

Elinorr

# Strategi för öppna elnät

Augusti 2022



**ELINORR**  
ELNÄTBOLAG I SAMVERKAN

# Innehåll

Innehåll.....	2
Sammanfattning.....	6
Vi skapar öppna elnät.....	6
Fokus och struktur.....	6
Kundförståelse .....	7
Övervaka osäkerheter och justera strategin.....	7
Handlingsplanen för öppna elnät.....	7
Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering.....	8
Standardisering.....	8
Nät drift, övervakning och stabilitet .....	8
Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet .....	9
1 Inledning.....	10
1.1. Förändringsfaktorer.....	10
1.2. Samverkande förändringsfaktorer.....	10
1.2.1. Megatrender.....	10
1.2.2. Uppvärmningssektorn.....	10
1.2.3. Elektrifiering.....	11
1.2.4. Marknadsmodell.....	11
1.2.5. Kapacitetsbrist.....	12
1.2.6. Ukraina .....	12
1.2.7. EU .....	12
1.3. Anpassning av elnäten.....	12
1.4. Syfte och omfattning för denna strategi.....	13
1.5. Förstå strategins struktur .....	13
2 Strategins scenarier.....	15
2.1. Klimatmål.....	15
2.2. Trender och osäkerheter.....	15
2.3. Scenarier .....	16
3 Strategi för öppna elnät.....	20
3.1. Strategins mål.....	20
3.2. Strategins uppbyggnad .....	20
3.3. Kundförståelse.....	21
3.4. Övervaka osäkerheter och justera strategin.....	21
3.5. Handlingsplanen för öppna elnät .....	22
3.6. Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering.....	22
3.7. Standardisering .....	23

3.8.	Nät drift, övervakning och stabilitet .....	23
3.9.	Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet.....	23
4	Aktiviteter.....	25
4.1	Tabellerna.....	25
4.2	Kundförståelse.....	25
4.3	Övervaka osäkerheter och justera strategin.....	26
4.4	Handlingsplanen för öppna elnät.....	27
4.5	Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering.....	28
4.6	Standardisering.....	29
4.7	Nät drift, övervakning och stabilitet .....	31
4.8	Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet.....	32
5	Resultat .....	33
5.1	Elnätsbolagens utveckling.....	33
5.1.1	Initial .....	33
5.1.2	Begynnande.....	33
5.1.3	Utvecklad.....	33
5.1.4	Mogen.....	34
5.1.5	Ledande .....	34
5.2	Bidragande organisationer .....	34
5.2.1	Elinorr.....	34
5.2.2	Medlemsföretagen.....	34
5.2.3	Andra organisationer.....	34
5.3	Kundförståelse.....	34
5.3.1	Luleå Tekniska Universitet.....	34
5.3.2	Drift-, beräknings- och GIS-system.....	35
5.4	Övervaka osäkerheter och justera strategin.....	35
5.4.1	Vätgas.....	35
5.4.2	Elektrobränslen .....	36
5.4.3	Produktionskostnad för el.....	36
5.4.4	Utveckling av industriella processer.....	36
5.4.5	Prisutvecklingen för solceller och energilagring.....	36
5.4.6	Prisutveckling för vindkraft.....	36
5.4.7	Prisutvecklingen på elbörsen.....	37
5.4.8	Installationen av solceller och energilagring per elnätsområde.....	37
5.4.9	Utvecklingen av solceller med energilagring .....	37
5.4.10	Sveriges kraftbalans .....	37
5.4.11	Sveriges elenergiplanens.....	38
5.4.12	Kapacitetsbrist.....	38

5.4.13	Migrationen och dess inverkan på elförbrukningen.....	38
5.4.14	Digitalisering och artificiell intelligens (AI) .....	39
5.4.15	Andelen elfordon .....	39
5.4.16	Utveckling inom fordonsteknik.....	39
5.4.17	Teknik för att kyla och värma upp lokaler samt varmvatten .....	39
5.4.18	Utveckling av off-grid-lösningar.....	39
5.4.19	Smarta elnät.....	40
5.4.20	Utvecklingen kring tillämpningar av blockkedjetekniken för elmarknaden .....	40
5.4.21	Uppstickare på elmarknaden.....	40
5.4.22	Användning av bioenergi.....	41
5.4.23	Covid-19.....	41
5.4.24	Ren energi för alla i Europa .....	41
5.4.25	Likströmsnät.....	42
5.4.26	Förändringar i IKN-förordningen .....	42
5.4.27	Tamarinden.....	42
5.4.28	Futurum fastigheter .....	42
5.4.29	Kostnad för ny kärnkraft.....	42
5.4.30	Regeringens elektrifieringsstrategi.....	43
5.5	Handlingsplanen för öppna elnät .....	43
5.5.1	Flexibilitetstjänster.....	43
5.5.2	Marknadsplattformar.....	44
5.5.3	Coordinet .....	44
5.5.4	Sthlmflex.....	44
5.5.5	Effekthandel Väst .....	45
5.5.6	Örebrobostäder.....	45
5.6	Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering .....	45
5.6.1	Ei:s tariffutredning.....	45
5.6.2	Rimlig intäktsreglering.....	46
5.7	Standardisering .....	46
5.7.1	Nätkoder.....	46
5.7.2	EU DSO Entity.....	47
5.7.3	Apparatstandarder.....	47
5.7.4	EBR.....	47
5.8	Nät drift, övervakning och stabilitet .....	48
5.8.1	Nätstationsautomation.....	48
5.8.2	SCADA-system .....	48
5.8.3	Indikatorer för smarta elnät .....	49
5.9	Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet.....	49

5.9.1	Förståelse av elnäten.....	49
5.9.2	Anläggningsförvaltning.....	49
5.9.3	Simris-projektet.....	50
5.9.4	Laddning av elfordon.....	50
5.9.5	Tillståndsprocesser.....	51



# Sammanfattning

## Vi skapar öppna elnät

...där slutkunder och marknadsaktörer kan ansluta och använda all den utrustning de önskar, särskilt distribuerad produktion, energilagring och ny förbrukning, med beaktande av kostnadsriktighet, driftsäkerhet, standardisering och tekniska förutsättningar.

*År 2030 kan nuvarande och nya slutkunder och marknadsaktörer använda all den utrustning de önskar och ansluta den till de handelsplatser som elnäten utgör.*

Sveriges lokalnätägare står inför många osäkerhetsfaktorer. Elinorr har därför studerat olika scenarier för framtiden. Detta syftar till att positionera lokalnäten för att effektivt möta kundernas framtida behov. Lokalnäten måste planera och utveckla sina verksamheter på ett sätt som bibehåller en stor flexibilitet under en period av snabb förändring.

Strategin ger också intressenterna en sammanhängande vision för distributionsnätets framtida roll i en EU-kontext.

Strategin fokuserar på skärningspunkten mellan ny teknik och elnätsverksamhet snarare än elnäts traditionella roll. Detta är en utmaning för alla elsystem runt om i världen. Vi har därför införlivat upplägg från andra delar av världen i denna strategi.

Med tanke på den stora osäkerheten kring omvärldsfaktorer, utvecklingen av ny teknik och kundbeteende, innehåller strategin ett minimum av åtgärder som bör vidtas i lokalnäten - Åtgärder som för det mesta identifieras från gemensamma element i de scenarier som ligger till grund för strategin och som fångar osäkerheten i den framtid som lokalnäten står inför. Strategin täcker de kommande tio åren, med förberedelse för de förändringar vi ser ända fram till 2050.

I arbetet med strategin har vi förutsatt att lokalnäten ska behålla sin kärnverksamhet – leverera el med hög tillgänglighet och säkerhet, så att elektrisk energi kan tillhandahållas på ett säkert, tillförlitligt, effektivt och hållbart sätt, vilket ligger i kundernas långsiktiga intresse.

Strategin ger en uppsättning riktlinjer för lokalnätens ägare och ledande befattningshavare att beakta när de fastställer sina strategier och planer för framtiden. Tonvikten ligger på de nya aktiviteter och funktioner som elnätsverksamheten kommer att behöva införa under de kommande tio åren. Även om befintlig verksamhet inte explicit berörs i strategin, ligger den till grund för genomförandet. Det som avhandlas i strategin är de skillnader vi ser gentemot befintlig verksamhet.

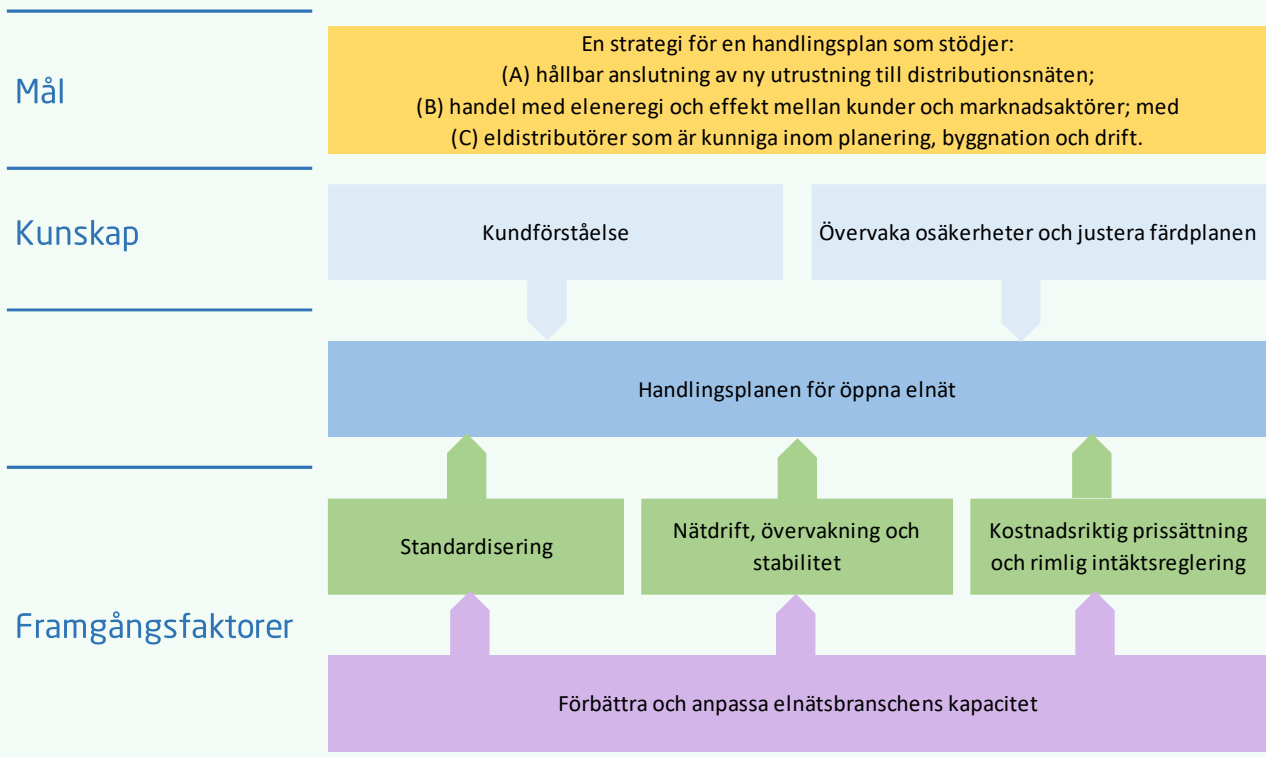
## Fokus och struktur

Åtgärderna i strategi är grupperade i olika programområden. **Handlingsplanen för öppna elnät** utgör centrum för strategin och utgör ett av sju programområden. Tack vare handlingsplanen kommer kunderna att kunna ansluta och använda all utrustning med beaktande av:

- Kostnadsriktighet
- Nätstabilitet, driftsäkerhet och säkerhet
- Standardisering av utrustning och anslutningar

Handlingsplanen möjliggör också handel med elenergi och effekt mellan kunder och marknadsaktörer som använder distributionsnäten.

I figuren på nästa sida visas strategins programområden, sex av programmen i strategin ger antingen förståelse av handlingsplanen eller utgör direkta aktiviteter i den.



Handlingsplanen för öppna elnät och de sex programområdena beskrivs nedan.

## Kundförståelse

Mål: Förstå kundernas motiv och beteenden för att bestämma: (1) inverkan av distribuerad elproduktion och energilösningar såsom energilager och nya konsumtionsmönster; och (2) vilka krav nya belastningstyper såsom laddinfrastruktur för elfordon ställer på distributionsnäten.

- Tillgång till mätdatat  
Succesiv övergång till smarta mätare med kvarttimmesmätning för att förstå nya beteenden
- Förstå distribuerade energilösningar  
Inhämta data om utrustning av distribuerade energilösningar (plats, typ etc), förståelse av kundernas användning och via scenarierbete förstå möjligheter att ansluta distribuerade energilösningar
- Nya belastningstyper  
Förstå anslutningskrav (plats, typ etc) från nya belastningstyper, planera därefter för att ansluta dessa i stor skala
- Ny distribuerad elproduktion  
Förstå anslutningskrav (plats, typ etc) för distribuerad elproduktion, planera därefter för att ansluta dessa i stor skalanät-koder

## Övervaka osäkerheter och justera strategin

Mål: Hålla oss uppdaterade beträffande teknikutvecklingen och utveckla elnätsbolagen i takt med omvärldsförändringar. Uppdatera denna strategi så att den förblir relevant.

- Omvärldsbevakning  
Övervaka osäkerheter, megatrender, teknikutveckling och kundbeteenden regelbundet och förändra strategin vid behov

## Handlingsplanen för öppna elnät

Syfte: Tillhandahålla eldistributionsnät där kunder och marknadsaktörer kan ansluta och använda all den utrustning de önskar, särskilt distribuerad produktion, distribuerade energilösningar och ny förbrukning, med beaktande av (1) kostnadsriktighet, (2) driftsäkerhet, (3) standardisering och (4) tekniska förutsättningar.

- Möjliggöra elhandel i distributionsnäten  
Förstå vilka krav distribuerade energilösningar ställer, möjliggöra anslutning av dessa och ge tillgång på lika villkor till distributionsnäten som utgör de grundläggande plattformarna för att överföra elenergi och effekt till och från kunderna samt mellan dem

- Nya aktörer för att stabilisera elnäten  
Börja med att pröva distribuerade energilösningar och användarflexibilitet för att etablera processer och system, för aggregatorer och andra aktörer som bidrar till elnätsdriften
- Regelverk för användarflexibilitet  
Samarbeta nationellt och inom EU med politiska institutioner, myndigheter och branschorgan om de utmaningar vi har och ta fram lösningar för de situationer när flera aktörer agerar i elnäten, testa tredjepartslösningar och implementera i full skala därefter

## Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering

Mål: Möjliggör införandet av Handlingsplanen för öppna elnät genom att se till att lämpliga incitament utvecklas, inklusive prissignaler på lång och korta sikt för att samordna distribuerade energilösningar för att förhindra överbelastning samt en rimlig intäktsreglering.

- Kostnadsriktig prissättning är en viktig aspekt av Handlingsplanen för öppna elnät
- Tarifferna kommunicerar kostnaden för att använda distributionsnäten för elöverföring till och från elnätskunder och behovet av kapacitet för effektbalansen i elnäten
- Handlingsplanen för öppna elnät förutsätter kostnadsriktig prissättning av distributionstjänsterna för att säkerställa effektiv användning av distributionsnäten nu och i framtiden
- Intäktsregleringen måste ge utrymme för positivt kassaflöde och rimlig lönsamhet

## Standardisering

Mål: Ta fram konsekventa förutsättningar för anslutning av all utrustning i alla nätområden. Säkerställa att den utrustningen som ansluts överensstämmer med godkända standarder och koder för att minimera dess påverkan på elsystemet.

- Nätkoder  
Inför EU:s nätkoder

- EU DSO Entity  
Delta aktivt i entitetens arbete, för att anpassa EU:s regelverk till svenska förhållanden och så att de passar små och medelstora lokala elnätsbolag
- Apparatstandarder  
Bidrar till internationella standarder för att säkerställa att de är lämpliga för Sverige. All utrustning som ansluts till elnäten ska överensstämja med godkända standarder och koder
- Nätteknik  
Undersök hur man på bäst sätt kan få en likartad teknisk nivå i alla elnätsbolag.
- Cybersäkerhet  
Utarbeta lämpliga standarder för cybersäkerhet och implementera dessa
- Autonoma distribuerade energilösningar  
Utarbeta lämpliga standarder för autonoma distribuerade energilösningar. Testa och implementera standarder för att säkerställa stabiliteten hos autonoma energilösningar

## Nät drift, övervakning och stabilitet

Syfte: Säkerställ stabiliteten i Handlingsplanen för öppna elnät via detaljerad monitorering av mellanspannings- och lågspänningsnäten och förbättrad planering och driftövervakning.

- Övervakning av distributionsnätet  
Utrullning av nätstationsautomation, avancerad mätinfrastruktur och smarta elmätare. Förbättra datakvalitet och insamlingen över tid, för att fördjupa kunskapen om distributionsnäten
- Nätstabilitet  
Undersök konsekvenserna av många autonoma distribuerade energilösningar och metoder för kontroll. Testa styrsystem i distributionsnäten och implementera dessa system
- Tillhandahållande av nätinformation  
Undersök och testa system för att tillhandahålla nätinformation från mellanspannings- och lågspänningsnäten till driftpersonal och implementera dessa system på bred front



## Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet

Mål: Förstå elnäten på ett djupare plan, deras förmåga att ansluta distribuerade energilösningar, hur överbelastning kan undvikas och utformning av kontrakt med nya aktörer som kan leverera flexibilitetstjänster för elnätsdrift. Säkerställa förståelsen av bestämmelser och skyldigheter de medför.

- Förståelse av elnäten  
Förstå hur spänningsvariationer och överbelastning i låg- och mellanspänningsnäten uppstår och hanteras. Förstå distributionsnätets förmåga att ansluta distribuerade energilösningar och möjligheter för dessa att stödja elnäten för att förhindra nätkollaps

- Kontrakt för att stabilisera elnäten  
Undersök lokalnätets krav på tjänster för nätstabilitet, utarbeta förfrågningsunderlag och upphandla sådana för att se vilka lösningar marknaden kan erbjuda. Utveckla nödvändiga processer för att stödja upphandling av tjänster för nätstabilitet. Implementera dessa lösningar på bred front hos alla elnätsbolag
- Anläggningsförvaltning  
Gemensamt utarbeta metoder för effektiv anläggningsförvaltning och implementera dessa hos alla elnätsbolag
- Off-grid lösningar  
Testa off-grid lösningar för avlägsna kunder, utarbeta gemensam best practice inom föreningen och använd på platser där det är mer ekonomiskt än traditionella elnät

# 1

## Inledning

Traditionell produktion och användning av el förändras. Ny prisvärd teknik leder till disruptiv förändring av produktion, användning och kundbeteenden, driver utveckling i en hittills ööverträffad hastighet och medför stor oförutsägbarhet inom elsektorn samt skapar möjligheter.

### 1.1. Förändringsfaktorer

Grundläggande förändringar av omvärldsfaktorer, kundernas preferenser samt teknikutveckling, kommer att ha en djupgående inverkan på energibranschen de närmaste 30 åren.

Dessa förändringar, eller megatrender, inkluderar:

1. kravet att uppfylla klimatmålen, vilket till stor del kan uppnås genom effektiviseringar och att byta befintliga energilösningar till förnyelsebar el;
2. nya tekniklösningar, som ökar möjligheterna för kunder att producera och lagra el, såväl som använd el på nya sätt;
3. att kunder väljer att använda ny teknik som speglar deras personliga behov och önskemål, såsom att spela en aktiv roll på elmarknaden, för att uppnå klimatmålen; och
4. en ökad detaljstyrning från EU och dess institutioner;
5. ett säkerhetspolitiskt osäkert läge.

Med tanke på svårigheterna att förutspå framtida teknikutveckling och kundernas beteenden måste elnätsbolagen planera för en framtid med stor osäkerhet.

Denna strategi har utvecklats för Elinorrs medlemsföretag. Dess syfte är att ge information och insikter i hur elnäten kommer att användas i framtiden, samt ge rekommendationer om hur elnätsbolagen bör agera.

Strategin syftar till att positionera medlemsföretagen på bästa sätt för att effektivt möta kundernas kraftigt förändrade behov och ge vägledning om hur bolagen ska planera och utveckla sina elnät och sina verksamheter på ett sätt som bibehåller flexibilitet under en period av genomgripande förändring.

Strategin ger också en sammanhängande vision för elnätets framtida roll i Sverige.

### 1.2. Samverkande förändringsfaktorer

#### 1.2.1. Megatrender

Förändringarna och megatrenderna är sammanlänkade. Behovet av att minska utsläppen av växthusgaser har lett till utveckling av miljövänlig teknik, såsom vindkraft, solceller, elfordon och batterilager, vilket i sin tur möjliggör större engagemang från kunderna för att minska sin klimatbelastning via egen elproduktion eller elektrifiering av tillverkningsprocesser.

#### 1.2.2. Uppvärmningssektorn

Uppvärmningssektorn präglas av minskade uppvärmningsbehov till följd av energieffektivisering i den existerande bebyggelsen och nya byggnader med mycket litet uppvärmningsbehov. Den återstående uppvärmningen baseras i allt större utsträckning på återvunnen energi och solvärme. Samtidigt driver sammanlänkade orsakskedjor på en ökad elektrifiering

av uppvärmningen av byggnader<sup>1</sup>. Olika byggregler styr bort från fjärrvärme till värmepumpar i byggnader. Trenden förstärks av att vissa kunder ser byggnadsanknutna lösningar såsom solceller på taket och värmepump som en del av självförsörjnings-idealet. Andra kunder ser en fördel i den upplevda frihetsgraden. Elektrifieringstrenden kring uppvärmning riskerar att försämma effektbalansen vintertid.

### 1.2.3. Elektrifiering

Vi kommer att möta en kraftigt ökade användning av el till följd av andra branschers allt större elektrifiering. Detta kan göras på ett långsiktigt hållbart sätt, både sett till kostnad, leveranssäkerhet och elkvalité samt klimat och miljö. I Sverige bedöms elanvändningen öka från dagens 140 TWh/år till mellan 240 TWh/år och 310 TWh/år år 2045<sup>2</sup>. Ökningen beror främst på en ökad elanvändning inom tre sektorer:

- Transportsektorn, där en betydande del av person- och godstransporterna antas vara elbaserade år 2045.
- Service- och företagssektorn, där bland annat utbyggnaden av datahallar antas bli stor i Sverige.
- Processindustrin, där flera branschers processer antas ställas om från fossila bränslen till fossilfri el om något eller några decennier.

När det gäller effektbehovets utveckling visar beräkningar att detta också växer rejält, men i något långsammare takt än energibehovet. För elfordon antas då exempelvis en hög grad av ”smart” laddning, dvs att laddning i stor utsträckning sker under låglasttimmar, samtidigt som tillkommande elanvändning inom industrin har en relativt jämn profil.

