

5 Rådets bedömning av smarta elnäts möjligheter

5.1 Kartläggning av aktörer, ansvar och insatser för smarta elnät i Sverige

Samordningsrådet ska enligt direktivet kartlägga roller, ansvar, drivkrafter, aktiviteter och möjligheter för smarta elnät i Sverige. Uppgifterna är specificerade så här:

- Kartlägga ansvarsfördelningen för utvecklingen av smarta elnät mellan berörda myndigheter, samt kartlägga roller och drivkrafter för andra aktörer (inklusive kommuner och näringsliv). Handlingsplanen kan innehålla förslag till förtydliganden, justeringar eller nya samarbetsformer.
- Översiktligt kartlägga statliga, kommunala och privata insatser inom smarta elnät i Sverige.
- Kartlägga förutsättningar och drivkrafter för olika typer av företag inom olika branscher att delta i och dra fördel av utvecklingen samt kartlägga förutsättningarna i olika delar av landet.

Vi har kartlagt ansvarsfördelningen och aktiviteter inom smarta elnät med underlag bl.a. från dialoger med berörda myndigheter, organisationer samt leverantörer av produkter och tjänster som har betydelse för utvecklingen av smarta elnät. Resultatet av kartläggningarna har publicerats i rådets delårsrapport.¹ I delårsrapporten ingår också en redovisning av rådets uppdrag till Business Sweden

¹ Samordningsrådet för smarta elnät, delårsrapport, 2013, Kunskapsplattformen och nuläge i Samordningsrådets arbete.

att genomföra en företagskartläggning inom smarta elnät.² I arbetet med företagskartläggningen ingick att upprätta en databas som ligger på samordningsrådets webbplats och uppdateras vartefter. En kort redogörelse av resultatet av kartläggningarna finns i avsnitt 5.2.

Insatser och ramvillkor för utvecklingen inom smarta elnät i områden som mer indirekt berör smarta elnät redogör vi för i avsnitt 5.1.2. Det inkluderar områden som samhällsplanering och bebyggelse, samverkan med övriga delar av energimarknaden, arenor samt insatser inom pilot- och demonstrationsprojekt.

5.1.1 Aktörer och ansvarsfördelning inom smarta elnät i Sverige

Vi beskriver här kortfattat roller och ansvar som statliga, kommunala och privata aktörer har inom smarta elnät sett ur ett helhetsperspektiv. För en mer utförlig redovisning hänvisar vi till samordningsrådets delårsrapport från 2013. Där återfinns mer detaljerade beskrivningar av de myndigheter och nyckelaktörer som har en roll i utvecklingen av smarta elnät. De nyckelaktörer som omfattas är i första hand oberoende aktörer som direkt är involverade i utvecklingen av smarta elnät. En översiktlig sammanställning av aktörer som på sikt kan tänkas bli involverade ingår också. I delårsrapporten finns dessutom en utförlig redovisning av elmarknadens aktörer och deras roller och ansvar.

Myndigheter

Olika myndigheters roller och ansvar redovisas kortfattat i tabell 5.1. Tabellen visar de myndigheter som har eller som kan förväntas få en tydlig roll i utvecklingen av smarta elnät samt deras huvudsakliga ansvarsområden kopplade till denna utveckling.

Ansvarsområdena har delats in i fem huvudgrupper:

1. Föreskrivande och tillsyn

² Rapport till samordningsrådet, Business Sweden, 2013, Smarta elnät – en kartläggning av företag i Sverige.

2. Finansieringsstöd inklusive stöd till FoU
3. Övriga ekonomiska styrmedel (elcertifikat och utsläppshandel)
4. Information och rådgivning
5. Analysarbete (A) samt övriga ansvarsområden (Ö)

Figur 5.1 Myndigheter, roller och ansvar inom smarta elnät

	Föreskrifter, tillsyn	Finansiering	Ekonomiska styrmedel	Information, rådgivning	Analys (A) Övrigt (Ö)
Energimyndigheten	X	X	X	X	A
Energimarknadsinspektionen	X			X	A
Svenska Kraftnät	X		X	X	A Ö*
Elsäkerhetsverket	X			X	A Ö**
Vinnova		X			A
Tillväxtanalys					A
Business Sweden		(X)		X	A
Konsumentverket	X			X	A
Boverket	X	(X)		X	A
Datainspektionen	X				A
Formas		X			A
Post- och telestyrelsen	X			X	A
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap	X	X		X	A
Försvarets radioanstalt				X	A

*Systemansvarig myndighet på elmarknaden

**Standardiseringsarbete

Utöver berörda myndigheter så finns det också av regeringen tillsatta aktörer bland annat i form av nationella samordnare som kan ha en roll inom utvecklingen av smarta elnät. Vindkraftsamordnare har tillsatts för att underlätta samspelet mellan vindkraftprojektörer, myndigheter och andra aktörer på central, regional och lokal nivå. Deras uppgift är framförallt att lotsa fram stora anläggningar.

