

Efterfrågeflexibiliteten kan lösa flera problem vi möter i dagens energiindustri. Elnät är beroende av balansen mellan den energi som producenter matar ut och det vad konsumenterna använder. Ifall dessa inte är i balans sker det en störning i elnätets frekvens, vilket kan det leda till strömavbrott. Efterfrågefexibiliteten skulle som sagt skapa en balans som skulle förebygga uppkommandet av störa förändringar i förbrukningen av energi. För tillfället är resursanvändningen bristfällig och speciellt förbrukningen av förnybara energikällor är svag. Med hjälp av mätare som signalerar när lönsamheten att förbruka energi är hög, skulle man kunna optimera användningen på ett helt annat sätt och använda sig av just vind- och solenergi effektivare. En viktig del inom efterfrågeflexibiliteten är tvåvägskommunikationen och tekniken som bör implementeras. Detta är samtidigt ett av de största problemen. Dilemman vi i dagens läge möter och som hindrar utvecklingen av efterfrågeflexibilitet är konsumenternas låga kunskap om saken samt att konsumenterna inte är medvetna om deras position och betydelse för utvecklingen av efterfrågeflexibiliteten. Även nivån på mängden smarta tjänster och teknologi som möjliggör en tvåvägskommunikation är liten.

Källor:

1. <https://www.eea.europa.eu/sv/miljosignaler/miljosignaler-2017-europas-framtida-energiforsorjning/artiklar/energi-i-europa-sa-ser>

2. <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/pocketbook_energy_2017_web.pdf>

3. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7905983/8-14032017-BP-EN.pdf/af8b4671-fb2a-477b-b7cf-d9a28cb8beea>

4. <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_from_renewable_sources>

5. <https://energia.fi/sv/energiindustris_intressebevakning/energipolitik/eu_s_2030_malsattningar>

6. <https://ilmasto-opas.fi/sv/ilmastonmuutos/videot-ja-visualisoinnit/-/artikkeli/af1524b7-09cf-45ce-8d2f-e7ba7fa4d158/ilmastonmuutoksen-hillinta-toimialoittain-kuvina.html>

7. <https://web.archive.org/web/20130602083645/http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=617-04-13>

8. <https://www.ferc.gov/industries/electric/indus-act/smart-grid/eisa.pdf>

9. <https://energia.fi/sv/energiindustris_intressebevakning/energipolitik/energinat>

10. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:641093/FULLTEXT01.pdf>

11. <https://energia.fi/sv/basfakta_om_energibranschen/energinat/elnat>

12. <https://books.google.fi/books?id=cLwO-Hh6_VEC&pg=PA1065&lpg=PA1065&dq=bayliss+%26+hardy+smart+grid&source=bl&ots=wfJbRkvXAY&sig=dNpoVG0N8WEsuGxXdz5qZCpISYA&hl=fi&sa=X&ved=0ahUKEwjtgbfysofaAhWBFywKHa8wD90Q6AEIRDAF#v=onepage&q=bayliss%20%26%20hardy%20smart%20grid&f=false>

Bayliss & Hardy, 2102 sid. 1059-1073

13. Helsingin Sanomat 3.1.2018 Sähkönkulutuksen pitää sopeutua tarjontaan

<https://ac.els-cdn.com/S0167739X11000653/1-s2.0-S0167739X11000653-main.pdf?_tid=ea6bd025-b903-480b-bc65-a68f11998848&acdnat=1521637417_505c782b07dc99695f706c385c261c93>

<https://www.netl.doe.gov/File%20Library/Research/Energy%20Efficiency/smart%20grid/moderngrid_web.swf>

<http://www.sodrahallandskraft.se/produkter-och-priser/elnaet/sveriges-elnaet-lite-fakta/>

<https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html>

<http://new.abb.com/se/om-abb/teknik/sa-funkar-det/smarta-elnat>