Ett sätt att minska utsläppen av växthusgaser, är att satsa på en ökning av storskalig, centraliserad förnyelsebar elproduktion. Detta medför att kapaciteten i stam- och regionnät måste kraftigt förstärkas, för att kunna överföra större volymer av elektrisk energi till kunderna. Förnyelsebar energi kommer att ge effektivare och utsläppsfria substitut till befintliga fossila processer inom industri och transport.

Ett annat alternativ för att minska utsläppen av växthusgaser är att satsa på distribuerad produktion (t ex solceller och vindkraft), lagring och mikronät. Sådan teknik kan kompletteras med förnyelsebara bränslen som väte eller biobränslen. Viss energianvändning kan ändras till el (t.ex. transporter), medan andra användningsområden fortsätter med förbränning, men med förnyelsebara bränslen.

Verkligheten kommer sannolikt att vara någonstans mellan dessa ytterligheter, precis som kundernas beteenden kommer att finnas på en skala mellan aktiva och passiva, vilket identifieras i de scenarier som ligger till grund för denna strategi.

En förutsättning för att klara klimatomställningen är en ökad integration inom energisystemet. Utformningen av systemintegration måste först och främst ske på lokal eller regional nivå, pga de stora skillnaderna i olika områdens lokala förutsättningar. Utgångspunkten är att lösningarna måste bidra till att begränsa onödig energitransport och ge mervärden till de lokala kunderna. Centralt i förändringarna finns kunder som får ökade möjligheter att använda el. De kommer att använda olika lösningar utifrån lönsamhet, användarvänlighet, miljöhänsyn och sin egen situation. Därmed kommer kunderna att uppvisa mer individuella beteenden än tidigare. Men ingen vet exakt hur kunderna kommer att agera, eller vilken ny teknik som kommer att finnas tillgänglig i framtiden och hur kunderna kommer att använda den.

### 1.2.4. Marknadsmodell

Det finns anledning att ifrågasätta om den nuvarande marknadsmodellen kan säkerställa det elsystem som behöver utvecklas med acceptabel leveranssäkerhet. I Energikommissionens slutbetänkande<sup>3</sup> lyfts detta som en av frågorna och utredningen lyfter alternativa marknadsdesigner som att införa en kapacitetsmarknad. En kapacitetsmarknad skulle innebära att en producent inte bara kan få betalt för den el som levereras utan även tillgänglig kapacitet som ställs till förfogande skulle prissättas. Den nuvarande marknadsmodellen medför att elpriserna minskar på grund av att utbudet ökar med mer sol och vind i elsystemet. Detta gör att produktion som ska täcka den del som sol och vind inte kan täcka inte blir lönsam.

<sup>1</sup> [https://www.scb.se/contentassets/6f9dcff961bf4b2981ea8b4058ad711f/en0105\\_2020a01\\_sm\\_en11sm2101.pdf](https://www.scb.se/contentassets/6f9dcff961bf4b2981ea8b4058ad711f/en0105_2020a01_sm_en11sm2101.pdf)

<sup>2</sup> [www.energiforetagen.se/pressrum/pressmeddelanden/2021/ny-analys-sveriges-elanvandning-kan-landa-pa-310-twh/](http://www.energiforetagen.se/pressrum/pressmeddelanden/2021/ny-analys-sveriges-elanvandning-kan-landa-pa-310-twh/)

<sup>3</sup> <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2017/01/sou-20172/>

### 1.2.5. Kapacitetsbrist

Kapacitetsbristen i elnäten har gått från svår till akut. Storstadsregionerna har drabbats hårdast men allt fler regioner förväntas slå i kapacitetstaket i närtid enligt Ei:s prognoser<sup>4</sup>. Det är sannolikt att frågan kommer att påverka rollerna på elmarknaden och vara pådrivande för flexibilitetslösningar.

Det är också sannolikt att etableringar av elintensiv industri i områden med kapacitetsbrist kommer att ifrågasättas, och kanske till och med generellt, i synnerhet om dessa verksamheter tros tränga undan annan mer arbetsintensiv industri. Trots att det framför allt är nyetableringar som varit hotade, riskerar debatten bidra till en allmän bild av att elnäten är opålitliga. Kapacitetsbristen har samtidigt satt fokus på behovet av investeringar i näten och fjärr- och kraftvärmens roll.

Elektrifieringsboomen som vi har bara sett början av sätter strålkastarljuset på kapacitetsbristerna i näten. Stamnätets otillräckliga överföringsförmåga lär uppmärksammas allt mer. Svenska kraftnät kommer sannolikt få ett utökat uppdrag för att lösa kapacitetsutmaningarna och öka investeringarna. Det börjar också komma ett politiskt tryck på att förbättra incitamentet för elnätsinvesteringar.

### 1.2.6. Ukraina

Kriget i Ukraina påverkar de svenska elpriserna och sätter fokus på den bristande överföringskapaciteten mellan de olika elprisområdena och då främst den otillräckliga överföringsförmågan till område tre och fyra, dvs södra Sverige. Flera faktorer talar för ett fortsatt historiskt högt elpris i främst elprisområde Stockholm och Malmö<sup>5</sup>.

Många länder i Europa är beroende av energileveranser från Ryssland. Det är framför allt den stora importen av naturgas till elproduktion i Europa, som påverkar elpriserna i Sverige, även om den svenska elproduktion inte är beroende av naturgas.

Utifrån simuleringar som bygger på scenarier där gasleveranserna från Ryssland kraftigt begränsats ser man fördubblade elpriser i elprisområde Stockholm (1 kr/kWh) och Malmö (1,1 kr/kWh) jämfört med ett modellerat normalår. Ser man däremot till extremfallet, med ännu högre gaspriser, kommer snittpris att ligga på 1,5 krona/kWh i dessa

elprisområden. Det kan jämföras med cirka 35 öre/kWh i norra Sverige under samma period. Den nedsatta överföringskapaciteten accentuerar de ojämna nivåerna på elpriset i landet.

### 1.2.7. EU

Regelverket för EU:s elmarknad syftar till att göra den konkurrenskraftig, konsumentinriktad och mer flexibel. Det ger konsumenterna fler rättigheter och underlättar deras deltagande på marknaden som aktiva kunder. Man vill därigenom skapa ökad konkurrens och lägre priser för konsumenterna.

Implementeringen av ”Vinterpaketet” eller ”Ren energi för alla i Europa” i svensk lagstiftning medför att elnätsbolagen får ytterligare begränsningar. Man kommer som huvudregel inte att få bedriva annan verksamhet än elnätsverksamhet. Utöver elnät får företagen dock driva andra nät, t ex fiber, vatten och fjärrvärme. Däremot får man inte ha fjärrvärmeproduktion eller elproduktion för att täcka nätförluster. Man får inte heller äga energilagrar eller laddinfrastruktur. Förändringarna i ellagen innebär också att intäktsramarna ska ta hänsyn till i vilken utsträckning flexibilitetstjänster används för att förbättra effektiviteten i nätverksamheten, att stödtjänster för nätverksamheten måste upphandlas på ett öppet, icke-diskriminerande och marknadsorienterat sätt samt att nätutvecklingsplaner ska utarbetas vart annat år.

En ny organisation har inrättats i Bryssel – EU DSO Entity. Dess syfte är att utarbeta nätkoder, dvs detaljerade regelverk för elmarknaden, beträffande:

- samordning av stamnät och lokalnät;
- integration av förnyelsebar produktion, energilagrar och användarflexibilitet i distributionsnäten;
- smarta elnät och smart mätning; och
- datahantering, cybersäkerhet och dataskydd.

## 1.3. Anpassning av elnäten

I centrum för dessa förändringar finns elnäten, som levererar förnyelsebar energi till alla kunder och i allt större utsträckning ger dem möjlighet att sälja deras egenproducerade el.

Det är elnätsbolagens roll att stödja kunderna så att de kan använda ny teknik i framtiden, vilket möjliggör

<sup>4</sup> [https://www.regeringen.se/4afc14/contentassets/8d350a3c57644a9faf9ffe7678743961/eir2020\\_06\\_kapacitetsutmaningen-i-elnaten.pdf](https://www.regeringen.se/4afc14/contentassets/8d350a3c57644a9faf9ffe7678743961/eir2020_06_kapacitetsutmaningen-i-elnaten.pdf)

<sup>5</sup> [https://www.profu.se/ukraina\\_elpris.htm](https://www.profu.se/ukraina_elpris.htm)

innovation och hjälper till i övergången till förnyelsebar energi för att nå klimatmålen.

Målsättningen är att kunderna ska kunna ansluta all den utrustning de önskar till elnäten, under förutsättning att det är en kostnadsriktig prissättning för nättjänsten och att utrustningen uppfyller lämpliga standarder för att säkerställa säkerhet och tillförlitlighet för alla anslutna kunder.

## 1.4. Syfte och omfattning för denna strategi

Strategin fokuserar på skärningspunkten mellan den nya teknik som diskuterats tidigare och elnäten, snarare än på traditionella aspekter av eldistribution.

Med tanke på den stora osäkerhet som råder om framtida förhållanden innehåller strategin ett minimum av åtgärder som bör vidtas av elnätsbolagen – åtgärder som för det mesta identifieras från gemensamma företeelser i scenarierna som ligger till grund för strategin och som fångar osäkerheten i den framtid som elnätsbolagen står inför.

Den ger en uppsättning riktlinjer för elnätsbolagens styrelser och ledningsgrupper att överväga när de fastställer sina egna strategier och framtidsinriktade planer. Tyngdpunkten ligger på de nya aktiviteter och funktioner som elnätsbolagen måste ha i framtiden.

För att utveckla strategin, har fokus legat på elnätsbolagens kärnverksamhet – att tillhandahålla en robust elnätstjänst, så att elenergin kan tillhandahållas säkert, tillförlitligt, effektivt och hållbart, vilket ligger i kundernas långsiktiga intresse.

Elnätstjänsten tillhandahålls till kunder och elmarknadens aktörer på lika villkor, lokalt och nationellt. Strategin försöker inte identifiera eller marknadsföra kommersiell verksamhet eller entreprenadverksamhet för elnätsbolagen – detta är något som kan övervägas av varje enskilt elnätsbolag och omfattas inte av denna strategi.

Strategin ger inte rekommendationer om hur elnätsbolagen ska implementera handlingsplanen. Åtgärder kan utföras av varje elnätsbolag individuellt eller kollektivt i grupper av elnätsbolag, eller tillhandahållas av tjänsteleverantörer.

Vid utvecklingen av denna strategi har liknande strategier från andra länder granskats och några aspekter har anpassats för att användas i de scenarier som ligger till grund för den här strategin.

De externa dokument som studerats innehåller flera modeller för framtiden och introducera begreppen distributionsnätsoperatör (DNO), distributions-systemoperatör (DSO), marknadsoperatör (IMO), aggregator och energigemenskaper. Den här strategin fokuserar dock på åtgärder som krävs av elnätsbolagen i framtiden, inte branschstrukturer eller regleringar. Behovet av en oberoende DSO, IMO eller någon annan aktör, ligger därför utanför strategin. Ändå, om en eller flera av dessa företeelser får fäste i Sverige, stödjer åtgärderna i denna strategi deras verksamhet.

Elinorr har tagit intryck från flera intressenter i samband med att vi utvecklat denna strategi. Deras åsikter och de aktiviteter som redan pågår i Sverige har givit input till arbetet med denna strategi. Det är tänkt att denna strategi regelbundet ska ses över och uppdateras.

Ett fundament i alla scenarier är kravet på att möta klimatmålen (såsom Parisavtalet och att nå nollutsläpp före 2050) vilket medför behovet av en CO<sub>2</sub>-neutral ekonomi.

I scenarierna kan antingen förnyelsebar el eller andra förnyelsebara energiformer används för att uppnå klimatmålen.

Strategin syftar till att positionera elnätsbolagen för att kunna ansluta och överföra förnyelsebar el för att uppnå nollutsläpp av CO<sub>2</sub>.

En potentiell risk med att inte följa strategin är att man förstärker trenderna i scenarierna ”elnätet som backup” (kunderna förbli ansluten till elnätet, men använder det bara som reservmatning och använd mindre energi från det, vilket leder till lägre intäkter) och ”off grid” (kunderna lämnar elnätet helt och hållet).

## 1.5. Förstå strategins struktur

Scenarierna och de osäkerheter de grundas på är en integrerad del av strategin. I avsnitt 2 i denna strategi sammanfattas scenarierna.

I avsnitt 3 introduceras strategins struktur och själva strategin.

I avsnitt 4 ges fler detaljer i strategins programområden.

I avsnitt 5 redovisas vad som sker inom de olika programområdena och vilka resultat som uppnåtts.



En läsare som bara vill förstå strategin behöver bara läsa avsnitt 2 och 3. En läsare som både vill förstå strategin och detaljerna i varje programområde ska läsa avsnitt 2, 3 och 4. För den som vill se vad som konkret sker inom de olika programområdena finns avsnitt 5, som även innehåller resultat och trendspaningar.

I texten används benämningarna elnätsbolag då man syftar specifikt på elnätsverksamhet, elhandelsbolag

då man syftar på säljare av el respektive elbolag då man syftar på både nät- och elhandelsbolag. Som samlingsbegrepp för alla traditionella aktörer på elmarknaden används ordet elbranschen. Även begreppet energibolag används och då inryms även annan verksamhet så som fjärrvärme och fjärrkyla. Ordet energibranschen används för att beskriva hela den traditionella branschen sammantaget.

# 2

## Strategins scenarier

---

Bakgrunden till alla scenarier är att Sverige ska nå nationella och internationella klimatmål.

### 2.1. Klimatmål

Parisavtalet<sup>6</sup> har till syfte att begränsa växthuseffekten till maximalt 1,5 °C.

EU har följande mål för 2030<sup>7</sup>:

- Minst 40 % lägre växthusgasutsläpp än 1990
- Minst 32 % förnyelsebar energi
- Minst 32,5 % högre energieffektivitet

EU kommissionen har i det sk 55 %-paketet<sup>8</sup> lagt fram ett förslag om att höja målsättningen för 2030 till minst 61 % lägre växthusgasutsläpp än 2005, för att EU ska bli klimatneutralt 2050.

Sverige ska senast 2045 ha nettonollutsläpp enligt det klimatpolitiska ramverket<sup>9</sup>. Utsläppen av växthusgaser bör senast år 2030 vara minst 63 procent lägre än

utsläppen 1990, och minst 75 procent lägre år 2040. Utsläppen från inrikes transporter, utom inrikes flyg, ska minska med minst 70 procent senast år 2030 jämfört med 2010.

### 2.2. Trender och osäkerheter

Kombinationen av de osäkerheter, trender och kundbeteenden vi ser resulterar i ett elsystem som förändras från att vara baserat på stora konventionella anläggningar som körs med baslast och lång utnyttjningstid, som stöds av centralt placerad reglerkraft, till ett nytt paradigm av billig, men intermitterant, förnybar produktion. Detta system balanseras av flexibel efterfrågan, batterier och konventionella produktionsanläggningar som körs med allt kortare utnyttjningstid.

---

<sup>6</sup><https://www.naturvardsverket.se/parisavtalet>

<sup>7</sup>[https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en)

<sup>8</sup><https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

<sup>9</sup><https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/>

Figur 2: a) Alla osäkerheter, megatrender och kundbeteenden som beaktats vid anpassning och utveckla scenarierna.

Osäkerheter	Megatrender	Kundbeteenden
Energipriser (el, gas, kol, olja, metanol...)	Digitalisering	Kundernas beteenden finns på ett spektrum från passivt till aktivt
Utveckling av förnyelsebara bränslen	Urbanisering	På grund av olika hinder, så som komplexitet och högt pris, agerar kunderna inte alltid i överensstämmelse med de värderingar de uttrycker
Energibranschens bidrag till minskning av växthusgaser på EU-nivå	Globalisering	
Efterfrågan på storskaligt centralt genererad elektricitet	Minskad kostnad för energilagring	
Regleringar	Större andel förnybar elproduktion	
Produktionskostnad för centralt genererad elektricitet	Kundernas ökade intresse för solceller och kostnadsminskningar för solel	
Utveckling av teknik för kundernas aktiva deltagande på elmarknaden	Kraven på leveranssäkerhet och service ökar	
Införandet av självkörande fordon	Nya leverantörer hanterar kundernas behov	
Ekonomiska förutsättningar för förnyelsebar energi	Kundernas misstro mot energibranschen (där energibolagen representerar de traditionella energilösningarna)	
Tillstånd att etablera IKN mellan fastigheter	Elektrifiering för att minska CO <sub>2</sub> -utsläppen	
Det säkerhetspolitiska läget	Ökat behov av säkerhet i energisektorn	
Samhällsförändringar efter coronapandemin	EU-beslut får allt större betydelse för energibranschen	

### 2.3. Scenarier

Scenarierna utgår från ytterligheter av kundbeteenden samt hur stor andel av den förnyelsebara energin som passerar elnäten:

- Passiva kunder som fokuserar på andra saker än el och är därför beroende av de energibolag som försörjer dem med energi.
- Aktiva kunder, eller prosumenter, som med hjälp av ny teknik engagerar sig aktivt i sin elanvändning som kund eller producent.
- Storskalig förnyelsebar produktion och batterilagring ansluts direkt mot elnäten som överför el till kunderna. Småskalig förnyelsebar produktion och batterilagring ansluts hos kunderna som använder elnäten för att sälja överskottsproduktionen. Detta sammantaget gör att energiomsättningen i lokalnäten ökar.

- Förnyelsebar produktion och batterilagring ansluts hos kunderna, som använder elen i sina egna anläggningar, vilket gör att energiomsättningen i lokalnäten minskar.

De resulterande scenarierna beskrivs nedan och avbildas i figur 1.

**Anslut och glöm:** Passiva kunder låter energibolagen bestämma hur deras energiförsörjning ska ske, baserat på deras behov. Energebolagen och nya marknadsaktörer hjälper kunderna att övergå till mer förnyelsebar energi, för att täcka sina energibehov. Storskalig förnyelsebar elproduktion växer, med viss tillväxt av distribuerad generering med solceller. Det sker en omfattande elektrifiering av tung industri och av fordonsflottan. Energebolagen styr kundernas förbrukning för att kontrollera effektbalansen och huvuddelen av batterilagren är anslutna direkt mot elnäten. Utnyttjandegraden i lokalnäten förändras inte

i någon större utsträckning tack vare effektiv laststyrning och batterilager.

**Prosumentens segertåg:** Genom användning av tekniklösningar, bestämmer kunderna aktivt hur de ska använda energi och ändrar sitt förbrukningsmönster över tiden baserat på pris. De tillhandahåller aktivt laststyrning och batterier, för olika tjänster i elförsörjningskedjan och får kostnadsminskningar som ett resultat. Prosumenter optimerar sin elanvändning och sin egen elproduktion och säljer överskottet via elnätet (distributions-, region- och stamnät). Det sker en omfattande byggnation av solceller och en omfattande elektrifiering av tung industri och av fordonsflottan. Central förnyelsebar elproduktion växer och förnyelsebara bränslen produceras för lagring av energi mellan årstiderna. Genom att kunderna aktivt styr sin förbrukning och med hjälp av effektiv laststyrning i realtid, bibehålls utnyttjandegraden i lokalnäten på en hög nivå.

**Backup-nätet:** Passiva kunder tillåter nya marknadsaktörer att hantera deras behov av energi. En fragmenterad elbransch tillhandahåller flera möjligheter för tredjepartstillträde på marknaden. Detta innefattar omfattande elproduktion (särskilt solceller) med batterilager direkt i kundanläggningarna. Det sker en omfattande elektrifiering av tung industri och av fordonsflottan. För utbyte av elenergi mellan fastigheter etableras mikronät<sup>10</sup>

parallellt med elnätsbolagens anläggningar. Förnyelsebara bränslen utvecklas och används för att leverera värme och el till bostäder, företag och offentliga lokaler via stor- och småskalig kraftvärme. Stora anläggningar som levererar el och värme installeras hos industrikunder. Att koppla från sig från elnätet är varken ekonomiskt motiverat eller önskvärt för kunderna. Därmed blir distributionsnäten en ”reservmatning”. Utnyttjandegraden minskar i lokalnäten och kostnad per levererad kWh ökar.

**Off-grid:** Frånkoppling från elnätet blir en ekonomisk möjlighet till följd av att kunderna kan använda förnyelsebara bränslen och lokal elproduktion. Aktiva kunder övergår till alternativa lösningar för sin energiförsörjning. Nanonät<sup>11</sup> som drivs av lokal elproduktion utvecklas, vilket är särskilt effektivt om det sker ”bakom mätaren”. Nya aktörer på marknaden erbjuder dessa lösningar till kunderna. Inom den tunga industrin sker en genomgripande elektrifiering. Övergången till elfordon är omfattande med snabbaddstationer som drivs av förnyelsebar produktion och batterier. Sådana laddplatser inkluderar företag, kanske med egen elproduktion, som tillhandahåller laddstolpar till kunder och personal. Utnyttjandegraden minskar i lokalnäten och kostnad per levererad kWh ökar till en nivå som gör att fler kunder lämnar elnätet. En spridd misstro mot energibranschen driver på viljan att koppla bort sig från elnätet.

<sup>10</sup> Ett mikronät avser en samling kunder som fortfarande är anslutna till distributionsnätet, med distribuerad produktion och batterier som levererar energi ibland, men med en anslutning till resten av distributionsnätet, vilken kan ha lägre kapacitet och/eller lägre tillgänglighet. Detta kan vara vanligt förekommande i scenariot med "Backup-nätet".

<sup>11</sup> Ett nanonät är ett lokalt elnät som saknar anslutning till övriga elnät (som har en kombination av solceller, batteri och småskalig produktion) som levererar el till ett litet antal kunder eller en enda kund. Ett lokalt elnät på en avlägsen plats som levererar el till några få kunder är ett exempel på ett nanonät.