Konsumentverket ska tillhandahålla en ny upplysningstjänst med opartisk information och vägledning till konsumenter tillsammans med informationsansvariga myndigheter och andra aktörer³. Upplysningstjänsten ska bl.a. ge information som underlättar för konsumenter att göra olika val, däribland information om hållbar konsumtion.

En nationell miljömålssamordnare för näringslivet har utsetts av regeringen och blir en katalysator för den omställning som behövs för att vi ska kunna nå generationsmålet och miljökvalitetsmålen. Miljömålssamordnaren ska redovisa sitt arbete den 30 juni 2017.

Utredningen om fossilfri fordonstrafik (FFF)⁴ har behandlat frågeställningarna kring elektrifiering av fordonstrafiken till 2030. Utredningen föreslår att Energimyndigheten får i uppdrag att till sig knyta en nationell samordnare för arbetet med laddinfrastruktur. FFF föreslår också att regeringen ska utse en nationell samordnare med uppgift att underlätta en kommande elektrifiering av vägnätet och kollektivtrafiken genom att i samverkan med berörda intressenter utveckla en plan som påskyndar utvecklingen. Utredningen föreslår även att en nationell samordnare utses med uppgift att underlätta introduktionen av biodrivmedel och att Trafikverket får i uppdrag att bilda ett nationellt råd för minskad klimatpåverkan från vägtrafiken. Betänkandet från FFF-utredningens förslag⁵ har remitterats med slutdatum 19 maj 2014 och beredning av utredningens förslag pågår i Regeringskansliet.

Oberoende nyckelaktörer samt medlems- och branschorganisationer

Oberoende nyckelaktörer vars uppgifter har en direkt koppling till smarta elnät är framför allt de tre svenska standardiseringsorganisationerna Informationstekniska Standardiseringen (ITS), Svensk Elstandard (SEK) och Swedish Standards Institute (SIS). De tre är utsedda av regeringen att fastställa svensk standard inom sina respektive områden. Alla tre är ideella organisationer med fri-

³ Förordning (2014:110) om en upplysningstjänst för konsumenter (inkl. samverkan med bl.a. Konsumenternas energimarknadsbyrå).

⁴ Kommittédirektiv, Dir. 2012:78, Fossiloberoende fordonsflotta – ett steg på vägen mot nettonollutsläpp av växthusgaser.

⁵ Statens offentliga utredningar, 2013, Fossilfrihet på väg SOU 2013:84.

villigt deltagande från svenska myndigheter, företag och organisationer som vill medverka i och påverka utvecklingen av standarder inom respektive område. Arbetet bedrivs i tekniska kommittéer, fördelade på olika teknikområden.

Bland de oberoende aktörerna med mer indirekt engagemang inom smarta elnät märks Konsumenternas energimarknadsbyrå och de kommunala energirådgivarna. De kan på sikt spela en viktig roll med råd och stöd till konsumenter om nya affärserbjudanden och nya produkter och tjänster inom smarta elnät.

Det finns flera medlems- och branschorganisationer med ett direkt engagemang i utveckling och införandet av smarta elnät eller angränsande tekniker. Bland sådana organisationer märks:

- Teknikföretagen – medlemsorganisation för företag inom teknikområdet.
- Svensk Energi – intresseorganisation för elbranschen.
- IT- och Telekomföretagen – medlemsorganisation för alla företag inom IT- och telekomsektorn.
- Villaägarna – medlemsorganisation för småhusägare med fokus på bl.a. energifrågor.
- Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag (Sabö) – bransch- och intresseorganisation för Sveriges allmännyttiga bostadsföretag.
- Svensk Vindenergi – branschorganisation för företag som arbetar med vindkraft.
- IQ Samhällsbyggnad – medlemsfinansierad förening som sprider och initierar forskning, innovation och kvalitetsutveckling inom samhällsbyggande.
- Sweden Green Building Council – medlemsfinansierad förening, öppen för alla företag och organisationer inom den svenska bygg- och fastighetssektorn. Föreningen verkar för grönt byggande samt för att utveckla och påverka miljö- och hållbarhetsarbetet i branschen.
- Kraftforum som finns i Västra Götalandsregionen är en arena för företag, ingenjörer och skolor inom kraftområdet. Genom nätverkande, utbildning och gemensam forskning bidrar kraftforum till att öka regionens attraktionskraft för före-

tagsetablering. Kraftforum verkar också för ett ökat teknikintresse och en industrianpassad utbildning i samarbete med regionens skolor.