Figur 1: Grafisk representation av scenarierna

		Kundbeteende	
		Passiv	Aktiv
		Jag bryr mig om min energiförsörjning	
Förnyelsebar energi via elnätet	Lite	<p><b>Anslut och glöm</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Till övervägande del en kundgrupp som är upptagen med annat än sin energiförsörjning.</li> <li>En organiserad energibransch erbjuder en mängd lösningar, där driftsäkerheten hanteras och styrs av elnätsbolagen.</li> <li>Batterier och nätansluten utrustning som ger en robust elförsörjning ansluts i distributionsnätet.</li> <li>Förnyelsebar el är framgångsrikt positionerad på marknaden och används för att reducera utsläppen av växthusgaser. Nya marknadsaktörer hjälper kunderna att övergå till mer förnyelsebar energi.</li> <li>Storskalig förnyelsebar elproduktion används i stor omfattning.</li> <li>Omfattande användning av elfordon, även självkörande.</li> <li>Måttlig utbyggnad av solcells-anläggningar.</li> <li>Värmepumpar används för uppvärmning av bostäder, industrier och offentliga lokaler.</li> </ul>	<p><b>Prosumentens segertåg (eller En ny modig värld)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktiva prosumenter pushar tjänsteleverantörer att erbjuda en rik flora av energilösningar.</li> <li>En väl samordnad energibransch med omfattande innovationsverksamhet där kunderna involveras. Nya marknadsaktörer leder utvecklingen.</li> <li>Batterilager som är inkopplade i kund-anläggningarna, där kunderna väljer servicenivå och användning av nya tekniska lösningar och levererar effekt och energi till nätet.</li> <li>Förnyelsebar el som används för reduktion av växthusgaser.</li> <li>Storskalig förnyelsebar produktion används i stor omfattning</li> <li>Omfattande användning av elfordon, även självkörande.</li> <li>Småskaliga solcellsanläggningar används i stor omfattning, där överskottet säljs över elnätet via peer-to-peer teknik.</li> <li>Värmepumpar används för uppvärmning av bostäder, företag och offentliga lokaler</li> <li>Förnyelsebara bränslen utvecklas för att lagra energi mellan årstiderna.</li> </ul>
	Mycket	<p><b>Backup-nätet (eller Sista utvägens leverantör)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Upptagna kunder med litet intresse för el.</li> <li>Okoordinerade lösningar i energibranschen med få kundkontakter.</li> <li>Implementering av tekniska lösningar sker sporadisk, med tredjeparts-leverantörer som hanterar kundernas energibehov inklusive en del batterier bakom mätaren i kundernas anläggningar.</li> <li>Icke koncessionspliktiga nät (IKN) etableras parallellt med elnätsbolagens anläggningar.</li> <li>En del elnätsbolag använder lite flexibilitets-tjänster, andra inte alls.</li> <li>Förnyelsebara bränslen utvecklas för att minska utsläppen av växthusgaser, vilket leder till mindre efterfrågan på elektricitet i lokalnäten.</li> <li>Omfattande användning av elfordon, även självkörande.</li> <li>Förnyelsebara bränslen används för att leverera värme och el till bostäder, företag och offentliga lokaler via stor- och småskalig kraftvärme.</li> </ul>	<p><b>Off-grid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kunder väljer att koppla från elnätet för att använda alternativa lösningar från nya aktörer.</li> <li>Icke koncessionspliktiga nät (IKN) etableras parallellt med elnätsbolagens anläggningar.</li> <li>Innovation förekommer kring förnyelsebara bränslen och elförsörjning off-grid.</li> <li>Förnyelsebara bränslen används för att minska utsläppen av växthusgaser.</li> <li>Omfattande användning av solceller och batterilager hos kunderna.</li> <li>Omfattande användning av elfordon, även självkörande, som laddas i laddstationer som inte är nätanslutna.</li> <li>Förnyelsebara bränslen används för att leverera värme och el till bostäder, företag och offentliga lokaler via småskalig kraftvärme.</li> </ul>



Figur 2: (b) primärt kundbeteende och megatrender som beaktats vid anpassning och utveckling av scenarierna som fungerar som kännetecken och leder till skillnaderna mellan varje scenario.

Anslut och glöm	Prosumentens segertåg
<b>Kund:</b> Upptagna med annat och därför passiv	<b>Kund:</b> Aktiva och engagerade i sin elförsörjning, antingen direkt eller via tekniklösningar
<b>Leveranssäkerhet:</b> Hanteras av elnätsbolagen	<b>Leveranssäkerhet:</b> Hanteras till stor del av kunderna med stöd av elnätsbolagen för långsiktig tillförlitlighet
<b>Nya aktörer:</b> Hanterar övergången till att el används till allt	<b>Nya aktörer:</b> Driver utvecklingen, särskilt i kundernas anläggningar, vilket gör det möjligt för kunderna att delta på marknaden och hantera sin egen leveranssäkerhet
<b>Innovation i energibranschen:</b> Hög	<b>Innovation i energibranschen:</b> Hög
<b>Klimatmål:</b> Uppfylls med storskalig elproduktion samt med visst inslag av småskaligt	<b>Klimatmål:</b> Uppfylls med storskalig och småskalig elproduktion
<b>Solceller:</b> Används lokalt	<b>Solceller:</b> Används lokalt med handel över elnäten
<b>Vindkraft:</b> Storskalig vindkraft försörjer tung industri och lokalnätskunder	<b>Vindkraft:</b> Storskalig vindkraft försörjer tung industri och i viss mån lokalnätskunder
<b>Fordonsladdning:</b> Primärt vid bostäder	<b>Fordonsladdning:</b> Primärt vid bostäder eller vid arbetsplatser
<b>Batterier:</b> Används huvudsakligen i distributionsnäten	<b>Batterier:</b> Används huvudsakligen i kundanläggningar



Backup-nätet	Off-grid
<b>Kund:</b> Upptagna med annat och därför passiv	<b>Kund:</b> Aktiva och engagerade i sin elförsörjning, antingen direkt eller via tekniklösningar
<b>Leveranssäkerhet:</b> Hanteras av elnätsbolagen och nya aktörer	<b>Leveranssäkerhet:</b> Hanteras av kunderna och nya aktörer
<b>Nya aktörer:</b> Hanterar kundernas energiförsörjning	<b>Nya aktörer:</b> Hanterar kundernas energiförsörjning utan koppling till elnäten och utvecklar mikronät
<b>Innovation i energibranschen:</b> Låg	<b>Innovation i energibranschen:</b> Låg
<b>Klimatmål:</b> Uppfylls främst med alternativa förnyelsebara bränslen så som biobränslen och vätgas, med storskalig elproduktion samt elfordon som laddas med förnyelsebar el vid laddstationer, arbetsplatser eller bostäder.  Betydande elproduktion och småskalig kraftvärme i kundanläggningar.	<b>Klimatmål:</b> Uppfylls med alternativa förnyelsebara bränslen så som biobränslen och vätgas, med storskalig och småskalig elproduktion samt elfordon som laddas med förnyelsebar el vid laddstationer, arbetsplatser eller bostäder.  Betydande elproduktion i kundanläggningar.
<b>Solceller:</b> Vanligt i kundanläggningar och kommersiellt	<b>Solceller:</b> Vanligt i kundanläggningar och kommersiellt
<b>Vindkraft:</b> Storskalig vindkraft försörjer tung industri och lokalnätskunder samt används för produktion av elektrobränslen	<b>Vindkraft:</b> Storskalig vindkraft försörjer tung industri och används för produktion av elektrobränslen
<b>Fordonsladdning:</b> Vid bostäder och laddstationer	<b>Fordonsladdning:</b> Primärt vid bostäder eller vid arbetsplatser. Elfordon används för transport av förnyelsebara energi.
<b>Batterier:</b> Används i distributionsnäten och i kundanläggningar	<b>Batterier:</b> Används i kundanläggningar

# 3

## Strategi för öppna elnät

### 3.1. Strategins mål

Målen har formulerats med tanke på elnätsbolagens centrala roll på elmarknaden, tillsynsmyndigheternas önskan om mer konkurrens och deltagande från kunderna på elmarknaden samt Sveriges klimatmål. Dessutom sattes målen med tanke på strategins syfte och omfattning (som diskuteras i introduktionen).

1. Möjliggöra anslutning av ny utrustning till elnäten på ett hållbart sätt.
2. Informera om nya investeringar i, och hantering av elnäten, genom att utveckla en strategi baserad på trovärdiga scenarier som elnätsbolagen kan använda som beslutsunderlag (detta inkluderar information om utveckling av energitjänster).
3. Förbättra förståelsen för elnätets roll som ett viktigt element inom energisystemet och betydelsen för Sveriges ekonomi, särskilt eftersom elenergi har en central roll för att nå landets klimatmål. Strategin informerar även intressenterna om de utmaningar elnätsbolagen står inför för att säkerställa en säker, pålitlig, effektiv och hållbar eldistribution när el används på nya sätt – detta är orsaken till att strategin utarbetats.
4. Understödja en utveckling som möjliggör implementeringen av marknadsdrivna lösningar och transaktioner mellan kunder och marknadsaktörer (i det fall önskemål finns om detta).

I huvudsak syftar strategin till ett elnät där befintliga och nya kunder kan ansluta och använda all den utrustning de önskar, med hänsyn till:

- Anslutningskostnad och nättariff
- Driftsäkerhet och säkerhet för alla användare ansluten till de gemensamma elnäten
- Standard för utrustning
- Standard för nätanslutning

Strategin syftar också till att möjliggöra handel med elenergi och effekt mellan kunder och marknadsaktörer som använder elnäten.

Kunderna förväntas vilja koppla in nya typer av utrustning till elnäten så som distribuerade energilösningar och nya laster. Distribuerade energilösningar inkluderar solceller, elfordon, batterier, energilösningar för bostäder och företag samt andra nya enheter och styrsystem som ännu inte finns tillgängliga samt kombinationer av dessa. Nya förbrukningar inkluderar fordonsladdare, nya typer av belysning och värmepumpar. Detta är förutsättningar för att nå klimatmålen och finns med i alla scenarier i strategin.

### 3.2. Strategins uppbyggnad

Strategin visas i figur 3. Centralt i strategin finns programområdet **Handlingsplanen för öppna elnät** - programområdet som skapar det öppna elnät till vilket kunderna kan ansluta och använda all utrustning de önskar med hänsyn till anslutningskostnad och nättariff, driftsäkerhet och säkerhet för alla användare ansluten till de gemensamma elnäten, standard för utrustning och standard för nätanslutning.

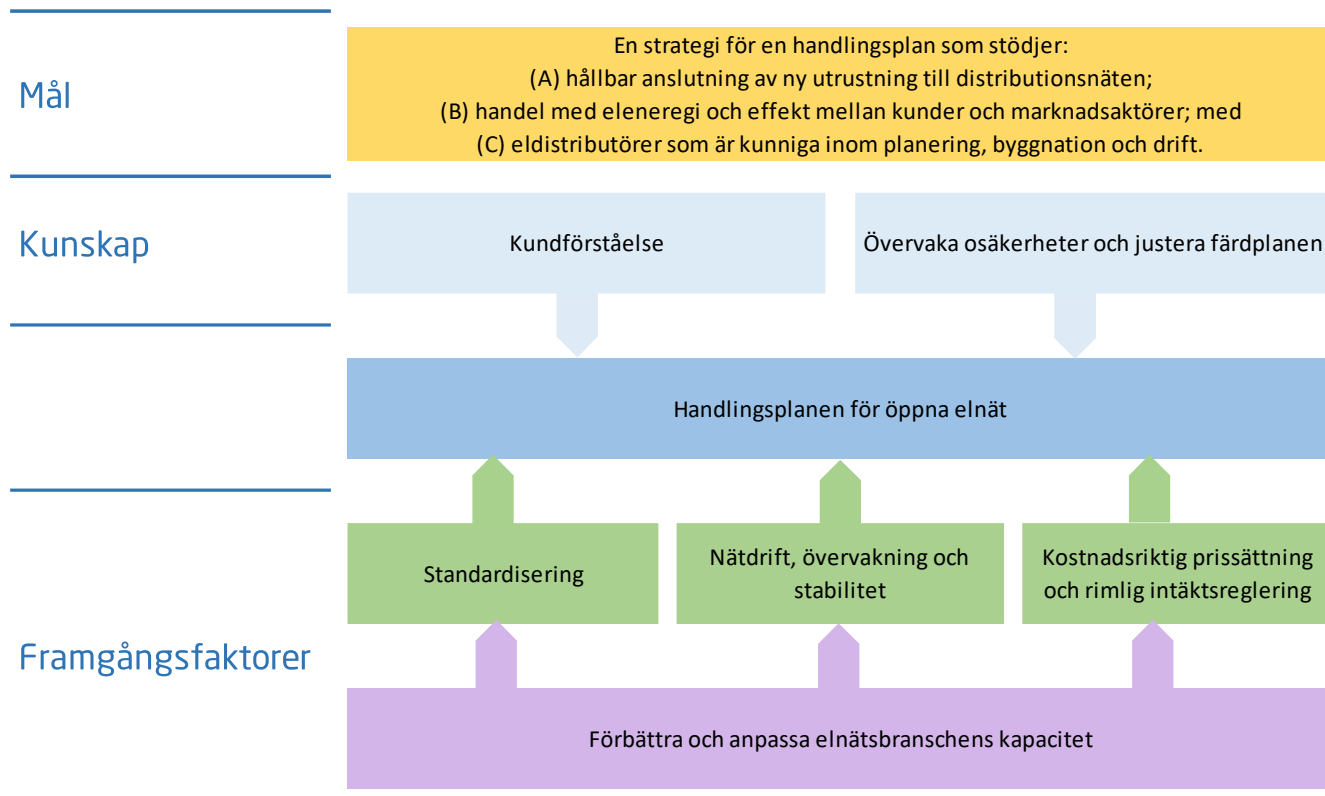
Detta programområde skapar även förutsättningar för handel med elenergi och effekt mellan kunder och marknadsaktörer som är anslutna till elnäten.

De sex omgivande programmen ger antingen kunskap som stödjer Handlingsplanen för öppna elnät eller skapar förutsättningar för Handlingsplanen för öppna

elnät. Programområdet Handlingsplanen för öppna elnät och de sex programområdena som möjliggör handlingsplanen är kort beskrivs i var och en av

följande underavsnitt. Mer information om olika aktiviteter, när de bör utföras och bakgrunden till programområdena ges i avsnitt 4.

Figur 3: Strategins uppbyggnad och relationen mellan olika programområden.



### 3.3. Kundförståelse

Programmet kring kundförståelse ger insikt och stöd till Handlingsplanen för öppna elnät genom en djupare förståelse av kundernas beteende och behov. Denna förståelse är särskilt viktig i relation till distribuerade energilösningar, konsumtionsmönster och krav från nya belastningstyper. Programmet omfattar följande aktiviteter:

- Tillgång till mätdata  
 Succesiv övergång till smarta mätare med kvarttimmesmätning för att förstå nya beteenden.
- Förstå distribuerade energilösningar  
 Inhämta data om utrustning av distribuerade energilösningar (plats, typ etc), förståelse av kundernas användning och via scenariearbete förstå möjligheter att ansluta distribuerade energilösningar.

- Nya belastningstyper  
 Börja med att förstå anslutningskrav (plats, typ etc) från nya belastningstyper, planera därefter för att ansluta dessa i stor skala.
- Ny distribuerad elproduktion  
 Förstå anslutningskrav (plats, typ etc) för distribuerad elproduktion, planera därefter för att ansluta dessa i stor skala.

### 3.4. Övervaka osäkerheter och justera strategin

Målet med detta program är att hålla sig uppdaterad på omvärldsförändringar så väl som teknikutveckling och uppdatera elnätsbolagen samt ge input för att uppdatera strategin för att förbli relevant. Scenarierna i denna strategi innehåller ett antal osäkerheter, megatrender och kundbeteenden som ger input till scenarierna och i sin tur till strategin.

Osäkerheterna avser faktorer som är kända i energibranschen, men som är osäkra. Exempel på detta är produktionskostnad för centralt genererad elektricitet, införandetakten för elfordon och utveckling av teknik för kundernas aktiva deltagande på elmarknaden. Megatrenderna hänvisar till större förändringar i energibranschen som har potential att ge stora följdverkningar. Exempel på detta är kundernas ökade intresse för solceller och kostnadsminskningar för solel, minskning av växthusgaser och kundernas misstro mot energibranschen. Kundbeteenden avser det spektrum av beteenden från aktiv till passiv som kunderna uppvisar.

Aktiviteterna i detta program utgörs av att bevaka scenarierna och strategin, för att göra justeringar av strategin där det finns betydande förändringar. Processen för att uppnå detta och den fullständiga listan över osäkerheter som ska övervakas diskuteras i Avsnitt 4.2.

### 3.5. Handlingsplanen för öppna elnät

Som anges i avsnitt 3.2 är målet med Handlingsplanen för öppna elnät att:

- Tillhandahålla eldistributionsnät där kunder och marknadsaktörer kan ansluta och använda all den utrustning de önskar, särskilt distribuerad produktion, distribuerade energilösningar och ny förbrukning, med beaktande av (1) kostnadsriktighet, (2) driftsäkerhet, (3) standardisering och (4) tekniska förutsättningar.

Medan de andra programmen i strategin möjliggör detta mål, innehåller Handlingsplanen för öppna elnät ett antal aktiviteter i sig:

- Möjliggör elhandel i distributionsnäten  
Förstå vilka krav distribuerade energilösningar ställer, möjliggör anslutning av dessa och ge tillgång på lika villkor till distributionsnäten som utgör de grundläggande plattformarna<sup>12</sup> föra att

<sup>12</sup> Termen "plattform" avser en fysisk plattform eller system av något slag. I denna strategi används den bara detta program. Här avser det distributionsnätet, som är det fysiska system där marknadens aktörer köper och säljer elektrisk energi och effekt. Ett antal program stödjer plattformen, så som Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet vilket förbättrar nätförståelsen, Nätdrift, övervakning och stabilitet vilket förbättrar nätövervakningen.

<sup>13</sup> Termen "regelverk" hänför sig till en uppsättning regler, protokoll, standarder, koder och guider som gör det möjligt att genomföra de aktiviteter som diskuteras i denna strategi. Exempelvis ger Strategin för öppna elnät elhandlare möjlighet att handla sin energi och effekt över distributionsnätet och även erbjuda flexibilitetstjänster till

överföra elenergi och effekt till och från kunderna samt mellan dem.

- Nya aktörer för att stabilisera elnäten  
Börja med att pröva distribuerade energilösningar och användarflexibilitet för att etablera processer och system, för aggregatorer och andra aktörer som bidrar till elnätsdriften.
- Regelverk<sup>13</sup> för användarflexibilitet  
Samarbeta nationellt och inom EU med politiska institutioner, myndigheter och energibranschorgan om de utmaningar vi har och ta fram lösningar för de situationer när flera aktörer agerar i elnäten, testa tredjepartslösningar och implementera i full skala därefter.

### 3.6. Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering

Målet med detta program är att se till att lämpliga incitament utvecklas, inklusive prissignaler på lång och korta sikt för att samordna distribuerade energilösningar för att förhindra överbelastning samt en rimlig intäktsreglering.

Kostnadsriktig prissättning är en viktig aspekt av Handlingsplanen för öppna elnät. Tarifferna kommunicerar kostnaden för att använda distributionsnäten för elöverföring till och från prosumenter och behovet av kapacitet för effektbalansen i elnäten. Strategin för öppna elnät förutsätter kostnadsriktig prissättning av distributionstjänsterna för att säkerställa effektiv användning av distributionsnäten nu och i framtiden. Intäktsregleringen måste ge utrymme för positivt kassaflöde och rimlig lönsamhet.

Programmet innehåller följande aktiviteter:

- Kostnadsriktig prissättning  
Utarbeta och inför kostnadsriktiga tariffmodeller som även är anpassade för distribuerade energilösningar och nya belastningstyper.

distributionsnätet. Även elnätsbolag kan använda användarflexibilitet via en plattform som följer denna strategi. Det är inte en fysisk plattform, men är alltid byggd på en fysisk plattform. Mycket av den här strategin handlar om vad som krävs för att tillhandahålla ett öppet elnät och flexibilitetstjänster. Till exempel innebär att bygga upp kunskap och utbilda elnätsbolag i att upphandla tjänster för nätstabilitet, som är en viktig del av Strategin för öppna elnät och Standardisering handlar om utveckling av koder, guider och standarder, som kommer att bidra till Strategin för öppna elnät. När det gäller regelverket kring användarflexibilitet är det troligt att elnätsbolagen kommer att bidra till regelverket snarare än att utveckla det själva, eftersom de kommer att vara beroende av andra aktörer.

- Lokalnäten som handelsplats för energi och effekt  
Utarbeta och inför affärsmodeller där effekt kan köpas och säljas på lokalnätsnivå, för att jämna ut utbytet mot överliggande nät.
- Rimlig intäktsreglering  
Skapa opinion för behovet av en ny reglermodell, med rimlig lönsamhet och incitament som styr i önskvärd riktning samt implementera denna.

### 3.7. Standardisering

Målet med detta program är att:

- Ta fram konsekventa förutsättningar för anslutning av all utrustning i alla nätområden. Säkerställa att den utrustningen som ansluts överensstämmer med godkända standarder och koder för att minimera dess påverkan på elsystemet.

Det innehåller följande aktiviteter:

- Nätkoder  
Inför EU:s nätkoder.
- EU DSO Entity  
Delta aktivt i entitetens arbete, för att anpassa EU:s regelverk till svenska förhållanden och så att de passar små och medelstora lokala elnätsbolag.
- Apparatstandarder  
Bidra till internationella standarder för att säkerställa att de är lämpliga för Sverige. All utrustning som ansluts till elnäten ska överensstämma med godkända standarder och koder.
- Nätteknik  
Undersök hur man på bäst sätt kan få en likartad tekniknivå i alla elnätsbolag.
- Cybersäkerhet  
Utarbeta lämpliga standarder för cybersäkerhet och implementera dessa.
- Autonoma distribuerade energilösningar  
Utarbeta lämpliga standarder för autonoma distribuerade energilösningar. Testa och implementera standarder för att säkerställa stabiliteten hos autonoma energilösningar.

### 3.8. Nät drift, övervakning och stabilitet

Målet med detta program är att:

- Säkerställ stabiliteten i Handlingsplanen för öppna elnät via detaljerad monitorering av mellanspannings- och lågspänningsnäten och förbättrad planering och driftövervakning.

Det innehåller följande aktiviteter:

- Övervakning av distributionsnätet  
Utrullning av nätstationsautomation, avancerad mätinfrastruktur och smarta elmätare. Förbättra datakvalitet och insamlingen över tid, för att fördjupa kunskapen om distributionsnäten.
- Nätstabilitet  
Undersök konsekvenserna av många autonoma distribuerade energilösningar och metoder för kontroll. Testa styrsystem i distributionsnäten och implementera dessa system.
- Tillhandahållande av nätinformation  
Undersök och testa system för att tillhandahålla nätinformation från mellanspannings- och lågspänningsnäten till driftpersonal och implementera dessa system på bred front.

### 3.9. Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet

Målet med detta program är att:

- Förstå elnäten på ett djupare plan, deras förmåga att ansluta distribuerade energilösningar, hur överbelastning kan undvikas och utformning av kontrakt med nya aktörer som kan leverera flexibilitetstjänster för elnätsdrift. Säkerställa förståelsen av bestämmelser och skyldigheter de medför.