Aktörer på elmarknaden

Aktörerna på elmarknaden kan delas in i följande grupper:

- Elanvändare i olika kategorier, allt från industrier till enskilda hushåll. De lokala elnäten brukar delas upp i lågspänningsnät (400/230V) och högspänning (oftast 10–20kV). Till lågspänningsnätet är cirka 5,3 miljoner elanvändare anslutna och till högspänningsnäten cirka 6 500.
- Elproducenter där de största elproducenterna i Sverige utgörs av Vattenfall, Fortum Sverige, E.ON Sverige, Statkraft Sverige och Skellefteå Kraft. Totalt äger svenska staten genom Vattenfall cirka 39 procent av den installerade elproduktionskapaciteten, utländska ägare svarar för cirka 39 procent, kommunalt ägande utgör cirka 12 procent och resterande 10 procent fördelar sig mellan övriga ägare.
- Elnätsföretag som äger och driver elnätet och ansvarar för att elen transporteras från produktionsanläggningar till elanvändarna. Stamnätet ägs av Svenska kraftnät. Via stamnätet transporteras elen från stora elproducenter till regionnäten. Elnätsföretagen är verksamma inom olika geografiska områden och har ensamrätt att distribuera el till elanvändare inom sitt område. Tre elnätsföretag – E.ON Elnät Sverige, Vattenfall Eldistribution och Fortum Distribution äger större delen av de svenska regionnäten. Lokalnäten distribuerar elen till hushåll, industrier m.m. Lokalnäten ägs av staten, kommuner och privata företag, men även av t.ex. ekonomiska föreningar. Sverige har ungefär 170 elnätsföretag av olika storlek.
- Elhandelsföretag som köper in el från elproducenter, via elbörsen och/eller från andra elhandelsföretag, och säljer el i olika avtalsformer till elanvändare i konkurrens med andra elhandelsföretag. Ett elhandelsföretag kan ha flera olika roller och även agera som balansansvarig och som elåterförsäljare. Det finns cirka 120 elhandelsföretag i Sverige.

- Balansansvariga som har ett ekonomiskt ansvar för att produktion och förbrukning av el alltid är i balans inom företagets åtagande. För att vara balansansvarig krävs att företaget har ett avtal om balansansvar med Svenska kraftnät. Vanligast är att ett elhandelsföretag eller en kraftproducent har ett sådant avtal om balansansvar. Även enskilda större användare av el kan vara balansansvariga. I dag finns drygt 30 balansansvariga företag.
- Svenska kraftnät har rollen som systemansvarig myndighet på den svenska elmarknaden.

Leverantörer av produkter och tjänster

Utvecklingen av IT och kommunikationsteknik är en viktig drivkraft för utvecklingen av smarta elnät tillsammans med olika energinära produkter och tjänster.

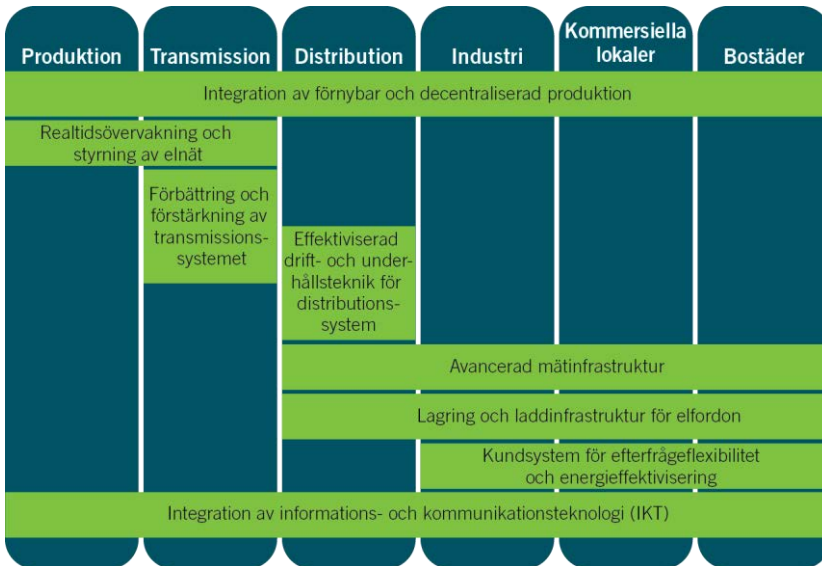
Drivkrafterna ser dock olika ut för olika delar av värdekedjan för smarta elnät. Tillväxtpotentialen och värdet för varje affärssegment bestäms av både teknikutveckling och marknadsförhållanden och kan se olika ut för olika delar av värdekedjan för smarta elnät som sträcker sig från produktion till elanvändare, se figur 5.2.

Samordningsrådet har kartlagt företag inom branscher som levererar produkter och tjänster inom området smarta elnät⁶. Kartläggningen presenteras närmare under avsnitt 5.2 och baseras på den indelning i teknikområden som tagits fram av International Energy Agency (IEA). Kartläggningen omfattar totalt cirka 140 stora och små företag med bred spridning över IEA:s kategorier. Både svenska och utländska företag med betydelsefull verksamhet i Sverige inom dessa områden har ingått i kartläggningen. Betydelsefull verksamhet i Sverige kan vara forskning och utveckling, förädling, produktpassning eller kompetensbaserad idégivning.

En sammanställning av produkter och tjänster för smarta elnät för olika delar i värdekedjan finns i figur 5.3. Som framgår av figur 5.2 och 5.3 sträcker sig olika affärssegment över flera områden vilket ger en komplex bild av såväl branschen som dess drivkrafter.

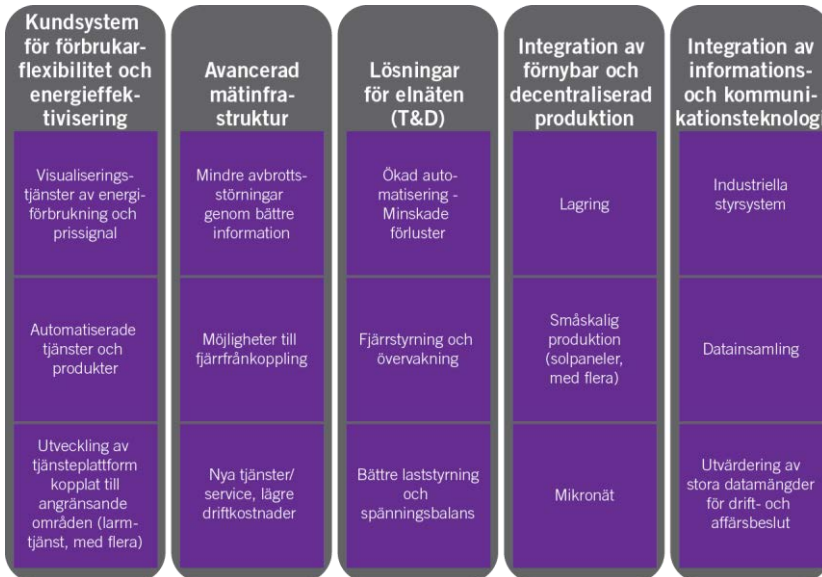
⁶ Rapport till samordningsrådet, Business Sweden, 2013, Smarta elnät – en kartläggning av företag i Sverige.

Figur 5.2 Värdekedjan för smarta elnät baserat på IEAs teknikområden



Klicka här för att ange Källa eller Anm.

Figur 5.3 Produkter och tjänster för smarta elnät för olika delar i värdekedjan



När det gäller förutsättningarna för företag inom smarta elnät i olika delar av landet så visar vår kartläggning att företagens huvud-

kontor till övervägande del finns i Stockholmsregionen, Västra Götaland och Skåne (totalt cirka 70 procent av företagen). Det stämmer överens med företags geografiska spridning i Sverige överlag, men koncentrationen till storstäderna verkar vara ännu större inom smarta elnät. En förklaring till detta skulle kunna vara att behovet av samverkan generellt är stort. I storstäderna finns närheten till framstående forskning och beslutsfattare. I Stockholm och Malmö finns också kompetens samlad kring nationella demonstrationsprojekt. Förutom att denna närhet underlättar samverkan, kan den även leda till att nykomlingar medvetet söker sig till dessa regioner, samt att lokal kunskapsöverföring driver på ny företagsamhet.

5.1.2 Insatser och ramvillkor som påverkar utvecklingen inom smarta elnät i Sverige

Utvecklingen inom smarta elnät påverkar främst själva elmarknaden. Men verksamhetsutveckling inom flera andra samhällssektorer samverkar också med de smarta näten. Detta gäller speciellt inom samhällsplanering och insatser för att utveckla ett hållbart samhällsbyggande och hållbara städer. Bland annat genom att bidra till att skapa boenden och service i städer och samhällen där möjligheterna med smarta elnät utnyttjas, t.ex. hållbar energianvändning i både offentliga och privata byggnader och lokaler och e-hälsa för vård i hemmet.