Det innehåller följande aktiviteter:

- Förståelse av elnäten  
Förstå hur spänningsvariationer och överbelastning i låg- och mellanspanningsnäten uppstår och hanteras. Förstå distributionsnätets förmåga att ansluta distribuerade energilösningar och möjligheter för dessa att stödja elnäten för att förhindra överbelastning.



- Kontrakt för att stabilisera elnäten

Undersök lokalnätens krav på tjänster för nätstabilitet, utarbeta förfrågningsunderlag och upphandla sådana tjänster för att se vilka lösningar marknaden kan erbjuda. Utveckla nödvändiga processer för att stödja upphandling av tjänster för nätstabilitet. Implementera dessa lösningar på bred front hos alla elnätsbolag.

- Anläggningsförvaltning

Gemensamt utarbeta metoder för effektiv anläggningsförvaltning och implementera dessa hos alla elnätsbolag.

- Off-grid lösningar

Testa off-grid lösningar för avlägsna kunder, utarbeta gemensam best practice och använd på platser där det är mer ekonomiskt än traditionella elnät.

# 4

## Aktiviteter

I det här avsnittet diskuteras strategins program med aktiviteter mer detaljerat och sätter in dem på en tidsaxel. Till exempel, vissa mål som måste nås snabbt har aktiviteter som bör genomföras inom två år, mål på medellång sikt har aktiviteter inom en tidsram på upp till fem år och på längre sikt finns mål med aktiviteter inom en tidsram på upp till tio år. Strategins struktur diskuteras i början av avsnitt 3.2 och återges i figur 3, vilket ger strukturen för den mer detaljerade strategin som diskuteras i detta avsnitt.

### 4.1 Tabellerna

De aktiviteter som beskrivs i detta avsnitt bör vidtas under den kommande 10-årsperioden. Med tidsangivelserna i tabellerna avses ungefärligen följande tidsintervall:

- Kort sikt ca 0 – 2 år
- Medellång sikt ca 2 – 5 år
- Lång sikt ca 5 – 10 år

Med aktiviteter avser vi de företeelser som måste inträffa för att strategin ska förverkligas. I vissa fall kanske händelser är en mer korrekt beskrivning av det som åsyftas.

### 4.2 Kundförståelse

Detta program handlar om att använda data och skapa kundkontakter för att förbättra elnätsbolagens kunskap om kundernas behov för att stödja

anläggningsförvaltningen - en möjlighet som identifierats i scenarierna. Kundförståelse är relevant för scenarierna Anslut och glöm och Prosuments segertåg, för att förstå kundernas förväntningar på elnätsbolagen.

Det är också relevant för att förstå kundernas behov i avlägsna områden eller i mikronät - så det är även relevant för scenariot Off-grid.

Kundförståelsen är avsedd för elnätsnätverksamhetens syften:

- Att förstå var överbelastning kan inträffa eller troligen kommer att inträffa i framtiden; och
- Förstå hur elnätet används för att kunna förbättra anläggningsförvaltningen.

Kundförståelsen är central för alla program och responderande aktiviteter visas i figur 4.

Figur 4: Tidsatta aktiviteter inom programområdet Kundförståelse.

Mål: Förstå kundernas beteende och behov för att fånga: (1) påverkan från distribuerade energilösningar, konsumtionsmönster och (2) krav från nya belastningstyper			
Aktiviteter	Kort sikt	Medellång sikt	Lång sikt
1 Tillgång till data från smarta mätare	Planera hur kvarttimmesvärden från kunderna kan användas	Använda kvarttimmesvärden för att förstå framväxande beteenden	Tillgång till mer data för att utvecklas djupare förståelse för kundbehoven
2 Förstå distribuerade energilösningar	Utarbeta krav på data från alla typer av distribuerade energilösningar	Data från alla typer av distribuerade energilösningar samlas in och analyseras	Modellering av elnäten är vanligt för att utröna var distribuerade energilösningar kan anslutas
OBS! Det finns synergi mellan programmen för "Kundförståelse" och "Nät drift, övervakning och stabilitet "			
3a Förstå nya belastningstyper	Nya belastningstyper ansluts till elnäten	Elnätsbolagen kan planera sina elnät för att kunna anslut framtida nya laster	Elnätsbolagen levererar aktivt nya tjänster till nya belastningstyper
3b Förstå ny distribuerad produktion	Samla information om ny små- och storskalig distribuerad elproduktion	Ny små- och storskalig elproduktion hanteras konsekvent i alla elnätsbolag.  Det finns god kunskap i elnätsbolagen om potentialen för anslutning av ny distribuerad elproduktion	Modellering av elnäten är vanligt för att utröna var distribuerad produktion kan anslutas och som analyseras och hanteras konsekvent i alla elnätsbolag.  Elnätsbolagen levererar aktivt nya tjänster till ny distribuerad elproduktion

### 4.3 Övervaka osäkerheter och justera strategin

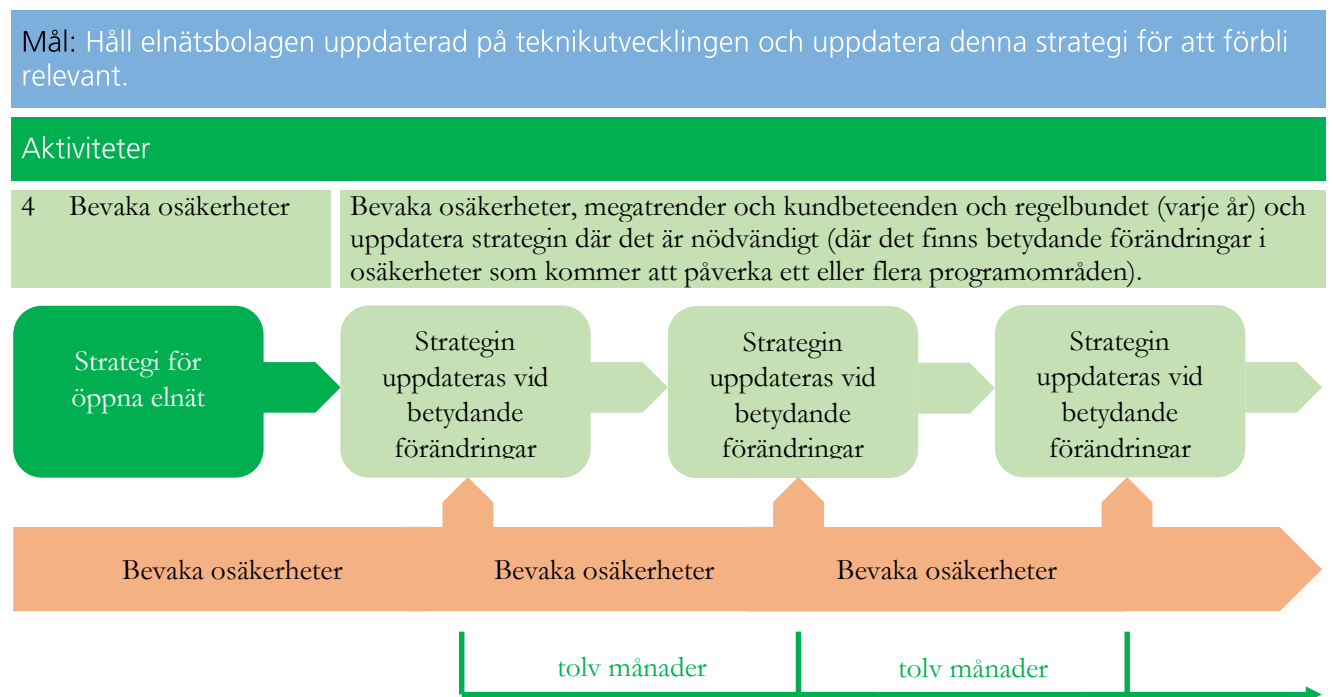
Syftet med detta program är att överväga och göra ändringar i strategin där betydande förändringar i osäkerheten kommer påverka ett eller flera programområden. Exempelvis inkluderas nya typer av distribuerade energilösningar eller förbrukningsmönster och förändringar i införandet av elfordon.

I nedanstående lista finns osäkerheter som ska bevakas.

- Utveckling av förnyelsebara bränslen för småskalig- och storskalig distribuerad energiproduktion. Detta bör inkludera vätgas.
- Produktionskostnad för små- och storskalig centralt placerad eller distribuerad elproduktion.
- Utveckling av industriella processer där bränslen ersätts med el.
- Prisutvecklingen för solceller och energilagrar.
- Installationen av solceller och energilagrar per elnätsområde.
- Utvecklingen av solceller med energilagrar.
- Framsteg inom produktionen av solceller och batterilagrar (och andra typer av energilagrar).
- Regeringens klimatpolitik.
- Sveriges kraftbalans.
- Migrationen och dess inverkan på elförbrukningen.
- Förändringar i jordbruksmetoder, för de effekter de kan ha på efterfrågan på el, reduktionen av växthusgaser och möjligheter till ytterligare elektrifiering och utbyte av fossila bränslen.
- Digitalisering, artificiell intelligens (AI) och hot mot cybersäkerhet och dess effekter på elnätsbolagens leveransförmåga.

- Andelen elfordon per elnätsområde, för att förstå fördelningen av den totala andelen och eventuella förtätningar.
- Utveckling inom fordonsteknik som kan leda till betydande förändringar i förbrukningsmönstret av el.
- Andelen el för att kyla och värma upp lokaler samt varmvatten, för att förstå fördelningen av den totala andelen och eventuella förtätningar.
- Utveckling inom teknikområdet för att kyla och värma upp lokaler samt varmvatten
- Utveckling av off-grid-lösningar. Förändringar i Ei:s intäktsreglering.
- Det säkerhetspolitiska lägets inverkan på elnätsverksamheten.
- Kostnad för förnyelsebar energi med hög tillgänglighet.
- Bevaka utvecklingen av smarta elnät, kommunikationsteknik och tillgången till data.
- Nätkoder och regleringar på EU-nivå.
- Lösningar för effekthantering i lokalnät (t ex EU-projektet CoordiNet)
- Tolkning av Ei:s föreskrift om tariffutformning.
- Utvecklingen av nätkoder från EU DSO entity.
- Samhällsutvecklingen efter corona-pandemin.
- Kostnad för ny kärnkraft.
- Uppluckring av nätmonopolet.

Figur 5: Aktiviteter för att bevaka osäkerheter.



#### 4.4 Handlingsplanen för öppna elnät

Handlingsplanen för öppna elnät ger tillgång till eldistributionsnät där befintliga och nya kunder samt marknadsaktörer kan ansluta och använda all den utrustning de önskar, särskilt distribuerad produktion, distribuerade energilösningar och ny förbrukning, med beaktande av kostnadsriktighet, driftsäkerhet, standardisering och tekniska förutsättningar. Den

möjliggör handel med elenergi och effekt via elnäten, som kan ha distribuerade energilösningar anslutna.

Den hanterar alla scenarier, uppmärksammar möjligheterna i scenariot Prosumens segertåg och uppstod ur en intressentmodell och andra inputs till strategin. Den lyfter fram detta som:

- en möjlighet för elnätsbolagen (med elnäten som livsnödvändig infrastruktur) utifrån scenarierna;

- användningen av distribuerade energilösningar inklusive flexibilitetstjänster för att hantera elnäten;
- tillskapandet av en mer önskvärd förbrukningsprofil; samt
- bättre kostnadsriktighet i elnätstarifferna, för att på ett bättre sätt återspegla kostnaderna i elnätsverksamheten.

Många av de aktiviteter som krävs för att förverkliga Handlingsplanen för öppna elnät finns i de andra programområdena - de möjliggör alltså handlingsplanen.

Aktiviteter i Handlingsplanen för öppna elnät visas i figur 6.

Figur 6: Tidsatta aktiviteter inom programområdet Handlingsplanen för öppna elnät.

Mål: Ge tillgång till eldistributionsnät där befintliga och nya kunder samt marknadsaktörer kan ansluta och använda all den utrustning de önskar, särskilt distribuerad produktion, distribuerade energilösningar och ny förbrukning, med beaktande av (1) kostnadsriktighet, (2) driftsäkerhet, (3) standardisering och (4) tekniska förutsättningar.

Aktiviteter	Kort sikt	Medellång sikt	Lång sikt
5 Möjliggör elhandel i distributionsnäten	Utreda förutsättningarna för leverans av el från alternativa produktionskällor och handel med energi och effekt i distributionsnäten. Detta kommer att involvera samverkan och samråd med reglermyndigheten och andra.	Distributionsnäten börjar öppna sig som en stabil och effektiv plattform för leverans av elenergi och handel med alternativ energi från producent till kund	Fullständig och lika tillgång till distributionsnäten som en viktig plattform för leverans av elenergi och handel med alternativ energi från producent till kund
6 Nya aktörer tillhandahåller distribuerade energilösningar och flexibilitetstjänster för nätstabilitet	Pröva distribuerade energilösningar för nätstabilitet i vissa begränsade områden	Processer och system på plats för distribuerade energilösningar och flexibilitetstjänster för nätstabilitet	distribuerade energilösningar och flexibilitetstjänster förändrar nätdriften i grunden
7 Regelverk för flexibilitetstjänster	Utmaningar med flera leverantörer av flexibilitetstjänster har förståtts, plan för införande under utveckling	Testa med flera leverantörer av flexibilitetstjänster, inklusive automation i bostäder och lokaler; utveckla affärskoncept	Starta fullskalig användning av externa leverantörer av flexibilitetstjänster som samordnas med andra användare av flexibilitetstjänster

#### 4.5 Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering

Programmet för Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering behövs för att utarbeta hur man prissätter elnätstjänster på ett kostnadsriktigt sätt i Handlingsplanen för öppna elnät, när distributionsnäten blir handelsplatser för energi och effekt.

Behovet av kostnadsriktig prissättning uppstår när man ska säkerställa effektiviteten i scenarierna Prosumertens segertåg (tillhandahållande av tjänster i realtid), Anslut och glöm och Backup nätet (ett sådant scenario kan bli självuppfyllande utan korrekt prissättning).

Nuvarande intäktsreglering har havererat, med en myndighet som inte följer prejudicerande domar, en regering som inför förordningar som strider mot EUs rätten och elnätsbolag som överklagar alla beslut i långdragna domstolsprocesser. För att råda bot på denna situation bör det göras ett omtag i

intäktsregleringen, så att de lösningar som uppstått kan elimineras.

Aktiviteterna i Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering visas i figur 7.

Figur 7: Tidsatta aktiviteter inom programområdet Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering.

Mål: Se till att lämpliga incitament utvecklas, inklusive prissignaler på lång och korta sikt för att samordna distribuerade energilösningar för att förhindra överbelastning samt en rimlig intäktsreglering.

Aktiviteter	Kort sikt	Medellång sikt	Lång sikt
8 Kostnadsriktig prissättning	Utarbeta nya tariffer utifrån EIs föreskrift om tariffutformning och testa inom begränsade kundgrupper	Implementering av ny tariffstruktur	Övervaka att den nya tariffstrukturen ger önskade styrsignaler till slutkunder och andra marknadsaktörer
9 Lokalnäten som handelsplats för energi och effekt	Utarbeta affärsmodeller och elnätstariffer så att effekt kan köpas och säljas på lokalnätetsnivå, för att jämna ut utbytet mot överliggande nät	Testa nya affärsmodeller och elnätstariffer och skapa acceptans för lösningarna	Implementera lösningarna i full skala
10 Rimlig intäktsreglering	Skapa opinion om att det krävs en ny intäktsreglering	Utarbeta en ny reglermodell, med rimlig lönsamhet, positivt kassaflöde och incitament som styr i önskvärd riktning, tillsammans med myndigheter och politiker	Inför en ny intäktsreglering

## 4.6 Standardisering

Standardisering inom Sverige är en förutsättning för en effektiv elnätsverksamhet, så som redan sker inom EBR. På liknande sätt bör andra delar av verksamheten standardiseras. För att uppnå EU:s klimatmål krävs standardisering även på den nivån, när större andel intermittent produktion (t ex solceller och vindkraft) ansluts till elnäten. Därför införs EU:s nätkoder.

Strategin för öppna elnät syftar bland annat till en mer självstyrande elbransch som respekterar

standarder, koder och riktlinjer, där elnätsbolagen tar mer kontroll över vilka standarder som antas och vilka aspekter av dessa som ska vara obligatoriska vid anslutning av utrustning till elnäten. Som en del av en självstyrande elbransch måste elnätsbolagen anta samma standarder, använda samma koder och implementera samma riktlinjer och tillämpa samma "gränssnitt" mot kunderna.

Aktiviteterna i programområdet Standardisering visas i figur 8.



Figur 8: Tidsatta aktiviteter inom programområdet Standardisering.

Mål: Ta fram konsekventa förutsättningar för anslutning av all utrustning i alla nätområden. Säkerställa att den utrustningen som ansluts överensstämmer med godkända standarder och koder för att minimera dess påverkan på elsystemet.

Aktiviteter	Kort sikt	Medellång sikt	Lång sikt
11 Nätkoder	Implementera EU:s nätkoder för anslutning av små- och storskalig distribuerad elproduktion	Implementera nya nätkoder från EU	Alla elnätbolag tillämpar EU:s alla nätkoder och all utrustning som ansluts till elnäten är kompatibla med gällande standarder och överträdelser beivras
12 EU DSO Entity	Aktivt deltagande i EU DSO Entitys styrelse samt i enhetens arbete	Påverka utvecklingen av nya nätkoder i en riktning som är positiv för svenska lokalnät samt fördjupa samarbetet med transmissionsnätoperatörer (TSO)	Skapa regelverk på europeisk nivå som främja drift och planering av distributionsnät i tät samordning med drift och planering av transmissionsnät, underlätta integrationen av lokala energilösningar och bidra till digitaliseringen av distributionssystem med hjälp av Strategin öppna elnät.
13 Apparatstandarder	Aktivt deltagande i Energiforsks standardiseringsarbete	Bidrar till internationella standarder för att säkerställa att de är lämpliga för Sverige. All utrustning som ansluts till elnäten ska överensstämma med godkända standarder	All utrustning som ansluts till elnäten är kompatibla med gällande standarder och överträdelser beivras
14 Nätteknik	Undersök hur man på bästa sätt kan få en likartad tekniknivå i alla elnätbolag	Testa den likartade tekniknivån i alla elnätbolag	Tillämpa den likartade tekniknivån i alla elnätbolag
15 Cybersäkerhet	Aktivt deltagande i EU DSO Entitys arbete med den nya nätkoden för cybersäkerhet	Implementera nätkoden för cybersäkerhet	Övervaka hotbilden beträffande cybersäkerhet och förbättra skyddet mot observerade hot
16 Autonoma distribuerade energilösningar	Studera lämpliga standarder för autonoma distribuerade energilösningar	Bidra till standarder för autonoma distribuerade energilösningar	Implementering av standarder som säkerställer stabilitet för autonom distribuerade energilösningar

## 4.7 Nät drift, övervakning och stabilitet

Programmet för Nät drift, övervakning och stabilitet i elnäten härstammar delvis från elnätsbolagens problem med många autonoma distribuerade energilösningar som agerar samtidigt, vilket kan leda till instabilitet eller överbelastning i elnäten. I och med att verksamheten blir alltmer beroende av IT-lösningar ställs stora krav på cybersäkerheten, då många Internet-anslutna enheter styr användning och drift av elnäten. Detta programområde är också nära besläktat till aspekter av programmet kring Standardisering, vilket kan ses som standardisering av resultat från detta program.

För att minimera avbrottstider, vilket är viktigt både för intäktsregleringen och ur ett kundperspektiv, bör

självläkande nät implementeras, dvs elnät som autonomt sektionerar om sig vid en felsituation, för att minimera avbrottstider och isolera felaktiga komponenter.

Aktiviteterna inom detta program, som visas i figur 9, blir allt viktigare när fler distribuerade energilösningar ansluts till elnäten, och eftersom elnätsbolagen alltmer använder distribuerade energilösningar och flexibilitetstjänster som ett sätt att förbättra leverans-kvaliteten och hantering förbrukningsprofilen, men också eftersom distribuerade energilösningar kan försämra leverans-kvaliteten och skapa överbelastningar.

Figur 9: Tidsatta aktiviteter inom programområdet Nät drift, övervakning och stabilitet.

Mål: Se till att de öppna elnäten är stabila genom förbättrad övervakning av distributionsnäten och deras förbättrade synlighet för driftoperatörer.			
Aktiviteter	Kort sikt	Medellång sikt	Lång sikt
17 Distributionsnätens övervakning och synlighet	Utrullning av övervakningssystem för distributionsnät och system för att använda data per fas från smarta elmätare i driften av elnäten. Mätning av övertoner och spänningskvalitet per fas kompletterar mätning av spänningsnivåer, energi- och effektflöden	Omfattande kunskap om distributionsnäten och nya analysverktyg kan möta operativa krav för nät drift, med data som tillhanda-hålls i realtid	Förbättra kvaliteten på data för övervakning av distributionsnäten och på data från elmätarna.
18 Nätstabilitet	Undersök implikationerna av många autonoma distribuerade energilösningar och metoder för kontroll för att säkerställa stabilitet och undvika överbelastning	Testa styrsystem för att hantera många autonoma distribuerade energilösningar för att säkerställa stabilitet och undvika överbelastning	Inför styrsystem för autonoma distribuerade energilösningar
19 Tillhandahållande av information om distributionsnäten	Tillhandahållande av tillgänglig nätinformation till driftpersonal	Tillhandahållande av utökad nätinformation till driftpersonal	Tillhandahållande av utökad nätinformation till driftpersonal
20 Självläkande nät	Testa självläkande nät i begränsad omfattning	Utarbeta riktlinjer för hur självläkande nät implementeras	Inför självläkande nät i stor skala
21 Systemstöd	Påbörja införandet av system för att proaktivt kunna balansera last och produktion i realtid	Implementera nya systemstöd på bred front	Förbättra systemstödet med ytterligare funktionalitet

## 4.8 Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet

Detta program handlar främst om att förstå distributionsnätets förmåga att ansluta distribuerade energilösningar, förstå hur distribuerade energilösningar kan orsaka spänningsvariationer och överbelastning i elnäten och söka lösningar på dessa överbelastningar från icke-traditionella lösningar (t.ex. från spänningsregulatorer, distribuerade energilösningar och/eller flexibilitetstjänster) som komplement till nätförstärkningar.

Eftersom distribuerade energilösningar främst ansluts till distributionsnäten, krävs det större kunskap om dessa nät, deras kapacitet att ansluta ny utrustning och hur överbelastning uppstår och hur det kan undvikas. Ofta utgör en kombination av nätförstärkningar och flexibilitetstjänster det ekonomiskt fördelaktigaste alternativet för att hantera ökade belastningar i näten.

En del av detta program består av att bygga upp kompetens för att handla upp tjänster från

marknaden för att förhindra överbelastning. Detta är en viktig framgångsfaktor för att förverkliga Handlingsplanen för öppna elnät.