Det finns även ett behov av samverkan mellan smarta elnätslösningar och övriga delar av energisystemet bl.a. inom transportsektorn, energieffektiviseringsområdet och samverkan med andra energibärare som fjärrvärme och fjärrkyla. Det kan möjliggöra energibesparingar genom att låta värme, el och avfallssystem interagera med varandra för att kunna tillvarata överskott av något av systemen. Men det kan också bidra till att transportsektorns påverkan på elnäten kan planeras, t.ex. genom att planera för laddningsmönster av elfordon som tar hänsyn till variationer i den förnybara elproduktionen.

Redovisningen i detta avsnitt omfattar områden där stora möjligheter till samverkan med smarta elnät finns och där vi pekar på pågående insatser som kan vara särskilt intressant då dessa möjligheter ska tas tillvara. Det gäller i första hand samhällsplanering och

bebyggelseutveckling samt samverkan med insatser som görs inom energieffektivisering.

Samhällsplanering och bebyggelse

Kommuner och regionala sammanslutningar är betydelsefulla nyckelaktörer för införandet av smarta elnät. Det gäller bl.a. satsningar inom samhällsplanering och smarta städer. Även myndigheter har en betydelsefull roll i flera av dessa sammanhang.

Samhällsplanering innefattar både en genomtänkt process för dialoger och samråd mellan alla berörda intressenter samt samhällets och städernas rumsliga struktur. Det gäller lokalisering, disposition och dimensionering av olika samhällsfunktioner för arbete, boende och service, förläggning av stråk för trafik och teknisk försörjning samt utformning av offentliga rum och grönområden.

Kommunernas ansvar och roll

Den fysiska planeringen regleras i plan- och bygglagen och det är kommunerna som ansvarar för planeringen. Enligt plan- och bygglagen ska kommunerna ha en översiktsplan som omfattar hela kommunens yta. Översiktsplanen ska ge vägledning och stöd i beslut om användning av mark- och vattenområden samt hur den byggda miljön ska utvecklas och bevaras. Regeringen konstaterar i budgetpropositionen för 2015⁷ att trenden med att ta fram kommunala översiktsplaner fortsätter. Översiktsplanen kan fördjupas för vissa områden t.ex. centrala delar av tätorten eller för stadsdelar. Man kan också göra tematiska fördjupningar för t.ex. förnybar energi eller smarta elnät. Dessutom finns detaljplanen med bindande bestämmelser för den fysiska utformningen.

Kommunerna har använt möjligheten att ställa egna krav bl.a. på energiförsörjning för att nå de kommunala målen för hållbar stadsutveckling. Kommunerna har kunnat ställa egna krav på ett byggnadsverks tekniska egenskaper vid planläggning, genomförande av detaljplaner och andra ärenden enligt lagen. Men riksdagen ändrade 2014 plan- och bygglagen och begränsade kommunernas möjlighet

⁷ Prop. 2014/2015:1, Budgetpropositionen för 2015.

att bestämma egna tekniska egenskapskrav i fråga om energiprestanda med mera.

Markanvisningsavtal mellan kommunen som markägare och exploatörer har också gett kommuner möjligheter att ställa särskilda krav. Markanvisningsavtal har t.ex. använts av Stockholms stad i projektet Norra Djurgårdsstaden för att ställa specifika miljö- och hållbarhetskrav på byggherrarna inom området energi. Det har varit krav på energianvändning, tillgång till individuell mätning av energianvändningen och fiberoptiskt nät med dubbel fiber till samtliga lägenheter. Malmö stad har i projektet Hyllie också använt markanvisningsavtal för att ställa krav på användning av el från förnybar elproduktion och smarta energisystem med t.ex. individuell mätning av tappvarmvatten och hushållsel kopplat till visualiseringsverktyg för de boende samt laddstationer för elbilar.