Slutligen innebär detta program att det byggs upp kompetens kring off-grid-lösningar, för avlägsna områden där det är mer ekonomiskt att försörja kunder med lokal utrustning, eller eventuellt med nanonät, än det är att leverera el till kunderna med konventionella elnät. Detta program handlar till viss del om tekniskt "know how" kring elförsörjning i avlägsna områden, men särskilt tar det upp den expertis som krävs för att hantera kunder, elhandlare, tillsynsmyndigheter och andra för att hantera övergång till ödrift av isolerade elnät. Detta är tillämpningar som inte praktiserats i Sverige eller någon annanstans på senare tid, för att säkert förflytta kunderna från ett paradigm till ett annat, liksom att arbeta igenom de regulatoriska aspekterna med myndigheter och elhandlare.

Aktiviteterna i programområdet Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet visas i figur 10.

Figur 10: Tidsatta aktiviteter inom programområdet Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet.

Mål: Förstå elnäten på ett djupare plan, deras förmåga att ansluta distribuerade energilösningar, flaskhalshantering och kontrakt för tredjepartstillträde. Säkerställa förståelsen av bestämmelser och skyldigheter de medför.			
Aktiviteter	Kort sikt	Medellång sikt	Lång sikt
22 Förståelse av elnäten	Utreda distributionsnätets kapacitet och begränsningar samt utveckla förbättrade beräkningsalgoritmer	Samla in omfattande data om distributionsnätets driftsförhållanden samt implementerar förbättrade beräkningsalgoritmer	Alla elnätsbolag har detaljerade uppgifter om distributionsnätets skick, prestanda och användning med modeller för analys och simulering
23 Kontrakt för att stabilisera elnäten	Undersök krav på tjänster för nätstabilitet och upphandla sådana för att se vilka lösningar marknaden kan erbjuda.	Utveckla nödvändiga processer för att stödja upphandling av tjänster för nätstabilitet genom att prova olika lösningar	Implementera dessa lösningar på bred front hos alla elnätsbolag
24 Anläggningsförvaltning	Studera relevanta standarder och tillämpningar	Förbättra anläggningsförvaltningen genom att dela kunskap mellan elnätsbolagen	Konsekvent använd plan för anläggningsförvaltning som används av alla elnätsbolag
25 Hantera spänningsvariationer	Utvärdera icke-traditionella lösningar	Utarbeta rekommendationer om användning	Tillämpa lösningar när så erfordras
26 Off-grid lösningar	Testa off-grid-lösningar	Använd i avlägsna områden där det är billigare än konventionella elnät	Överenskommelse som bygger på best practice som tillämpas av elnätsbolag och andra aktörer på elmarknaden

# 5

## Resultat

I detta avsnitt redovisas vad som sker inom de olika programområdena och vilka organisationer som bidrar till att strategin förverkligas. En viktig del i detta arbete är den omvärldsanalys som ligger till grund för revisioner av strategin. Denna del är ett programområde i sig. Vidare presenteras de resultat som nåtts inom de olika programområdena.

### 5.1 Elnätsbolagens utveckling

Olika elnätsbolag har kommit olika långt i arbetet med att implementera Strategin för öppna elnät. Man kan identifiera fem utvecklingssteg i implementationen:

- Initial
- Begynnande
- Utvecklad
- Mogen
- Ledande

#### 5.1.1 Initial

Nätbolaget:

- Har begränsad övervakning och styrning av ledningssnätet.
- Genomför traditionella investeringar i ”stolpar och kablar”.
- Utvecklar anläggningsförvaltningen med begränsat utbyte med andra elnätsbolag.

Kunderna:

- Mycket få solcellsanläggningar (med batterier) med linjär ökning
- Mycket få elfordon med linjär ökning

#### 5.1.2 Begynnande

Nätbolaget

- Har börjat undersöka möjligheter att förbättra styrning och övervakning av hela nätet
- Utvärderar möjligheter att använda flexibilitets-tjänster som komplement till traditionella

nätinvesteringar och har förståelse för var dessa kan användas och för utmaningar att upphandla dessa

- Samarbetar med andra för att utveckla anläggningsförvaltningen

Kunder:

- Låg penetration av solcellsanläggningar (och batterier) med accelererande ökning
- Låg penetration av elfordon med accelererande ökning

#### 5.1.3 Utvecklad

Nätbolaget:

- Har övervakning och styrning av hela nätet inkl lågspänningsnätet, så att man ser hur nya energilösningar påverkar och har därigenom möjlighet att hantera stabiliteten i nätet på kort- och lång sikt
- Har upphandlat flexibilitetslösningar för specifika projekt
- Har anslutit nya anläggningstyper och delat erfarenheter med andra elnätsbolag
- Har börjat samarbeta med andra elnätsbolag om anläggningsförvaltningen och börjat implementera ISO 55 000

Kunder:

- Medelhög penetration av solpaneler (och batterier), men inte så hög att det föranleder nätinvesteringar eller andra åtgärder

- Medelhög penetration av elfordon, men inte så hög att det föranleder nätinvesteringar eller andra åtgärder
- Några anslutningar av nya anläggningstyper när kunderna ersätter fossila lösningar med el

#### 5.1.4 Mogen

Nätbolaget:

- Har väl utvecklad övervakning och styrning av hela nätet och använder denna på lågspänningsnätet så att kunderna kan ansluta nya energilösningar utan begränsningar
- Har en utvecklad upphandlingsprocess för flexibilitetslösningar som alternativ till traditionella investeringar
- Utvecklar processer tillsammans med andra elnätsbolag för att ansluta nya anläggningstyper
- Använder gemensamma rutiner för anläggningsförvaltningen i enlighet med ISO 55 000 tillsammans med andra elnätsbolag

Kunderna:

- Medelhög till hög penetration av solpaneler (och batterier), som föranleder nätinvesteringar eller andra åtgärder
- Medelhög till hög penetration av elfordon, som föranleder nätinvesteringar eller andra åtgärder
- Anslutningar av nya anläggningstyper när kunderna ersätter fossila lösningar med el

#### 5.1.5 Ledande

Nätbolaget:

- Har väl utvecklad övervakning och styrning av hela nätet och använder denna på lågspänningsnätet så att kunderna kan ansluta nya energilösningar utan begränsningar
- Samarbetar med leverantörer av flexibilitetstjänster för att optimera nätdriften och minimera den totala kostnaden
- Har tillsammans med andra elnätsbolag väl utvecklade processer för att ansluta nya anläggningstyper
- Är en förebild för andra beträffande anläggningsförvaltning baserad på ISO 55 000

Kunderna:

- Hög penetration av solpaneler (och batterier), som föranleder nätinvesteringar eller andra åtgärder
- Hög penetration av elfordon, som föranleder nätinvesteringar eller andra åtgärder
- Anslutningar av nya anläggningstyper när kunderna ersätter fossila lösningar med el

## 5.2 Bidragande organisationer

### 5.2.1 Elinorr

Elinorrs resurser är begränsade till den tid som medlemsföretagens medarbetare bidrar med i föreningens projekt. Till stöd för arbetet kan extern projektledning avropas. Men syftet i projekten är alltid att bygga upp kompetens inom medlemsföretagen, varför externa resurser avropas i så liten utsträckning som möjligt.

### 5.2.2 Medlemsföretagen

Många av Elinorrs medlemsföretag bedriver utvecklingsarbete i enlighet med Strategin för öppna elnät. Resultat och kunskap från dessa projekt sprids i föreningen via nätverk och erfarenhetsutbyte vid föreningsmöten.

### 5.2.3 Andra organisationer

Föreningens knappa resurser räcker inte till för att vi på egen hand ska kunna förverkliga strategin i sin helhet. Därför samarbetar vi med andra organisationer, eller införlivar andra organisationers arbete, som kan bidra till att de olika delarna av strategin realiseras. I den efterföljande sammanställningen av vad som sker inom de olika programområdena redovisas hur de egna och andra organisationers arbete inkorporeras i de olika programområdena.

## 5.3 Kundförståelse

### 5.3.1 Luleå Tekniska Universitet

Luleå Tekniska Universitet<sup>14</sup> är mycket aktiva inom områdena elgenerering, transport av elektrisk energi samt växelverkan mellan elnät, elgenerering och elanvändning<sup>15</sup>.

Inom området interaktion mellan nätet och kunder eller utrustning som är ansluten till nätet och på hur ny utrustning påverkar nätet har forskningen internationellt rykte.

<sup>14</sup> <https://www.ltu.se/research/subjects/Elkraftteknik?l=en>

<sup>15</sup> [www.ltu.se/research/subjects/Elkraftteknik/Forskningsprojekt/Pagaende-projekt?l=en](https://www.ltu.se/research/subjects/Elkraftteknik/Forskningsprojekt/Pagaende-projekt?l=en)

Man forskar även om integrationen av förnybar elproduktion och energieffektiva typer av elförbrukning.

### 5.3.2 Drift-, beräknings- och GIS-system

För simulering och förståelse av hur nya belastningstyper och distribuerad produktion påverkar näten, utvecklar leverantörer av drift-, beräknings- och GIS-system ny funktionalitet<sup>16</sup>.

## 5.4 Övervaka osäkerheter och justera strategin

### 5.4.1 Vätgas

Enligt Vätgas Sverige<sup>17</sup> så faller produktionskostnaden för vätgas brant under de kommande åren. Dessutom kan vätgas lagra mycket stora energimängder över lång tid och ger då en önskad funktion till energisystemet och möjliggör lösningar för power-to-gas-to-power, även om verkningsgraden är låg.

I den strategiska visionen om ett klimatneutralt EU förutses att andelen vätgas i Europas energimix ska växa från mindre än 2 procent i dag till 13–14 procent fram till 2050<sup>18</sup>.

En studie från Energiforsk<sup>19</sup> pekar på att det kommer att krävas en storskalig utbyggnad av en helt ny infrastruktur för vätgas i omställningen till ett klimatneutralt svenskt energisystem och att det bildas industrikluster med lokala gasnät. Vätgasanvändningen kan öka kraftigt och även nya vätgaskluster byggs upp, inte minst kring stålindustrin i norra Sverige, men även kring kemiindustrin på västkusten. Inom järn- och stålproduktionen antas vätgas spela en viktig roll, lätta transporter kommer till stor del att elektrifieras och fjärrvärme spelar en fortsatt stor roll i omställningen av energisektorn.

Investeringar i vätgasinfrastrukturen är viktig både för att nå klimatmålen och för att få ett energisystem i balans. Man bör nu på nationell nivå börja samplanera el- och gasinfrastrukturen, så kallad sektorkoppling, och att börja förbereda för en modell

som skapar samhällsnytta genom att vara öppet för alla som vill ansluta sig.

Energimyndigheten har utarbetat ett förslag till nationell vätgasstrategi<sup>20</sup>. Man föreslår två planeringsmål för elektrolysörkapacitet. Målet till 2030 är att skapa förutsättningar för 5 GW (el) elektrolysörkapacitet och ytterligare 10 GW (el) elektrolysörkapacitet till 2045, totalt 15 GW. Genom planeringsmålen blir det tydligt vilken mängd vätgas, och därmed elektrolysörkapacitet, som krävs för att ta tillvara de möjligheter till fossilfrihet som finns.

Kapacitet i enlighet med de föreslagna målen innebär ett ökat elbehov mellan cirka 60 och 126 TWh per år. Vilket kan leda till utsläppsminskningar på 1,5–3 miljoner ton koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>ekv) till 2030, motsvarande 3–6 procent av Sveriges totala utsläpp idag och totalt 7–15 miljoner ton till 2045, motsvarande 15–30 procent av Sveriges totala utsläpp idag.

Vätgas och elektrobränslen kan användas som insatsvara och som bränsle i industrins processer och inom flera delar av transportsektorn. Vätgaslager kan på sikt bidra till att balansera ett elsystem bestående av alltmer intermittent/variabel elproduktion.

Produktion av vätgas sker på två sätt:

- Elektrolys av vatten
- Ångreforming av naturgas eller biogas

Vid ångreforming kan teknik för avskiljning och lagring av koldioxid användas (carbon capture and storage, CCS).

Verkningsgraden för produktion av vätgas ligger på ca 65 %. Tar man hand om spillvärmen för fjärrvärme så ökar den till 95 %. I bränsleceller har man en verkningsgrad på ca 55 %. Spillvärmen kan värma kupén vid fordonsdrift.

Hyundai och Toyota är de fordonstillverkare som leder utvecklingen av vätgasdrivna fordon enligt Dagens Industri<sup>21</sup>.

<sup>16</sup> <https://www.psi.de/en/home/>  
<https://new.siemens.com/global/en/products/energy/energy-automation-and-smart-grid.html>  
<https://www.hitachienergy.com/se/sv/markets/utilities/energy-distribution>  
<https://upa.trimble.com/sv-se>  
<https://digpro.com/sv/>

<sup>17</sup> [www.vatgas.se](http://www.vatgas.se)

<sup>18</sup> [eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN)

<sup>19</sup> [energiforsk.se/nyhetsarkiv/nya-ron-om-gasens-roll-i-sverige/](http://energiforsk.se/nyhetsarkiv/nya-ron-om-gasens-roll-i-sverige/)  
<sup>20</sup> <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/forslag-till-nationell-strategi-for-fossilfri-vatgas/>  
<sup>21</sup> <https://www.di.se/bil/toyota-och-hyundai-i-taten-men-da-kan-genombrottet-komma/>



Något som är en utmaning med vätgas är att den kräver mycket höga tryck (200 bar – 700 bar) för transport och lagring.

### 5.4.2 Elektrobränslen

Förnyelsebara e-bränslen så som e-metanol kan tillverkas av vätgas och koldioxid. Med hjälp av el från t ex vindkraft spjälkas först vatten till syrgas och förnyelsebar vätgas. Därefter blandas vätgas och koldioxid till metanol i en reaktor. E-bränslen kan ha en marknad i applikationer så som flyg och fartygsdrift. Även om priset är högre än för fossila bränslen finns en efterfrågan från marknaden. Miljörörelsen menar att satsningen på e-bränslen inte lämpar sig för fordonsdrift. I stället menar man att elektrifiering av fordon genom batterianvändning är överlägset det effektivaste sättet av få ned utsläppen från bilarna<sup>22</sup>.

### 5.4.3 Produktionskostnad för el

Produktionskostnad för små- och storskalig centralt placerad eller distribuerad förnyelsebar elproduktion sjunker.

Enligt International Renewable Energy Agency (IRENA)<sup>23</sup> är nu kostnaden för nybyggd förnyelsebar produktion i form av solceller och vindkraft lägre än driftkostnaden för befintlig kolkraft.

### 5.4.4 Utveckling av industriella processer

Fler och fler delar av näringslivet deklarerar hur de ska minska sina CO<sub>2</sub>-utsläpp. Inom ramen för Fossilfritt Sverige<sup>24</sup> har 22 olika branscher tagit fram färdplaner för att visa hur de kan stärka sin konkurrenskraft genom att bli fossilfria eller klimatneutrala. Dessa färdplaner pekar på ett kraftigt ökande elbehov för att klara klimatmätningen.

### 5.4.5 Prisutvecklingen för solceller och energilager

Det finns flera typer av energilager så som magasin för vattenkraft, pumpkraftverk, kemiska och mekaniska lager. Vi fokuserar dock här enbart på energilager med batteriteknik.

Batteripriserna fortsätter neråt, -6 % från 2020 (140 \$/kWh) till 2021 (132 \$/kWh) och -89 % sedan 2010 enligt Bloomberg News Energy Finance<sup>25</sup>. Ett

<sup>22</sup> [https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2021\\_Efuels\\_in\\_cars\\_briefing.pdf](https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2021_Efuels_in_cars_briefing.pdf)

<sup>23</sup> [www.irena.org](http://www.irena.org)

<sup>24</sup> [www.fossilfritt Sverige.se](http://www.fossilfritt Sverige.se)

<sup>25</sup> [about.bnef.com/new-energy-outlook](http://about.bnef.com/new-energy-outlook)

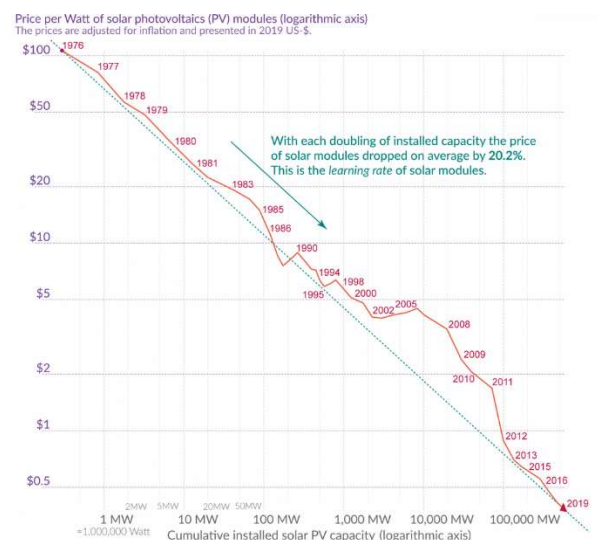
<sup>27</sup> <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/>

pris på under 100 \$/kWh kommer förmodligen att nås 2024. Prognosen är dock osäker då kriget i Ukraina medfört kraftigt ökade råvarupriser.

Energimyndigheten har en bra hemsida om installation av solceller<sup>27</sup>. Den förväntade återbetalningstiden på solcellsanläggningar för konsumenter (villaägare) ligger på ca 17 år med 2 % kalkylränta.

Prisutvecklingen på solceller följer Swanson's lag med en inlärningstakt på drygt 20 %, dvs priset sjunker med ca 20 % varje gång som den kumulativa levererade volymen solceller dubblas.

Figur 11: Priset på solpaneler enligt IRENA<sup>28</sup>:



Enligt Energimyndighetens<sup>29</sup> statistik har installerad effekt i solcellsanläggningar ökat med drygt 60 % per år sedan man började med sin statistik.

Figur 12: Installerad effekt i solcellsanläggningar

ÅR	MW
2016	140
2017	230
2018	411
2019	698
2020	1090
2021	1587

### 5.4.6 Prisutveckling för vindkraft

Enligt Energimyndigheten har produktionskostnaden för vindkraft minskat med 45 procent mellan 2008 och 2017, från 83 öre/kWh till 45 öre/kWh<sup>30</sup>. I en

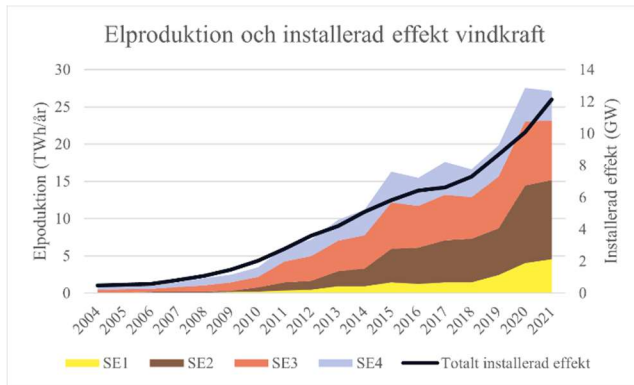
<sup>28</sup> <https://www.warpnews.se/energi/solenergi-i-inledningen-av-energi-revolution/>

<sup>29</sup> [www.energimyndigheten.se/fornybart/solenergi/solceller](http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solenergi/solceller)

<sup>30</sup> <http://www.energimyndigheten.se/globalassets/om-oss/lagesrapporter/elmarknaden/2018/vindkraftens-teknik-och-kostnadsutveckling.pdf>

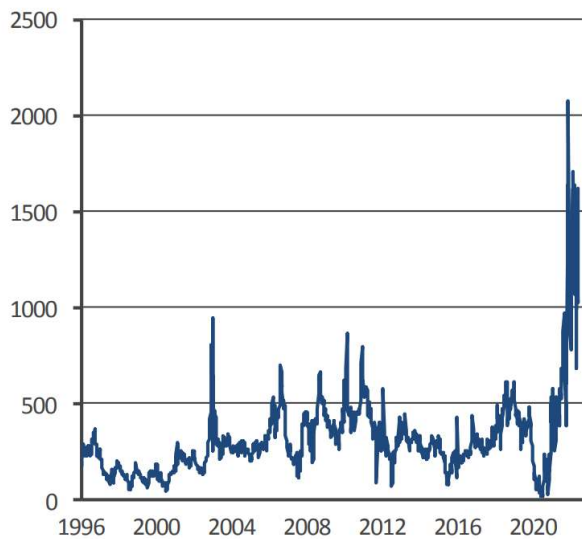
rapport från 2021 som utarbetats av Energiforsk konstaterar man att produktionskostnaderna för ny vindkraft är omkring 32 öre/kWh<sup>31</sup>.

Enligt statistik från Energimyndigheten sker en snabb utbyggnad av vindkraften i Sverige. Från 2014 till 2021 har den installerade effekten fördubblats till 12,1 GW<sup>32</sup>.



#### 5.4.7 Prisutvecklingen på elbörsen

Nord Polls systempris på el har utvecklats sig enligt nedan sedan 1996<sup>33</sup>. Kurvan anger veckomedelvärdet i SEK/MWh.



Under 2022 har marknaden varit mycket volatil, med stora prisskillnader mellan SE1/SE2 och SE3/SE4.

<sup>31</sup> <https://energiforsk.se/media/30735/el-fran-nya-anlaggningar-energiforskrapport-2021-714.pdf>

<sup>32</sup> <http://www.energimyndigheten.se/fornybart/vindkraft/marknadsstatistik/>

<sup>33</sup> <https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/statistik/kraftlaget/power-situation-sweden-weekly-report.pdf>

<sup>34</sup> [https://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/N%0c3%044tanslutna%20solcellsanl%0c3%044ggningar/N%0c3%044tanslutna%20solcellsanl%0c3%044ggningar/EN0123\\_1.px/table/tableViewLayout2/?loadedQuer](https://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/N%0c3%044tanslutna%20solcellsanl%0c3%044ggningar/N%0c3%044tanslutna%20solcellsanl%0c3%044ggningar/EN0123_1.px/table/tableViewLayout2/?loadedQuer)

#### 5.4.8 Installationen av solceller och energilager per elnätsområde

Installation av solceller är vanligare ju längre söderut man kommer i Sverige enligt Energimyndighetens statistik<sup>34</sup>. Västra Götaland toppar med drygt 266 MW, medan Norrbotten har knappt 10 MW, enligt statistik för 2021.

Bloomberg räknar med en exponentiell ökning av energilager globalt från dagens nivå på ca 22 GWh/år till ca 178 GWh/år 2030<sup>35</sup>.

#### 5.4.9 Utvecklingen av solceller med energilager

Solceller med kiselteknik har en teoretisk högsta verkningsgrad på 30 %. Kommerciella celler ligger i dag på mellan 17 % och 21 % verkningsgrad. Man räknar med att komma upp till mellan 20 % och 26 % år 2027 enligt solcellskollen.se<sup>36</sup>.