Plattform för hållbar stadsutveckling och Formas ansvar

Regeringen har uppmärksammat behovet av samverkan mellan olika myndigheter inom samhällsplaneringen. I februari 2014 gav regeringen i uppdrag till Boverket, Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Tillväxtverket och Trafikverket att upprätta och förvalta en plattform för frågor om hållbar stadsutveckling. Plattformen ska underlätta samverkan mellan olika sektorer och visa färdriktningen för en hållbar stadsutveckling. Man ska kunna använda samhällsplaneringen för att integrera och tydliggöra olika perspektiv och intressen samt genomförande av åtgärder för hållbar stadsutveckling. Detta ska ske genom en ökad helhetssyn, samordning, kunskapsutveckling, kunskapsspridning och erfarenhetsutbyte mellan och inom lokal, regional samt nationell nivå och näringsliv, forskare och civilsamhälle. Plattformen bygger vidare på arbetet i Delegationen för hållbara städer mellan 2008 och 2012 för att främja en hållbar utveckling av städer, tätorter och bostadsområden.

Regeringen pekar i budgetpropositionen för 2015 ut Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande (Formas) satsningar inom forskning om hållbart samhällsbyggande som viktiga för att höja kunskapsnivån. Satsningen uppgår till 100 miljoner kronor under perioden 2012–2016 och ska finansieras tillsammans med näringslivet. Forskningen ska omfatta hela plan-

processen och handla både om nybyggnad och om renovering av miljonprogramområdena. Regeringen föreslår också att Formas anslag bör öka med 20 miljoner kronor för forskning om hållbart samhällsbyggande.

Fastighetsägarnas roll för hållbar statsutveckling

Fastighetsägare är viktiga i arbetet för en hållbar stadsutveckling, inte minst med fokus på energisystemet och de smarta elnäten. Samordning och kunskapsspridning inom effektivt fastighetsföretagande sker i dag bl.a. genom Utveckling av fastighetsföretagande i offentlig sektor⁸ (Ufos) där Sveriges kommuner och landsting (SKL), Fortifikationsverket, Akademiska hus, Specialfastigheter och Statens fastighetsverk (SFV) ingår. Dessutom finns Ufos energi som är en särskild satsning på energifrågor tillsammans med Energimyndigheten och som samlar kunskap i ett ”energibibliotek”. De har tagit fram flera energisparverktyg och arbetar med projekt som rör fastighetsförvaltning utifrån ett tydligt energi- och klimatperspektiv. Nuvarande verksamhetsperiod för Ufos pågår till årsskiftet 2014/2015.

Statliga fastigheter kan också påverka utvecklingen inom fastighetsrelaterade tjänster och produkter. Bland annat ska SFV⁹ inom sitt uppdrag bidra till ett hållbart byggande och en hållbar förvaltning. Fastigheterna ska förvaltas med god resurshushållning och hög ekonomisk effektivitet. SFV har projekteringsanvisningar för både energi och el^{10 11} och ställer därför tekniska krav och krav på kvalitetsnivå för arbeten i fastigheterna, utöver myndighetskrav och branschregler. Bland annat finns krav på energimätning och på mätare för t.ex. undermätning av kallvatten och varmvatten för hela fastigheten och hyresgäster.

⁸ Organisationen Offentliga fastigheter (UFOS), <http://www.offentligafastigheter.se/> [2014-11-20].

⁹ Förordning (2007:757) med instruktion för Statens fastighetsverk.

¹⁰ Statens fastighetsverk, 2014, Projekteringsanvisningar för el- och telesystem, SFV 2014-03-04.

¹¹ Statens fastighetsverk, 2014, Projekteringsanvisningar för energi, SFV 2014-03-04.

Samverkan med övriga delar av energimarknaden

På energimarknaden finns aktörer med olika roller och ansvar både på och utanför själva elmarknaden. Vi beskriver ramvillkor och drivkrafter för smarta elnät inom elmarknaden i avsnitt 5.3. Andra delar av energimarknaden berör energisystemets utveckling i stort och inkluderar bl.a. samverkan mellan olika energibärare. Samordningsrådet har kartlagt potentiella hinder men även möjligheter för ökad samverkan mellan olika energibärare, och förslag inom detta område finns i handlingsplanen under avsnitt 4.2.5.

Även inom energieffektiviseringsområdet finns stora samverkansmöjligheter med smarta elnät. Här har myndigheter, kommunala och regionala aktörer aktiva roller men även fastighetssektorn och andra delar av energimarknaden deltar.

Energieffektiviseringsdirektivet

EU:s energieffektiviseringsdirektiv¹² trädde i kraft den 4 december 2012 och syftar till att uppnå besparingsmålet på 20 procent av unionens primärenergianvändning 2020 jämfört med prognosen utan besparing. För att anpassa de svenska reglerna beslutade riksdagen den 29 april 2014 om en rad lagändringar för effektivare energianvändning¹³. Beslutet innebär bl.a.