Mittuniversitetet (MIUN) experimenterar med superkondensatorer som energilager. Tekniken bygger på cellulosa som bärare för grafen i kondensatorerna<sup>37</sup>. Dessa kondensatorer blir större än dagens bästa teknik, men har potential att bli billig per lagrad kWh. Vid stationära tillämpningar i elkraftsammanhang är vikt och volym av mindre betydelse om priset är lågt.

#### 5.4.10 Sveriges kraftbalans

Kraftbalansen har förbättrats något från ett underskott på 1600 MW vintern 2021/2022 till ett underskott på 1400 MW vintern 2022/2023 vid en normalvinter<sup>38</sup>. Det innebär att Sverige förväntas vara beroende av nettoimport för att klara topplasttimmen. Förbättringen beror på en ökad vindkraftsproduktion. Vid en 10-årsvinter är underskottet 2700 MW och vid en 20-årsvinter är underskottet 3100 MW. Kommande år förväntas kraftbalansen försämrats till -4400 MW en normalvinter 2025/2026. Detta beror på att förbrukningen förväntas öka.

Det behövs mer flexibilitet för att klara omställningen av Sveriges energisystem. Transmissionsnätet behöver också byggas ut för att effektivt kunna utnyttja systemets produktionsresurser. Därtill

<sup>35</sup> <https://www.energy-storage.news/bloomberg-predicts-30-annual-growth-for-global-energy-storage-market-to-2030/>

<sup>36</sup> [www.solcellskollen.se/blogg/hur-effektiva-ar-solceller-2019-och-hur-ser-det-ut-om-tio-ar](http://www.solcellskollen.se/blogg/hur-effektiva-ar-solceller-2019-och-hur-ser-det-ut-om-tio-ar)

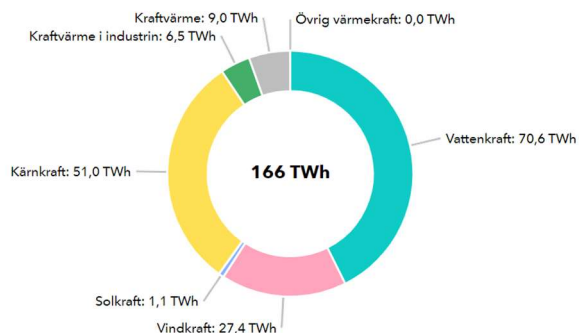
<sup>37</sup> <https://www.miun.se/drive>

<sup>38</sup> <https://www.svk.se/contentassets/aac0e79b1fb14e8a772edd25e70007e/traffa-balansmarknad---kraftbalansensrapporten-2022.pdf>

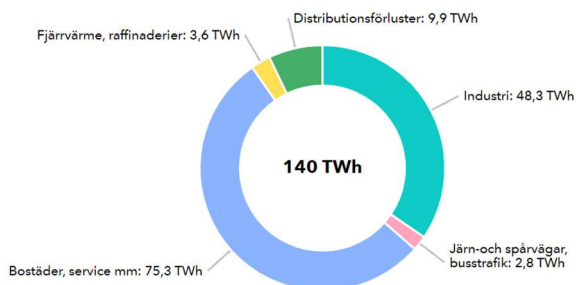
förväntas kraftsystemet bli mer svårplanerat då variationerna i tillgänglig effekt ökar med en större andel väderberoende produktion, och driftprognoser blir mer osäkra.

#### 5.4.11 Sveriges elenergibalans<sup>39</sup>

Under 2021 producerades 166 TWh el i Sverige. Elproduktion består till största del av vattenkraft och kärnkraft. Tillsammans svarar de för 75 procent av den totala produktionen av el. Resten produceras med bland annat vindkraft, kraftvärme och kondensvärme.



Under 2021 uppgick elanvändningen i Sverige till 140 TWh. Industrin stod för 34 procent, vilket motsvarar 48 TWh. Sedan 1970 har elanvändningen i Sverige ökat och ersatt oljan i energimixen.



#### 5.4.12 Kapacitetsbrist

Enligt Svenska Kraftnäts (SvK:s) systemutvecklingsplan<sup>40</sup> innebär energiomställningen stora utmaningar för kraftsystemet och kräver omfattande investeringar. Behovet av nyinvesteringar sammanfaller med att stora delar av transmissionsnätet har ett omfattande förnyelsebehov. För att klara t.ex. kommande förbrukningsökningar till storstadsregionerna, nya industrietableringar och elektrifieringen av befintliga industrier samt möjliggöra den omfattande anslutningen av ny vindkraft kommer

Svenska kraftnät att behöva investera i nya transmissionsanläggningar parallellt med omfattande förnyelseåtgärder i befintliga anläggningar. För att genomföra detta så effektivt som möjligt bygger nätutvecklingsstrategin på att samordna åtgärderna så att nya ledningar så långt det är möjligt byggs på ett sätt som både ger ökad kapacitet och så att de kan ersätta de gamla.

Under den kommande tioårsperiod finns därför i Svenska kraftnäts planer en kombination av ny- och reinvesteringar som resulterar i att man kommer att bygga ca 800 km nya ledningar och ca 25 nya stationer, under förutsättning att aktuella anslutningsärenden realiserar. Dessutom planerar man att förnya ca 1 700 km ledningar och ca 45 stationer.

Många vill ansluta till transmissionsnätet. Antalet ansökningar om att ansluta produktion och förbrukning till det svenska transmissionsnätet är mycket stort, fram för allt gäller det vindkraftsanslutning. Svenska kraftnät hade i juli 2021 anslutningsansökningar om totalt 170 GW produktion och 22 GW förbrukning. Totalt har också ca 11 GW vindkraft installerats i det svenska nätet, vilket ungefär motsvarar kapaciteten i åtta stora kärnkraftsblock. Den årliga energiproduktionen motsvarar dock den som produceras i ungefär tre sådana block.

För att öka handelskapaciteten mellan svenska elområden och mellan Sverige och grannländer pågår förberedelser för några större investeringar i transmissionsnätet. Några av dessa är en likströmsförbindelse mellan södra Sverige och Tyskland, en tredje 400 kV-växelströmsledning mellan norra Sverige och Finland och ett större projekt om kapacitetshöjande åtgärder över bl.a. Snitt 2.

#### 5.4.13 Migrationen och dess inverkan på elförbrukningen

Eftersom antalet födda överstiger antalet döda och invandringen är större än utvandringen, fortsätter befolkningen att öka i Sverige<sup>41</sup>, även om invandringen per år minskat med ca 25 % sedan toppnoteringen 2016. I januari 2017 blev vi fler än 10

<sup>39</sup> [www.ekonomifakta.se/Fakta/Energi/Energibalans-i-Sverige/Energitalforsoel](http://www.ekonomifakta.se/Fakta/Energi/Energibalans-i-Sverige/Energitalforsoel)

<sup>40</sup> [https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/svk\\_systemutvecklingsplan\\_2022-2031.pdf](https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/svk_systemutvecklingsplan_2022-2031.pdf)

<sup>41</sup> <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/manniskorna-i-sverige/sveriges-befolkning/>

miljoner invånare. År 2029 beräknas folkmängden passera 11 miljoner enligt SCB<sup>42</sup>.

I Sverige förbrukar vi drygt 13 000 KWh el per capita<sup>43</sup>, vilket är högt internationellt sett. Med den förbrukningen placerar vi oss som 8:e nation i världen. Norge ligger på 22 000 kWh, Finland på 15 000 kWh och Danmark på knappt 6 000 kWh.

Elförbrukningen per capita i Sverige har i stort sett varit oförändrad sedan 1985, men minskat något sedan år 2000 enligt Världsbanken<sup>44</sup>.

Den ökande folkmängden i landet leder förmodligen till en ökad elförbrukning.

Migrationen inom landet innebär i huvudsak att befolkningen ökar längs Norrlandskusten och södra Sverige och då i synnerhet i storstadsregionerna, samtidigt som flertalet orter i Norrlands inland minskar sin befolkning<sup>45</sup>.

#### 5.4.14 Digitalisering och artificiell intelligens (AI)

Till följd av digitaliseringen ökar hoten mot verksamheten och cybersäkerheten får en ökad betydelse för elnätsbolagens leveransförmåga. SÄPO skriver i sin årsrapport<sup>46</sup> att det framför allt är Ryssland och Kina som intresserar sig för säkerhetskänslig verksamhet i Sverige:

- Kina spionerar för att främja egen industri.
- Ryssland vill undergräva Sveriges stabilitet på olika sätt.

Digitaliseringen effektiviserar verksamheten men gör samhället mer sårbart.

- Nya elmätare med alltmer avancerad teknik ger möjligheter men även nya risker.
- IT-systemen i bolagen blir alltmer integrerade vilket gör att en störning kan fortplanta sig mellan systemen.

AI kan användas i planeringen av elnät, för att undvika överbelastning genom en korrekt dimensionering. AI kan även användas för feldetektering, felbortkoppling och självläkande nät. En annan tillämpning finns inom kundtjänst, i form av chatbotar med AI-stöd. Robotar i IT-systemen kan

automatisera processflöden i verksamheten, genom att automatisera rutinarbeten.

#### 5.4.15 Andelen elfordon

Under 2021/2022 ökade försäljningen av laddbara bilar med 55 % i Sverige och i maj 2022 fanns 350 000 st vilket utgör 7 % av personbilsflottan<sup>47</sup>. Andelen laddbara bilar av nybilsförsäljningen ligger på 40 %<sup>48</sup>.

I Sverige finns nu över 15 000 laddpunkter på drygt 2 700 laddstationer.

#### 5.4.16 Utveckling inom fordonsteknik

Tack vare tekniken för Vehicle-to-grid (V2G) kan elbilarnas batterier användas för flexibilitetstjänster. Den samlade kapaciteten på landets elbilar är 8 400 MWh.

#### 5.4.17 Teknik för att kyla och värma upp lokaler samt varmvatten

Enligt Energimyndigheten<sup>49</sup> kommer energianvändningen i bostäder att minska fram till 2030, för att sedan öka till 2050.

Trots antagande om en ganska omfattande nybyggnation minskar energianvändning i bostads- och servicesektorn från 147 TWh 2018 till mellan 141 TWh och 145 TWh fram till 2030. Det beror främst på energieffektivisering i byggnader och att byggnader med direktverkande el konverterar till värmepumpar. Efter 2030 är potentialen för konvertering från direktverkande el uttömd och många lönsamma energieffektiviserande åtgärder redan genomförda, vilket leder till att den totala energianvändningen i sektorn ökar på grund av nybyggnation till mellan 145 TWh och 152 TWh 2050.

#### 5.4.18 Utveckling av off-grid-lösningar

En studie från Mälardalens Högskola<sup>50</sup> visar att det idag finns flertalet faktorer som kan vara drivande för en utveckling mot ett off-grid elsystem. I studiens empiriska material går det att finna tecken på att flertalet informanter tror att en förändring av dagens svenska elsystem behövs. Hur trolig en sådan förändringsprocess är finner studien inga svar på. De faktorer som skulle driva utvecklingen mot ett

<sup>42</sup> <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/befolkning/befolkningsframskrivningar/befolkningsframskrivningar/pong/statistiknyhet/sveriges-framtida-befolkning-2020-2070/>

<sup>43</sup> [www.indexmundi.com/map/?v=81000&r=xx&l=sv](http://www.indexmundi.com/map/?v=81000&r=xx&l=sv)

<sup>44</sup> [data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC?locations=SE](https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC?locations=SE)

<sup>45</sup> <https://www.dn.se/ekonomi/karta-sa-vaxer-och-krymper-sveriges-kommuner-kolla-din-kommun/>

<sup>46</sup> [https://www.sakerhetspolisen.se/download/18.650ed51617f9c29b552287/1649683389251/Sakerhetspolisen\\_arsbok%202021.pdf](https://www.sakerhetspolisen.se/download/18.650ed51617f9c29b552287/1649683389251/Sakerhetspolisen_arsbok%202021.pdf)

<sup>47</sup> [www.elbilsstatistik.se](http://www.elbilsstatistik.se)

<sup>48</sup> [www.bilsweden.se/statistik](http://www.bilsweden.se/statistik)

<sup>49</sup> <https://energimyndigheten.a-w2m.se/ResourceComment.mvc?resourceId=185971>

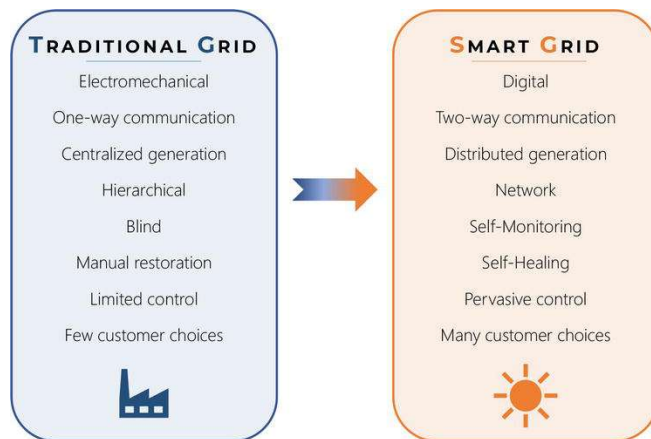
<sup>50</sup> <http://mdh.diva-portal.org/smash/get/diva2:1335788/FULLTEXT01.pdf>



elsystem som karaktäriseras som off-grid kan identifieras som prisutveckling, utveckling i andra sektorer, ändrad tariffsättning, decentralisering, lagstiftning, ökad popularitet samt exempel där off-grid har realiserats.

#### 5.4.19 Smarta elnät

Skillnaden mellan ett traditionellt nät och ett smart nät beskrivs i nedanstående bild från Research Trends and Challenges in Smart Grids av Alfredo Vaccaro<sup>54</sup>



Beträffande kommunikationsteknik är det främst LoRaWAN<sup>55</sup> som utvecklats mycket på senare tid. LoRa, som står för Long Range, är en patenterad trådlös digital dataöverföringsteknik som utvecklats i Frankrike. En standard som vuxit och fått spridning över hela världen. LoRa används för att bygga trådlösa nät på licensfria frekvenser över större ytor. LoRa möjliggör överföring av data över långa sträckor. Fokus är låg energiförbrukning, lång räckvidd och låg felfrekvens i dataöverföringen. LoRa är en hårdvaru- och fabriksberoende standard.

Nya funktionskrav på elmätare träder i kraft 2025<sup>56</sup>. Energimarknadsinspektionen beskriver funktionskraven på framtidens elmätare på följande sätt:

- Elmätaren ska för varje fas kunna mäta spänning, ström, aktiv energi samt aktiv och reaktiv effekt för uttag och inmatning av el.
- Elmätaren ska utrustas med ett kundgränssnitt som stöds av en öppen standard som möjliggör för kunden att ta del av mätuppgifterna i nära realtid.

- Elmätaren ska möjliggöra avläsning av mätdata och uppgifter om elavbrott på distans.
- Elmätaren ska kunna registrera mängden överförd energi per timme och kunna ställas om till att registrera per 15 minuter.
- Elmätaren ska kunna registrera uppgifter om tidpunkt för början och slut på elavbrott längre än tre minuter.
- Det ska vara möjligt för elnätsföretaget att uppgradera och ändra inställningar i elmätaren på distans.
- Det ska vara möjligt för elnätsföretaget att via elmätaren kunna spänningssätta och fränkoppla elanläggningar på distans.

Installationen av nya elmätare kräver någon form av kommunikationssystem, som även kan möjliggöra kommunikation till smart utrustning i nätstationerna.

#### 5.4.20 Utvecklingen kring tillämpningar av blockkedjetekniken för elmarknaden

De fyra europeiska TSO:erna TenneT, Swissgrid, APG och Terna håller på att utveckla en gemensam blockkedjeplattform – Equigy<sup>57</sup>. Syftet är att möjliggöra för slutkunder med batterilager, värmepumpar, laddbara bilar och annan styrbar utrustning att bidra med flexibilitetstjänster till elsystemet och tjäna en slant på detta. Med hjälp av plattformen kan data delas av utrustning hos slutkunder, marknadsaktörer och nätoperatörer. Plattformen kommer att möjliggöra handel över nationsgränserna i deltagande länder.

#### 5.4.21 Uppstickare på elmarknaden

Tibber<sup>58</sup> och Greenely<sup>59</sup> säljer el med hjälp av appar i telefoner. Kunderna får information om sin förbrukning i apparna.

Tibber har ett fast pris på 39 kr per månad och gör obetydliga påslag på börspriset. De säljer även laddboxar för elbilar och annan elutrustning på hemsidan. De finns nu etablerade i Tyskland utöver Sverige och Norge samt planerar en lansering i Nederländerna.

Greenely har ett liknande upplägg som Tibber, men har ett högre pris på 69 kr per månad. De håller nu på att etablera sig i Storbritannien förutom Sverige.

Både Greenely och Tibber erbjuder förmånlig elbilsaddning mot att laddningen kan avbrytas korta

<sup>54</sup> [www.intechopen.com/books/research-trends-and-challenges-in-smart-grids/introductory-chapter-open-problems-and-enabling-methodologies-for-smart-grids](http://www.intechopen.com/books/research-trends-and-challenges-in-smart-grids/introductory-chapter-open-problems-and-enabling-methodologies-for-smart-grids)

<sup>55</sup> <https://lora-alliance.org/>

<sup>56</sup> <https://www.ei.se/bransch/matning-av-el/funktionskrav-elmatare#h-Detharade7nyafunktionskravenforelmatare>

<sup>57</sup> [www.equigy.com](http://www.equigy.com)

<sup>58</sup> [www.tibber.se](http://www.tibber.se)

<sup>59</sup> [www.greenely.com](http://www.greenely.com)

perioder. Denna nedreglering säljs till SvK som en stödtjänst för frekvenshållningen.

Fokus för dessa bolag verkar vara att ha bra statistik i apparna, snygg layout, obetydligt påslag på börspriset och en fast månadsavgift.

#### 5.4.22 Användning av bioenergi

Totalt används ca 140 TWh bioenergi per år i Sverige<sup>60</sup>, vilket är en fördubbling sedan 90-talets början. Det finns potential för en ytterligare ökning av kapaciteten.

Räknat som energiinnehåll minskade leveranserna av fasta biobränslen med omkring tre procent under 2020 jämfört med 2019<sup>61</sup>. Det visar resultatet av en enkätundersökning utförd av tidningen Bioenergi<sup>62</sup>.

#### 5.4.23 Covid-19

Den globala förbrukningen av el minskade under våren 2020 på grund av pandemin. Under senare delen av året steg förbrukningen till normala nivåer. Eftersom efterfrågan på el minskade i Sverige samtidigt som vattentillgången var hög, föll elpriserna till historiskt låga nivåer under 2020.

Återhämtningen efter pandemin har gått snabbt. Totalt under 2022 var elproduktionen cirka 166 TWh och elanvändningen 140 TWh. Detta motsvarar en ökning med cirka 4 procent för bägge kategorier jämfört med år 2020<sup>63</sup>.

Den snabba återhämtningen efter pandemin i kombination med oroligheterna på marknaden till följd av kriget i Ukraina har gett rekordhøgt elpris. Det genomsnittliga systempriset på elbörsen Nord Pool Spot blev 63 öre/kWh år 2021, en ökning med 52 öre jämfört med 2020, motsvarande 554 procent<sup>64</sup>.

För första gången någonsin har vi under 2020 sett negativa oljepriser, till följd av oförändrad produktion och låg efterfrågan.

En kraftig ökning av distansarbete har skett. Troligen blir det en viss kvarstående effekt, vilket kommer att öka användningen av distansmöten och minska resandet.

Främmande makter har ökat informationsinhämtningen under Corona-krisen. Att vi arbetar på distans i större utsträckning ökar riskerna för spionage.

#### 5.4.24 Ren energi för alla i Europa

”Vinterpaktet” eller ”Ren energi för alla i Europa” (Clean energy package<sup>65</sup>) är ett europeiskt lagstiftningspaket som omfattar åtta rättsakter – förnybarhetsdirektivet, energieffektiviseringsdirektivet, direktivet om byggnaders energiprestanda, elmarknadsdirektivet, elmarknadsförordningen, krisberedskap, förordning för ACER, styrning av EU:s energipolitik. Det syftar till att underlätta övergången till ett mer förnybart energisystem och uppfylla EU:s åtaganden enligt Parisavtalet.

Det är framför allt inom följande områden som elnätsföretag påverkas:

- Kundinflytande, kundskydd och energigemenskaper
- Efterfrågeflexibilitet genom aggregering
- Elnätsföretagets roll som systemansvarig för distributionssystem

Riksdagen har beslutat om ändringar i ellagen till följd av genomförandet av det europeiska regelverket. Förändringarna är de största som skett efter elmarknadens avreglering och berör följande områden<sup>66</sup>:

- Elnätsverksamhetens systemansvar
- Renodlingen av nätverksamheten
- Stödtjänster
- Flexibilitetstjänster
- Nätutvecklingsplaner
- Ägande av laddpunkter och energilagring
- Mikroproduktion
- Anslutningsskyldighet
- Samredovisning
- Nätföretagens fakturor
- Undantag från funktionskrav (24 tim krav)
- Standardiserade rutiner för anslutning av energilagringssystem

<sup>60</sup> [https://www.svebio.se/wp-content/uploads/2022/04/VB\\_2022.pdf](https://www.svebio.se/wp-content/uploads/2022/04/VB_2022.pdf)

<sup>61</sup> <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/arlrig-energibalans/>

<sup>62</sup> [www.bioenergitidningen.se](http://www.bioenergitidningen.se)

<sup>63</sup> <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2022/fortsatt-hog-elproduktion-och-ellexport-under-2021/>

<sup>64</sup> <https://www.energiforetagen.se/pressrum/pressmeddelanden/2021/elaret-2021-fran-rekordlagt-till-rekordhogt-elpris/>

<sup>65</sup> [www.ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans\\_en](http://www.ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en)

<sup>66</sup> <https://www.energiforetagen.se/medlemsnyheter/2022/februari/ren-energi-paketet--genomforandet-av-andringar-i-elnatsverksamheten/>



### 5.4.25 Likströmsnät

Projektet Tigon<sup>67</sup> som finansieras av Europeiska unionens Horisont 2020 ska visa hur likströmsmikronät kan bidra till att göra EU: s elnät grönare, effektivare och mer motståndskraftig.

De flesta nätinfrastukturer är baserad på växelström eftersom detta fungerar bäst i ett stort kraftsystem med långa ledningar. Men med ökningen av förnybar energi, som tenderar att genereras och användas lokalt, sker ett skifte från en storskalig centraliserad modell för hantering av elnät till en mer lokal modell.