- krav på energikartläggning i stora företag¹⁴
- energimätning i byggnader¹⁵
- att kraven skärps på att myndigheter ska använda energi mer effektivt
- att elhandelsföretag ska fakturera elanvändare för den faktiskt uppmätta förbrukningen av el, om elhandelsföretaget har tillgång till mätvärden.

¹² Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/27/EU av den 25 oktober 2012 om energieffektivitet, om ändring av direktiven 2009/125/EG och 2010/30/EU och om upphävande av direktiven 2004/8/EG och 2006/32/EG.

¹³ Näringsutskottets betänkande 2013/14:NU18, Genomförande av energieffektiviseringsdirektivet.

¹⁴ Förordning (2014:347) om energikartläggning i stora företag.

¹⁵ Lag (2014:267) om energimätning i byggnader.

Beslutet innebär också att nättariffer ska utformas på ett sätt som är förenligt med ett effektivt utnyttjande av elnätet och en effektiv elproduktion och elanvändning. Regeringen eller Energimarknadsinspektionen får meddela föreskrifter om hur nättarifferna ska utformas för att främja ett effektivt utnyttjande av elnätet eller en effektiv elproduktion och elanvändning.

Enligt bestämmelser om energikartläggning i stora företag ska alla stora företag senast den 5 december 2015 göra en energikartläggning i enlighet med lagens krav och därefter vart fjärde år. Lagen kommer att uppmuntra införande av energiledningssystem (strukturerat och systematiskt) och även ställa kompetenskrav på energikartläggarna. Kartläggarna ska ha en mer samordnande roll och ta fram förståeliga beslutsunderlag som komplement till de mer tekniska energideklarationerna.

Syftet med lagen om energimätning i byggnader är att energikostnader ska kunna fördelas efter den faktiska energianvändningen genom energimätning i enskilda lägenheter. De som bor i lägenheterna får då incitament att minska energianvändningen. Lagen ställer krav på mätning av värme, kyla och tappvarmvatten i nya hus och vid ombyggnad (om det är kostnadseffektivt).

Med anledning av genomförandet av energieffektiviseringsdirektivet gav regeringen i maj 2014 SFV och Fortifikationsverket i uppdrag att genomföra energieffektiviserande åtgärder i de offentliga byggnader som respektive myndighet förvaltar. Det innebär att SFV till 2020 ska ha minskat mängden energi som används för uppvärmning, komfortkyla, fastighetsel och tappvarmvatten med minst 9 600 MWh. Under samma period ska Fortifikationsverket minska sin energianvändning med minst 11 006 MWh. Beslutet trädde i kraft den 1 juni 2014.

Energihushållning i byggnader

Direktivet om byggnaders energiprestanda¹⁶ syftar i grunden till att förbättra energiprestandan och främja användningen av förnybar energi i byggnader samt att minska byggnadernas energianvändning och koldioxidutsläpp. En kommande översyn av hela direktivet om

¹⁶ Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU av den 19 maj 2010 om byggnaders energiprestanda.

byggnaders energiprestanda ska genomföras på EU-nivå. Det finns överlapp mellan detta direktiv och förnybarhetsdirektivet¹⁷ som ska främja användandet av förnybar energi.

Boverket fick i januari 2014 i uppdrag¹⁸ av regeringen att analysera och föreslå en definition av energiprestanda som kan tillämpas för energihushållningskrav på nära-nollenergibyggnader och föreslå riktlinjer för energihushållning i dessa. Uppdraget ska genomföras i nära dialog med Energimyndigheten och redovisas den 15 juni 2015.

Boverkets byggregler (BBR) anger de regler som Boverket antagit för att uppfylla europeiska och nationella mål för energianvändningen. BBR innehåller föreskrifter och allmänna råd med bl.a. övergripande krav på energihushållning och detaljerade krav för värme-, kyl- och luftbehandlingsinstallationer, effektiv elanvändning och installation av mätsystem för uppföljning av byggnaders energianvändning.

Energimyndighetens program riktade mot kommuner och myndigheter

Energimyndigheten har ett särskilt regeringsuppdrag¹⁹ att samordna arbetet med energieffektiva åtgärder för myndigheter tillsammans med Konsumentverket och Naturvårdsverket. Förordningen kommer att upphöra under 2014 och kraven kommer i stället att ingå i förordningen om miljöledningssystem i statliga myndigheter²⁰ som hanteras av Naturvårdsverket.