De flesta populära förnybara energikällor genererar likström, antingen direkt eller via en kraftomvandlare. Eftersom de är intermittenta måste deras ström lagras i batterier som ansluts med likström. Dessutom fungerar den mesta moderna elektriska utrustningen som bärbara datorer, mobiltelefoner och LED-belysning med likström.

Det EU-finansierade projektet Tigon syftar till att skapa ett ”business case” för avancerade hybridmikronät. Ny teknik kan göra det möjligt för lokal likströmsinfrastruktur att bättre integrera förnybar energi och lagra el.

### 5.4.26 Förändringar i IKN-förordningen<sup>68</sup>

Fram tills januari 2022 var det inte möjligt att dela energi mellan bostadshus även om husen var belägna på samma fastighet och hade samma ägare. Hösten 2021 beslutade regeringen om en ändring av IKN-förordningen som ökar möjligheterna att kunna dela energi. Undantaget innebär att det inte krävs nätkoncession för markkablar mellan en produktionsanläggning eller ett energilagring för el och närliggande byggnader för att dela den producerade eller lagrade elen. Det gäller både inom samma fastighet och grannfastigheter. Det kommer att förenkla för en energigemenskap att dela den el som produceras i en produktionsanläggning mellan medlemmarna i gemenskapen.

### 5.4.27 Tamarinden

Tamarinden är en helt ny stadsdel som byggs i Örebro. Där ska närmare 600 bostäder tillsammans kunna producera, lagra och dela energi<sup>69</sup>. Taken kommer att ha solceller och avsikten är att koppla samman olika byggnader med ett eget likströmsnät så

att elen kan delas mellan husen. Området kommer även att ha laddstolpar för elbilar och via en molntjänst kommer husen och bilbatterierna att samverka för att dela den energi som har producerats i området.

### 5.4.28 Futurum fastigheter

Futurum Fastigheter, Örebros kommunala fastighetsbolag, är bland de första fastighetsbolagen i Sverige som sammankopplat två fastigheter (skolor) med en likströmskabel<sup>70</sup>. De två skolfastigheterna är Navets skola och Änglandaskolan i de södra delarna av Örebro och båda har solcellsanläggningar på taken.

Tanken är att egenproducerad energi (solel) flyttas mellan fastigheterna. I den ena fastigheten, Änglandaskolan, finns också ett batterilagring på drygt 110 kWh för lagring av likströmsel. Mellan fastigheterna finns ytterligare en fastighet i form av en kommunägd park.

### 5.4.29 Kostnad för ny kärnkraft

Enligt en studie från Svenskt Näringsliv<sup>71</sup> varierar kostnaden för nybyggd kärnkraft dramatiskt, och det är därför svårt att avgöra vad kostnaden för ett nytt projekt i Sverige skulle landa på under 2030-talet, men man kan anta att kostnaden ligger på mellan 37 200 kr/kW upp till 65 400 kr/kW. Den lägre siffran är i linje med vad man bör kunna uppnå i Europa inom ett drygt decennium om nya projekt som idag är i startgropen inte drabbas av extrema förseningar och problem när byggperioden väl påbörjas. Medelvärdet i spannet på 58 000 kr/kW ligger cirka 8 % högre än det nuvarande motsvarande genomsnittet för nybyggd storskalig kärnkraft i Europa. Detta motsvarar ett mycket pessimistiskt stagnant utvecklingsscenario in på 2030-talet och tar dessutom höjd för att Sverige har högre arbetskraftskostnader än Turkiet och Ungern som är med i snittkostnadsberäkningen.

Med detta antagande om kärnkraftens kostnadsutveckling skulle ett hypotetiskt kostnadsoptimalt framtida teknikneutralt svenskt kraftsystem att bestå i huvudsak av en tredjedel bibehållen vattenkraft, en tredjedel vindkraft samt en tredjedel bibehållen och ny kärnkraft. Detta resultat är robust mot en stor variation av ingångsvärden och antaganden i den

<sup>67</sup> [www.tigon-project.eu/](http://www.tigon-project.eu/)

<sup>68</sup> <https://svenskforsfattningssamling.se/sites/default/files/sfs/2021-11/SFS2021-976.pdf>

<sup>69</sup> <https://www.energi-miljo.se/energisystem-for-framtiden/>

<sup>70</sup> <https://www.futurumfastigheter.se/nyhetsarkiv/2020-11-18-futurum-kopplar-upp-skolfastigheter-pa-samma-energinat>

<sup>71</sup> [https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj7tdzO9Ob4AhUMQvEDHepiCC4QFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.svensktnaringsliv.se%2Ffraga%2FProjekt\\_Kraftsamling\\_Elf%25C3%25B6rs%25C3%25B6rning&usq=AOvVaw0zwhpHASYftYpNkd7xOB8J&cschid=1657201584921940](https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj7tdzO9Ob4AhUMQvEDHepiCC4QFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.svensktnaringsliv.se%2Ffraga%2FProjekt_Kraftsamling_Elf%25C3%25B6rs%25C3%25B6rning&usq=AOvVaw0zwhpHASYftYpNkd7xOB8J&cschid=1657201584921940)

använda modellen. Den största enskilda skillnaden från det nuvarande svenska kraftsystemet är en växande andel och mängd vindkraft och en mer begränsad ökning av mängden kärnkraft.

Svenskt Näringslivs bedömningar ligger i linje med vad Energiforsk kommit fram till<sup>72</sup>. Enligt deras beräkningar ligger kostnaden för ny kärnkraft i spannet mellan 40 000 kr/kW och 55 000 kr/kW. I vissa fall har man dock kunnat bygga ny kärnkraft för ner mot 20 000 kr/kW<sup>73</sup>.

Small Modular Reactor (SMR) är en teknik som utvecklas snabbt. Den främsta skillnaden mellan en SMR och en konventionell reaktor är storleken. De små reaktorerna är mindre både rent fysiskt och effektmässigt. Där konventionella reaktorer producerar 1 000 till 1 500 MW per enhet producerar en SMR i storleksordningen 50 till 300 MW.

SMR:er skiljer sig också från dagens reaktorer genom att de har en annan säkerhetsapproach och går att tillverka och byggas mer effektivt. SMR:erna förlitar sig i högre grad på inbyggd säkerhet. De har färre aktiva system och kräver färre mänskliga ingrepp. De kan klara sig helt utan ingrepp, extern el och vattenförsörjning under överskådlig tid. De är tänkta att serieproduceras modulärt i fabrik och endast slutmonteras på site, vilket sänker produktionskostnaden och förkortar byggtiden. Kostnaden beräknas till under 20 000 kr/MW<sup>74</sup>.

#### 5.4.30 Regeringens elektrifieringsstrategi<sup>76</sup>

Regeringen har lagt fram en strategi för att elsystemet ska kunna utvecklas i takt med de behov som följer av en kraftfull elektrifiering av industrin och fordonsflottan.

Strategin har tagits fram i samverkan med näringsliv, myndigheter och andra samhällsaktörer. Strategin tydliggör i 12 punkter regeringens inriktning för det fortsatta arbetet och omfattar totalt 67 åtgärder som ska genomföras under 2022–2024. Regeringen har avsatt 20 miljoner i budgeten för 2022 för genomförandet av strategin. För 2023 och 2024 har 35 respektive 25 miljoner avsatts.

Strategin innehåller bl a:

- Inrättandet av ett elektrifieringsråd med representanter från den offentliga sektorn,

näringslivet och andra samhällsaktörer. Rådet ska stödja ett effektivt genomförande av regeringens elektrifieringsstrategi.

- Svenska kraftnät får en tydligare roll att arbeta för att elsystemet ska kunna utvecklas i takt med behoven. I denna åtgärd ingår bland annat ett mer proaktivt arbete med nationell nätplanering.
- Svenska kraftnät får i uppdrag att tydliggöra förutsättningar för att främja flexibilitet vid anslutning av nya elkrävande verksamheter. Det kan handla om att anpassa elanvändning för att minska effekttoppar och optimera nyttjandet av elnäten.
- Energimyndigheten får i uppdrag att ta fram en fjärr- och kraftvärmestrategi. Förslag ska även tas fram för hur kraftvärmens lokala elsystemnyttor kan få en mer korrekt värdering.
- Energimyndigheten och Trafikverket får i uppdrag att ta fram ett nationellt handlingsprogram för en snabb, samordnad och samhällsekonomiskt effektiv utbyggnad av ändamålsenlig laddinfrastruktur samt tankinfrastruktur för vägtrafik.
- En utredning ska presentera förslag på hur kommuner ska kunna ges incitament för utbyggnad av ny vindkraft.
- Initiativ tas till en nationell kraftsamling kring kompetensförsörjning för elektrifieringen

## 5.5 Handlingsplanen för öppna elnät

### 5.5.1 Flexibilitetstjänster

Elsystemet står inför flera utmaningar samtidigt varav de två huvudsakliga är:

- Elproduktion kommer i allt högre utsträckning från decentraliserade intermittenta energikällor
- Elanvändningen förväntas öka inom många av samhällets sektorer – främst inom industri och transport.

Utifrån dessa utmaningar uppstår en rad problem, exempelvis att elnäten inte har kapacitet att ta emot ny produktion eller att det inte finns kapacitet att tillgodose den ökade användningen. Ett sätt att lösa problemen är genom flexibilitet i elnäten.

Flexibilitet kan definieras som ”förmåga att hantera variationer och osäkerhet i utbud och efterfrågan på el” och rymmer flera olika begrepp beroende på situation, behov och åtgärder. Målet är däremot alltid

<sup>72</sup> <https://energiforsk.se/program/el-fran-nya-anlaggningar/rapporter/el-fran-nya-anlaggningar-2021-714/>

<sup>73</sup> <https://energiforsk.se/program/karnkraft-omvard-och-teknik/nyheter/marknadsutveckling/hur-mycket-kostar-ny-karnkraft/>

<sup>74</sup> <https://neutronbytes.com/2021/12/03/ontario-power-picks-gehbwx-300-as-its-first-smr/>

<sup>76</sup> <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/transportsektorn-elektrifieras/el-4/>

att möta efterfrågan på el under varje tidpunkt under året.

För att aktörer i elsystemet ska välja att bidra med flexibilitet krävs teknologisk infrastruktur och fungerande affärsmodeller. I Elinorrs studie av förutsättningar för flexibilitet i elnäten har tre olika flexibilitetslösningar beskrivits utifrån region- och lokalnätsperspektiv. Dessa tre är lokala flexibilitetsmarknader, upphandling av flexibilitet genom bilaterala avtal och styrning med hjälp av tariffer.

Studien beskriver, utöver olika lösningar, även vilka förutsättningar som krävs för att nätbolag ska kunna implementera flexibilitet i sin verksamhet. Ett viktigt resultat är att nätbolag behöver, för att fullt ut kunna förbereda sig för flexibilitet, göra ingående analyser av den egna verksamheten och kartläggning av vilka förutsättningar det finns i det specifika nätet. Innan nätbolaget utreder tekniska lösningar behöver de få en insyn i vilka behov av flexibilitet som finns, samt vilka resurser i nätet som kan möta dessa.

### 5.5.2 Marknadsplattformar

Inom projektet SWITCH<sup>77</sup> tar E.ON fram en digital marknadsplats för flexibilitet. Målen med plattformen är att optimera användandet av elnätet och undvika kapacitetsbrist. De vill ta en ledande roll i att möjliggöra energiomställningen, men inser att de inte kan göra det på egen hand. Därför involvera man kommuner, landsting, näringsliv och industrier då det krävs ett bredare samarbete för att lösa effektproblematiken.

Switch-plattformen är öppen under vinterhalvåret, då behovet av lokal balansering i elnäten är som störst.

Som flexibilitetsleverantör kan slutkunden välja mellan två avtalsformer. Antingen erbjuder man ständig flexibilitet, vilket innebär att elleverantören när som helst kan aktivera en sänkning av effektuttaget. En fast ersättning för ständig tillgänglighet utgår utöver ersättningen för varje period som aktiveras.

I den andra varianten bestämmer slutkunden själv när man kan minska effektuttaget. Ingen fast ersättning utgår, utan endast för aktiverade perioder.

<sup>77</sup> <https://www.eon.se/foeretag/elnaet/switch>

<sup>78</sup> <https://www.entnce.com/?hsLang=en>

<sup>79</sup> <https://nodesmarket.com/>

Entrnce<sup>78</sup> är en oberoende transaktionsplattform för el som faciliterar transaktioner mellan producenter och konsumenter, oavsett av deras lokalisering, transparent och i enlighet med reglerna på den nederländska elmarknaden. Plattformen gör det är möjligt för producenter och konsumenter att köpa och sälja elenergi direkt och självständigt. Dessutom erbjuder den befintliga och nya energitjänsteleverantörer och elleverantörer möjlighet att utveckla Peer-to-Peer-tjänster för sina kunder.

NODES<sup>79</sup> är ytterligare en oberoende marknadsplatsen där nätägare, producenter och konsumenter av elenergi kan handla el lokalt.

### 5.5.3 Coordinet

Vattenfall Eldistribution, E.ON Energidistribution och Svenska kraftnät samarbetar i det gemensamma EU-projektet CoordiNet<sup>80</sup> för att finna lösningar på den effektbrist som finns på olika platser i det svenska elnätet.

Just nu växer efterfrågan på el fortare än vad elnätskapaciteten hinner byggas ut. Bakom denna förändring ligger nyindustrialisering, ett historiskt högt bostadsbyggande samt ökad elanvändning för en fossilfri transportsektor och industri. EU-projektet CoordiNet siktar på att använda dagens elnät smartare. Totalt omfattas tre länder och 23 aktörer med en budget på totalt 150 miljoner kronor.

Demonstrationsanläggningar med lokala marknadsplatser för effektivare användning av elnätet testas på fyra områden i Sverige: Uppland, Gotland, Skåne samt Västernorrlands och Jämtlands län. Handeln sker i samarbete med SWITCH, en digital marknadsplats för flexibilitet.

### 5.5.4 Sthlmflex

Svenska kraftnät, Ellevio och Vattenfall Eldistribution har gått samman i ett forskningsprojekt som ska skapa och pröva en flexibilitetsmarknad i Storstockholm. Enkelt beskrivet innebär det att elanvändare och elproducenter som är kopplade till elnätet bidrar till att motverka att kapacitetsbrist uppstår i elnäten. Handeln sker i samarbete med NODES, en oberoende marknadsoperatör och deras marknadsplats.

Inom ramen för sthlmflex<sup>83</sup> skapar man en marknad för effektflexibilitet där elnätsbolag kan köpa

<sup>80</sup> [www.coordinet-project.eu/pilots/sweden](http://www.coordinet-project.eu/pilots/sweden)

<sup>83</sup> [www.svk.se/sthlmflex](http://www.svk.se/sthlmflex)

flexibilitetstjänster av flexibilitetsleverantörer. För elanvändaren handlar det om att avstå eller minska elförbrukningen och för elproducenten att starta elproduktion. Målet är att motverka kapacitetsbrist i elnäten och därigenom öka leveranssäkerheten.

Sthlmflex är koordinerad med och kompletterar befintliga marknader såsom spotmarknad för elhandel och balansmarknader. Det som gör sthlmflex unikt är att det sker i Sveriges största region, inom ett område med två regionnätsägare, Ellevio och Vattenfall Eldistribution. I Stockholmsregionen finns en tydlig påverkan mellan två olika regionnätsägare. Det innebär möjligheter att utbyta flexibilitetsresurser mellan olika regionnät, vilket inte har prövats tidigare.

För att bli flexleverantör med fria bud eller anbud om tillgängliga timmar behöver elanvändare kunna avstå eller minska sin elförbrukning med minst 0,1 MW aggregerat. Elproducenter behöver kunna starta elproduktion med minst 0,1 MW. För anbud om tillgängliga timmar ska flexleverantören lova att kunna avstå eller minska sin elförbrukning en eller flera dagar när det är kallare än minus 5 grader.

#### 5.5.5 Effekthandel Väst

I Göteborg har Effekthandel Väst startat med syfte att frigöra kapacitet i det lokala elnätet. Här ska Göteborg Energi Elnät kunna köpa effektflexibilitet av sina kunder, till exempel ökad elproduktion eller minskad elförbrukning. Handeln sker i samarbete med NODES, en oberoende marknadsoperatör och deras marknadsplats.

Bakgrunden är att Göteborg expanderar och effektbehovet kommer fördubblas under de

Göteborgs totala effektuttag ligger på max 850 MW idag. Potentialen med Effekthandel Väst är att frigöra 100 MW, som kan användas för nya ändamål.

#### 5.5.6 Örebrobostäder

ÖrebroBostäder AB<sup>84</sup> (ÖBO) är det första bostadsbolaget i Sverige att bli en lokal leverantör av flexibilitetstjänster till Svenska kraftnät. Det är ett paradigmskifte på energimarknadens, då ett bostadsbolag för första gången får leverera el i det nationella kraftnätet och inte bara vara en mottagare.

På sju hyreshus har Örebrobostäder installerat solceller på taken och litiumjonbatterier i källarna.

<sup>84</sup> [www.obo.se](http://www.obo.se)

Batterilagren är sammankopplade med varandra via en molntjänst och kan därför bete sig som ett enda stort lager gentemot elnätet. Totalt har de sju batterilagren en installerad effekt på 121 kW och kan lagra 135 kWh.

ÖBO, innovationsbolaget Power2U och InnoEnergy, som är ett samarbete mellan industri och akademi i Europa, har tillsammans utvecklat de tekniska förutsättningarna för att ÖBO ska kunna bli en lokal leverantör av elenergitjänster och bidra till det nationella kraftnätets ökande behov av frekvensreglering.

## 5.6 Kostnadsriktig prissättning och rimlig intäktsreglering

### 5.6.1 Ei:s tariffutredning

Sedan inledningen av 2019 har Ei utrett hur nättariffer ska utformas. Nu har en den nya föreskriften presenterats<sup>85</sup>. Syftet med den nya föreskrifter är att elnätstarrifferna ska främja ett effektivt nätutnyttjande. För att tarifferna ska kunna främja ett effektivt nätutnyttjande måste de vara kostnadsriktiga, det vill säga ge kunderna korrekta prissignaler om vad det kostar att använda nätet. Samtidigt ska tarifferna ge nätbolagen kostnadstäckning och nå intäkts-ramarnas nivåer.

Utifrån analysen har Ei beslutat att tarifferna byggs upp på följande sätt:

- Rörliga förlustkostnader och överliggande näts rörliga kostnader prissätts med fasta eller tiddifferentierade volymbaserade priser (öre/kWh)
- Framåtblickande kostnader prissätts med ett effektbaserat pris (kr/kWh) på flera uppmätta maxeffekter, dynamiskt eller statiskt.
- Kundenspecifika kostnader täcks med en fast avgift per kundkategori (kr/år)
- Residualkostnader prissätts utifrån säkringsstorlek eller abonnerad effekt (kr/A i fasta steg 16 A, 20 A, 35 A o s v eller kr/kWh)

Priser baserade på säkringsstorlek är inte lämpliga för att fördela framåt-blickande kostnader, då de ger för litet incitament för kunderna att anpassa sitt förbrukningsmönster.

<sup>85</sup><https://onedrive.live.com/?cid=27E79F3D5F8F07C3&cid=27E79F3D5F8F07C3%21148079&parId=27E79F3D5F8F07C3%21147902&o=OneUp>



## 5.6.2 Rimlig intäktsreglering

Marknadsgruppen inom Elinorr håller på att prioritera sitt arbete inför kommande reglerperioder. Syftet är att skapa förutsättningar för ett positivt kassaflöde i verksamheten. Här är särskilt utrangeringar, normprislistan och en eventuell förändring av effektiviseringskrav av intresse att studera.

En ny lag<sup>86</sup> ger elnätsföretag rätt att använda tidigare outnyttjat intäktsutrymme från tillsynsperioden 2012–2015 för investeringar under perioden 2021–2027. För att kunna ta ut underintäkten krävs att man gör motsvarande investeringar i elnätet och att dessa finansieras till 35 % med egna medel samt att det bara är investeringar överstigande 1 % av kapitalbasen per år som ger ett extra utrymme att höja tarifferna<sup>87</sup>.

Kammarrätten har i juni 2022 meddelat dom angående elnätsföretagens intäktsramar för tillsynsperioden 2020–2023<sup>88</sup>. Domen innebär att Energimarknadsinspektionen (Ei) har att besluta om nya intäktsramar för tillsynsperioden 2020–2023, då de tidigare meddelade intäktsramarna beslutats utifrån en förordning som bryter mot EU-rätten.

Kammarrätten uttalar vidare att de principer som framgår av äldre förarbeten till ellagen och kammarrättens tidigare avgöranden, som grundas på dessa förarbeten, inte ska vara vägledande vid beräkningen av avkastningen på kapitalbasen. Detta innebär att praxis som har utvecklats under många år nu helt faller.

Domen har av branschen överklagats till Högsta förvaltningsdomstolen. För att domstolen ska pröva målet krävs att domstolen ger prövningstillstånd. Domstolen får in cirka 7 000 mål varje år men bara 1 - 2 procent får prövningstillstånd.

## 5.7 Standardisering

### 5.7.1 Nätkoder

Internationell klimatpolitik och europeisk energipolitik får en allt större påverkan på det svenska elsystemet och elmarknaden. De senaste årens införande av omfattande europeisk lagstiftning kräver ett nära samarbete mellan de europeiska DSO:erna – något som innebär många fördelar men även mindre utrymme för självbestämmande.

De viktigaste målen för EU:s energipolitik är försörjningstrygghet, ett rimligt elpris och minskade koldioxidutsläpp. Det uppnås enligt Europeiska rådet och Europeiska parlamentets bedömning mest effektivt genom en integrerad europeisk elmarknad. Den europeiska lagstiftningen talar om vilka metoder och villkor som ska finnas och om dessa ska vara nationella, regionala eller europeiska. EU-förordningarna beskriver också hur det går till för att få metoderna och villkoren godkända.

Arbetet med EU:s nätkoder<sup>89</sup> startade år 2009 som en följd av det så kallade tredje inre marknadspaketet för el och naturgas. Regelverket syftar till att genomföra en gemensam inre marknad för el och naturgas. Detta ska öka försörjningstryggheten, bidra till hållbar elförsörjning och stärka konkurrensen på elmarknaden till nytta för Europas elkunder.

Elinorr är medlem i CEDEC som arbetar på europeisk nivå för att utveckla framtidens europeiska elsystem. Vi har också etablerat en allt tätare dialog med myndigheter och departement för att påverka regelverken i en riktning som är fördelaktig för lokala elnätsbolag, eller i vart fall inte missgynnar dessa.

De europeiska regelverken berör områden som exempelvis marknadsdesign, balanseringsprocessen och utformning av stödtjänster. Syftet är att harmonisera länders regelverk, när de europeiska elnäten och elmarknaderna blir alltmer sammankopplade.

För närvarande finns åtta nätkoder varav tre handlar om anslutning, tre om marknaden och två om drift.

Anslutning:

- Nätanslutning av generatorer (RFG)
- Anslutning av förbrukare (DCC)
- Nätanslutning av system för högspänd likström (HVDC)

Marknad:

- Kapacitetstilldelning och hantering av överbelastning (CACM)
- Förhandstilldelning av kapacitet (FCA)
- Balanshållning avseende el (EB)

<sup>86</sup> [www.regeringen.se/rattsliga-dokument/proposition/2021/03/prop.-202021194](http://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/proposition/2021/03/prop.-202021194)

<sup>87</sup> <https://data.riksdagen.se/fil/A5097B7F-AB5E-4B0D-AEB6-EAD468D8F0AA>

<sup>88</sup> <https://www.energiforetagen.se/pressrum/nyheter/2022/juni/dom-i-kammarratten-om-elnatsforetagens-intaktsramar-for-ar-20202023/>

<sup>89</sup> [www.entsoe.eu/network\\_codes/](http://www.entsoe.eu/network_codes/)

Drift:

- Drift av elöverföringssystem (SO)
- Nödsituationer och återuppbyggnad (ER)

En ny kod för cybersäkerhet håller på att färdigställas och förväntas träda i kraft 2022. Arbetet med att ta fram en kod för användarflexibilitet har inletts.

### 5.7.2 EU DSO Entity

Som en del av paketet ”Ren energi för alla”, som beslutades i EU i slutet av 2018, ingick ett beslut om att bilda en ny elnätsorganisation på EU-nivå – EU DSO Entity<sup>90</sup>, som startade sin verksamhet under hösten 2021. Ett av skälen är att stamnätsoperatörernas organisation ENTSO-E ska ha en motsvarighet för lokala elnätsföretag som hanterar frågor rörande lokalnäten. Medlemskap är öppet för elnätsföretag inom EU. Syftet är att arbeta med bland annat nätkoder, användarflexibilitet, digitalisering, cybersäkerhet och integrering av förnybar energi.

Det första uppdraget för EU DSO Entity är att utveckla nätkoder, förbättra cybersäkerhet och utveckla regelverk för införande av paketet ”Ren Energi för alla”. Enheten ger DSO:er en stark röst vid införandet av det nya paketet.

Via enheten kommer DSO:er att kunna formellt delta i utvecklingen av EU:s ramverk och samarbeta med TSO:er genom ENTSO-E om gemensamma nyckelutmaningar för utvecklingen av energisystemet mot ytterligare integration av förnybara energikällor och stödja energieffektivitet samt minskning av CO<sub>2</sub>-utsläpp.

Enheten skapar lika villkor för TSO:er och DSO:er och bygger på befintlig lagstiftning och kommer att hjälpa till att rationalisera kontakterna med europeiskt organ.

Under 2020 och 2021 lyckades Elinorr med att få in Stefan Sedin från Jämtkraft styrelsen för EU DSO Entity. Föreningen låg även bakom att få en stark nordisk representation i ledningen för entiteten. I enhetens arbetsgrupper och kansli deltar medarbetare från Elinorr och dess medlemsföretag.

### 5.7.3 Apparatstandarder

Energiforsk<sup>91</sup> följer utvecklingen och påverkar standarder och riktlinjer inom energibranschen. Man samordnar de företag och organisationer som har identifierat ett behov av överenskommelser för att

utveckla sina varor och tjänster. Det kan vara privata och offentliga organisationer, globala företag, myndigheter, kommuner och landsting, branschföreningar och frivilligorganisationer. Målet är att underlätta handel och innovation och att effektivisera verksamheter.

Via engagemanget i Svenska institutet för standarder representeras de svenska energiföretagen också i den europeiska standardiseringsorganisationen CEN och den globala organisationen ISO. Det betyder att svenska energiföretag också är med och driver utvecklingen internationellt inom energiområdet.

Energiforsk arrangerar ett seminarium vartannat år som speglar nyheter och resultat från de tekniska kommittéerna som är knutna till SIS. Seminariet fokuserar också på trender som påverkar eller drivs av standardiseringen och är en inspirationskälla för de personer som representerar energibranschen i arbetet med standardisering.

Elinorr bör engagera sig i Energiforsks standardiseringsarbete, för att bevaka nyheter och påverka inriktningen i linje med föreningens strategier.

### 5.7.4 EBR

EBR-verksamheten<sup>92</sup> drivs av branschens samlade kompetens. Grunden är att hela elnätsbranschen bidrar i arbetet och till utvecklingen. Verksamheten ska även vara en grund för kompetensförsörjning inom elnätsbranschen, bland annat genom att tillhandahålla en utbildningsstruktur. Resultatet av EBR:s arbete är ett viktigt verktyg för effektivisering av elnätsverksamheten.

För att omsätta förväntningarna i handling är många personer engagerade i EBR-kommittén, dess olika utskott, arbetsgrupper och projektgrupper. EBR-kommittén och dess arbetsutskott består av ledamöter från arbetsgivarorganisationer, fackföreningar, Svenska kraftnät och elnätsföretag.

Kommitténs arbete är fördelat på tre utskott:

- EBR Ekonomiutskottet
- EBR Teknikutskottet
- EBR HMS-utskottet (Hälsa, Miljö och Säkerhet).

Under varje utskott finns ett antal arbets- och projektgrupper.

<sup>90</sup> [www.eudsoentity.eu](http://www.eudsoentity.eu)

<sup>91</sup> [www.energiforsk.se/](http://www.energiforsk.se/)

<sup>92</sup> [www.ebre.se](http://www.ebre.se)

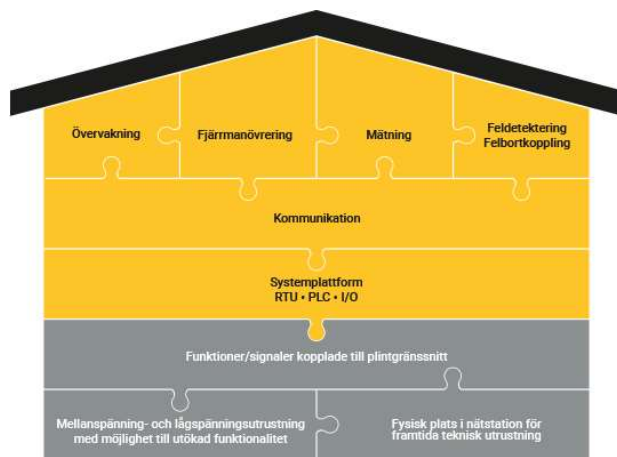


Elinorr bör koordinera medlemsorganisationernas deltagande i EBR-arbetet. På så sätt kan vi skapa förutsättningar för en likartad tekniknivå i alla elnätbolag.

## 5.8 Nät drift, övervakning och stabilitet

### 5.8.1 Nätstationsautomation

Grunden är att man bestycker nätstationen med en centralenhet (RTU/PLC) och erforderligt antal in- och utgångar som man har behov av samt strömförsörjning med UPS.



Detta gör det möjligt att implementera lösningar för nätstationsautomation till låg kostnad och med förberedd kommunikation mellan nätstationen och t ex SCADA-system.

Med hjälp RTU:n övervakar, styr och kommunicerar nätstationen. Man kan på så sätt samla in och presentera lägesindikering för primärapparater samt ström-, spänning- och energimätning samt övertoner och leverans kvalitet på lågspänningssidan. Även övervakning och styrning av andra delar såsom exempelvis nätstationens skalskydd, larmer och ventilation är möjligt att övervaka.

Ett nätautomationsskåp måste förbli i drift tillräckligt länge för att utföra ett antal steg vid ett strömavbrott. Den extra kraften som krävs för omkoppling av lastfränkskiljare eller effektbrytare kräver ett särskilt högpresterande lokalt batteri med ett brett temperaturområde.

Batteri för avbrottsfri kraftförsörjning anpassas till krav på maximal ström, laddning- och standby tid. Typiska värden är 6-8 timmars laddningstid och 12-48 timmars standby-tid vid strömavbrott.

Man kan bestycka stationen med olika typer av jordfelsindikatorer och kortslutningsdetektorer, vilket ger möjligheter till att få fram mycket information.

För att få en selektiv bortkoppling av felet kan lösning med skyddsrelä tillsammans med brytare i nätstationen väljas. Även utrustning för automatisk omsektionering och driftupbyggnad kan installeras. På så sätt kan självläkande nät skapas, vilket förkortar avbrottstiderna.

Beroende på geografiska förutsättningar väljs olika kommunikationslösningar t ex kommunikation över de publika näten, signalkabel, optisk fiber eller olika radiolösningar. Med tanke på att eldistributionsnäten utgör en samhällskritisk verksamhet måste säkerhetsskyddet alltid beaktas. Därför bör alltid kommunikationen mellan nätstation och överordnade system krypteras, för att tillmötesgå de höga säkerhetskrav som moderna tillämpningar ställer.

### 5.8.2 SCADA-system

Nätstationsautomation och nya elmätare erbjuder stora möjligheter bortom ren mätdatainsamling. Förbättrad och mer granulär mätdata, mer frekvent och kvalitativ datainsamling och bättre förutsättningar att analysera och använda informationen skapar nya möjligheter inte bara för elbolagens mätansvariga utan även för andra nyckelfunktioner som nätplanering, kundtjänst och inte minst nätbolagets driftcentral. Här lägger de nya smartare mätarna och nätstationsautomation grunden för förbättrad avbrotts hantering och mer proaktiv driftstyrning, med ökad leverans kvalitet och en förbättrad kundupplevelse som resultat.

En god kundupplevelse handlar både om att användaren ska kunna förlita sig på elleveransens ständiga tillgänglighet och en försäkran om att spänningen hålls på rätt nivåer.

Elnätsägaren har huvudansvaret för elkvaliteten i sitt elnät, från inmatningspunkt till slutanvändarens anslutningspunkt.

Gårdagens SCADA-systemen gav bara en bild av det som händer i högspänningssdelen av nätet, medan lågspänningsnätet, där slutkonsumenten befinner sig, hamnade under driftcentralens radar. För elkvalitetsmätningar tvingades man förlita sig på data som samlats in i efterhand, i anslutningspunkter högre upp i nätet.

Med trubbiga verktyg för att monitorera den verkliga kundupplevelsen blev det upp till konsumenten att larma om störningar och kvalitetsproblem. Detta tvingade nätbolaget till manuella kontrollmätningar för att verifiera eller avfärda problemen. Den manuella hanteringen innebar en merkostnad för den ansvariga driftenheten. Ett stort problem låg i att kontrollmätningen gjordes i efterhand och inte när elen verkligen levererades och problemet uppstod. När kvalitetsproblemen ofta är momentana blev resultatet en kvalitetsuppföljning baserad på historisk mätdata av dålig kvalitet.

Lösningen till driftledningens utmaningar finns hos nya elmätare och nätstationsautomation som samlar avgörande driftinformation om onormala spänningsnivåer, fasfel, strömavbrott, misstänkta nollledarbrott från varje enskild mätare och nätstation. Information som löpande återförs till nätbolaget och gör det möjligt att övervaka elkvaliteten i realtid.

Genom automation kan problem i nätet åtgärdas i god tid innan slutkunden behöver slå larm eller ström- och spänningsvariationerna fått påverkan på utrustning och individer.

Förbättrad information om vad som verkligen hänt i nätet ger dessutom en fingervisning om kommande underhållsbehov, laststyrning och behov av förstärkningar i nätet. Allt för att löpande minimera avbrott och förbättra leveranskvaliteten.

För den driftcentral som tidigare behövt förlita sig på andrahandsinformation från användare och data från hög- och mellanspänningsnätet innebär den nya och intelligenta utrustningen en revolution. Reaktiv felsökning och analys baserad på historisk data kan ersättas av proaktiv realtidsövervakning. Fokus i driftssäkringen flyttas från att i efterhand försöka åtgärda problem i nätet till att aktivt ta kontrollen över elkvaliteten och därigenom förbättra kundupplevelsen.

Inom detta teknikområde har Elinorr starta ett arbete för att implementera en gemensam systemplattform, för att tillvarata den nya teknikens möjligheter.

### 5.8.3 Indikatorer för smarta elnät

Energimarknadsinspektionen (Ei) tar ytterligare ett steg på vägen mot ett mer flexibelt och smart elsystem. Som ett led i arbetet med smarta elnät och

flexibilitet har Ei färdigställt föreskrifter om vilka uppgifter som elnätsföretagen ska rapportera in för att Ei ska kunna följa upp utvecklingen av smarta elnät<sup>93</sup>. Föreskrifterna träder i kraft den 1 oktober 2022.

Som en följd av EU:s reviderade elmarknadsdirektiv stärks Ei:s roll kopplat till smarta elnät. Ei ska enligt elmarknadsdirektivet övervaka och utvärdera utvecklingen av det smarta elnätet med utgångspunkt i en begränsad uppsättning indikatorer.

Ei har beslutat att nätbolagen med fler än 5 000 kunder årligen ska redovisa ett 40-tal indikatorer<sup>94</sup>. Bland dessa finns indikatorer för att följa upp:

- leveranssäkerhet
- dynamisk belastningsbarhet
- acceptansgräns för förnybara energikällor
- transformatorstationernas automationsgrad
- användningen av flexibilitetstjänster
- total kapacitet av anslutet energilager

Den fullständiga listan består både av helt nya indikatorer, som Ei inte har samlat in tidigare, och av indikatorer som Ei redan idag samlar in.

## 5.9 Förbättra och anpassa elnätsbolagens kapacitet

### 5.9.1 Förståelse av elnäten

(se avsnitt 5.2)

### 5.9.2 Anläggningsförvaltning

Standardiseringsorganisationen ISO har utarbetat en standardserie som ska hjälpa företag och organisationer att skapa värde av sina tillgångar på ett effektivt sätt, ISO 55000. Standarden passar både små och stora organisationer och kan användas för att förvalta olika typer av resurser. I standarden definieras en resurs som allt från materiella och fysiska föremål som räls, tåg och bilar till mer immateriella resurser, som exempelvis ett företags rykte.

En viktig poäng med ISO 55000 är att organisationer får ett verktyg för att jobba långsiktigt med sina tillgångar. Förutom den uppenbara fördelen med att kunna konkretisera värdet av sina resurser så finns det även andra vinster, som exempelvis metoder för att stärka relationen med intressenter.

<sup>93</sup> <https://ei.se/om-oss/nyheter/2022/2022-07-07-ytterligare-steg-mot-ett-smart-elsystem--nu-finns-nya-foreskrifter-om-foretagens-inrapportering-gallande-smarta-elnat>

<sup>94</sup> <https://www.ei.se/om-oss/publikationer/publikationer/foreskrifter-el/2022/foreskrift-cifs-20225>

ISO 55000 anknyter till både ISO 9000 och till andra standarder för underhåll och förvaltning. Det är även möjligt att certifiera sig mot ISO 55000.

### 5.9.3 Simris-projektet

E.ON:s Simris-projekt var ett av sex spjutspetsprojekt som ingår i EU-projektet InterFlex.

Elproduktionen i projektets lokala energisystem var hundra procent förnybar och kom från tre olika typer av produktionskällor – vindkraft, solceller och en reservkraftgenerator driven på förnybart bränsle. Ett vindkraftverk stod som regel för den största delen av elproduktionen. Detta kompletterades med mikroproduktion i form av solceller på hustak.

Eftersom både sol och vind är intermittenta energikällor behövdes reglerbar elproduktion. En reservkraftgenerator skötte denna uppgift vid de tillfällen som energisystemet kördes i ö-drift. När det lokala energisystemet inte var i ö-drift stod i stället det centrala nätet för den elförsörjning som inte producerades lokalt. Reservkraftsgeneratoren drevs av ett förnybart bränsle, hydrerad vegetabilisk olja (HVO-diesel), som är ett förnybart dieselbränsle.

Energilagret i form av ett batteri var hjärtat i energisystemet. Tillsammans med ett avancerat styrsystem var batteriet det som såg till att rätt spänning och frekvens hölls i det lokala nätet. Det tog upp eller gav effekt för att hela tiden hålla systemet i balans.

Ett avancerat styr- och reglersystem var hjärnan i det lokala energisystemet. Det såg till att alla produktionsenheter kunde kommunicera med varandra så att det hela tiden levererades el av god kvalitet. Styr- och reglerutrustningen styrde frekvensen i det lokala nätet så att det alltid höll de önskade 50 Hz. Det såg även till att rätt spänning upprätthålls. Allt skedde i nära samarbete med batterisystemet som var så kallad ”grid-forming unit”, vilket betyder att batteriet var källan för omedelbar reglering om förbrukningen ökade eller minskade.

Generellt är det en stor utmaning för mikronät att kunna leverera maxuttaget i det lokala nätet som endast uppstår vid särskilda tillfällen. Produktionsenheterna måste kunna möta detta för att kunderna ska få el i sina uttag, men det finns också en annan lösning och den är att försöka minska dessa toppar och skapa ett jämnare uttag. Detta gör man genom att styra ner laster när systemet signalerar att det sker mycket förbrukning och produktionen inte räcker till.

Det är oftast ett mer ekonomiskt sätt att hantera vad kapacitetsbrist.

### 5.9.4 Laddning av elfordon

Det råder inget tvivel om att användningen av elnätet kommer ändras väsentligt framöver. Högst troligt kommer alla fossildrivna bilar vara ersatta med elbilar på sikt. Scenarier som pekar på 50 % laddbara fordon 2030 innebär stora förändringar som på kort tidshorisont ska hanteras. Att förstå laddningsmönster och proaktivt jobba för att tillgodose de behov som kommer uppstå blir en viktig nyckel för att inte bromsa utvecklingen. En viss osäkerhet kan också tillskrivas antalet fordon i framtiden då delningsekonomi bli mer vanligt. Förmodligen blir det mer relevant i ett längre perspektiv och elnätet bör då kortsiktigt ta höjd för den mängd fordon som finns idag.

Det finns rapporter som pekar på flera problem i nätet kopplat till storskalig användning och laddning av elbilar. Som lösning på de potentiella problem som kan uppstå ses bilarnas laddflexibilitet som den mest kostnadseffektiva lösningen, eventuellt så effektiv att hela personbilsflottan kan rymmas inom nuvarande elnät. Privata fordon står ofta parkerade och har därför ett stort flexfönster för när laddningen kan ske. Givet det låga energibehovet per dygn behöver även effekten dessutom inte stiga särskilt mycket, även om laddningen skulle ske vid höglast. En bil i Sverige kör i genomsnitt 3,2 mil per dag, motsvarande 5,8 kWh. För att tillgodose den körsträckan skulle det räcka med 1,6 timmar laddning med 3,6 kW. Med andra ord skulle många förmodligen klara sig långt på laddeffekter under 3,6 kW. Givet att många idag installerar 22 kW laddare kan man ifrågasätta om det snart kommer leda till en mängd nätproblem eller om laddningen kommer styras ner för att hålla nere effekt och tariffkostnad?

För att utforma och planera nätet så bra som möjligt krävs ökad kunskap om faktisk last. I projektet kring laddning av elfordon som bedrivits inom Elinorr noterades stora skillnader på uppskattade lastprofiler (typkurvor) och faktiska mätvärden vid simulering. En viss osäkerhet finns även i upplösningen på mätdata, huruvida timvärden är tillräckliga för att fånga upp de problem som kan uppstå eller om kritiska toppar faller bort vid planering av nätet. Denna osäkerhet bör minskas i framtiden när upplösningen ökar till 15-minutsvärden men frågan är om det är tillräckligt.

Vid dimensionering kommer det även vara viktigt att förstå hur stor sammanlagringen förväntas bli vid tillkommande elbilsladdning. Eventuellt kanske nätbolagen själva kan reglera sammanlagring och flexibilitet genom specifika tariffer och tillgänglighetsavtal. Privata fordonsflottan kommer förmodligen bli alltmer intressant i en nära framtid då nätbolagen väntas nyttja mer flexibilitet i systemet i stället för traditionell nätförstärkning. Kundens totala behov blir även viktigt vid dimensionering och där kanske anslutning av solceller blir den begränsande faktorn.

För att hitta den optimala anslutningen till kund krävs en utökad dialog där kunden får bättre förståelse för vad som driver kostnaden för en elnätsanslutning. Elnätbolagen behöver i sin tur få bättre förståelse för kundens behov och hur de förändras över tid. Kostnaden för effekt är en viktig aspekt, om kunden verkligen behöver en viss effekt vid en specifik tidpunkt. För elbilsladdning finns det som nämnts stor potential att ladda vid olika tidpunkter och eftersom behovet i snitt är 5,8 kWh/dag kan man verkligen ifrågasätta om snabbbladdning behövs. En kulturförändring kan behöva ske då man i dagsläget oftast tankar sin fossildrivna bil när tanken är slut och då kräver full tank. Genom att ansluta elbilen oftare minskar behovet att tanka fullt vid ett enstaka tillfälle och laddningen kan då optimeras för att minska belastningen på elnätet, bidra med stödtjänster och tanka när elpriset är lågt. Detta bör även speglas i pris till kund så att laddningen blir så billig som möjligt. Incitamentet för flexibel laddning skulle förmodligen inte behöva vara stort om kunden inte behöver göra någon större anpassning av sitt beteende. För detta krävs hög grad av automatisk styrning.

I Elinorrs fallstudie var det framför allt transformatorn som blev den begränsande faktorn. Genom att flytta laddning till nattetid (kl. 23-05) kan antalet kunder som laddar samtidigt öka från 50 % till 75 %. Vid 11 kW uppnås inte lika stor nytta när laddning förskjuts i tid då problem uppstår fortfarande vid 25 %. För att reducera behov av nätinvesteringar borde det naturliga vara att primärt fokusera på låga laddningseffekter om man vill ansluta fler på det befintliga nätet. Att transformatorn i det här fallet är den främsta begränsningen är positivt då ett utbyte är relativt enkelt i förhållande till nya ledningar. På grund av stora variationer i hur nät är utformade ses dock inte detta som en given lösning för alla nät.

### 5.9.5 Tillståndsprocesser

För att förbättra överföringsförmågan i elnäten krävs massiva investeringar i nya ledningar. Med nuvarande tillståndsprocesser och handläggningstider kan det ta fem till tio år att få tillstånd för en ny elledning som kräver linjekoncession. Om vi ska minska utsläppen av växthusgaser med 61 % till 2030 är detta alldeles för långa ledtider. I september 2021 fick Ei, Lantmäteriet och länsstyrelserna i uppdrag av regeringen att utveckla och testa nya arbetssätt för en koordinerad process för hantering av de tillstånd och rättigheter som krävs för att bygga ut eller förstärka elnätet. Ei ska leda arbetet och redovisa uppdraget till Infrastrukturdepartementet senast i maj 2023.