Uthållig kommun är ett program som Energimyndigheten drivit sedan 2003 för svenska kommuner. Uthållig kommun erbjuder en plattform för erfarenhetsutbyte och kompetensöverföring via nätverksträffar som Energimyndigheten står värd för. Energimyndigheten utlyser också riktade projektbidrag och ger stöd till deltagarkommunerna. Programmet är nu inne på sin tredje etapp som består av nio delprojekt och som löper ut 2014. Huvudspåren är förutom energieffektivisering, fysisk planering och näringspolitik.

¹⁷ Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/28/EG av den 23 april 2009 om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor.

¹⁸ Näringsutskottets betänkande N2014/75/E, Uppdrag att föreslå definition och kvantitativ riktlinje avseende energihushållningskrav för nära-nollenergibyggnader.

¹⁹ Förordning (2009:893) om energieffektiva åtgärder för myndigheter.

²⁰ Förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter.

Efter etappavslut planeras arbete med spridning av goda exempel och metoder.

Kommuner och landsting kan söka stöd till strategiskt arbete med energieffektivisering i den egna organisationen 2010–2014. De som får stöd utarbetar en strategi för energieffektivisering i verksamheten. Strategin inkluderar även nulägesanalys och handlingsplan. Varje år presenterar Energimyndigheten tillsammans med SKL en nyckeltalsrapport med den energistatistik som kommuner och landsting rapporterar in. Det finns i nuläget inte beslut om medel för en fortsättning av stödet efter 2014.

Energimyndigheten jobbar också i stor utsträckning med bidrag till projekt inom energieffektivisering och fysisk planering, där smarta elnät kan vara en pusselbit. Exempelvis jobbar myndigheten med Malmö stad som undersöker hur de kan ta erfarenheter från Hyllie till renoveringsprojekt som planeras inom kommunen.

Regional tillväxt och strukturfonderna

Under perioden 2014–2020 kommer Europeiska struktur- och investeringsfonderna²¹ (ESI-fonderna) att arbeta tillsammans med andra europeiska initiativ för att nå målen med Europas 2020-strategi. Insatserna kommer att samordnas med initiativ på nationell, regional och lokal nivå. Inom den Europeiska regionala utvecklingsfonden²² (ERUF) koncentreras en stor del av bidragen under den kommande perioden på att stödja övergången till en koldioxid-snål ekonomi i alla sektorer. Regionalfonden i Sverige är uppdelad på nio program varav åtta regionala och ett nationellt.

Inom målet att stödja övergången till en koldioxidsnål ekonomi har stort fokus lagts på energieffektivisering. Regionalfondens program är inriktade mot projekt med energifokus och medför möjligheter men även utmaningar då det är ett nytt område för flera av regionerna. Inom ramen för svenska regionalfondens nationella program kommer det att finnas en fortsättning på energikartläggningsstödet för små och medelstora företag. Även här kommer en

²¹ EU:s struktur- och investeringsfonder,
http://ec.europa.eu/contracts_grants/funds_sv.htm [2014-11-20]

²² Europeiska regionala utvecklingsfonden,
http://ec.europa.eu/regional_policy/thefunds/regional/index_sv.cfm [2014-11-20]

strävan efter struktur och systematik att finnas, främst genom att skapa nätverk av de företag som fått stöd för kartläggning.

Inom arbetet med ”Strategi för regional hållbar tillväxt”²³ har Energimyndigheten arbetat med energitjänster och dess påverkan på sysselsättningen på regional nivå. Energimyndigheten har fått i uppdrag att ta fram en ny intern strategi för arbetet med regional tillväxt för perioden fram till 2020. Arbetet kommer att presenteras 31 mars 2015.

Information och kunskapspridning

För att energieffektivisering ska ge resultat är det också viktigt med kunskaps- och informationspridning. Energimyndigheten har fått i uppdrag att ha det övergripande ansvaret för samordning, genomförande och uppföljning av insatser inom information och utbildning, men arbetet bör enligt regeringen genomföras i samverkan med berörda myndigheter. Energi- och klimatrådgivning som finns i samtliga Sveriges kommuner vänder sig till allmänheten, små och medelstora företag och organisationer. Rådgivningen ska främja en effektiv och miljöanpassad energianvändning och minska dess klimatpåverkan. Energi- och klimatrådgivningen sprider också kunskap om energieffektivisering, energianvändning och klimatpåverkan samt informerar om förutsättningar att förändra energianvändningen i lokaler och bostäder. Energimyndigheten stödjer den kommunala energi- och klimatrådgivningen ekonomiskt och genom utbildning och information.

Energitjänster och beställarinitiativ

Enligt energieffektiviseringsdirektivet ska medlemsstaterna främja marknaden för energitjänster och tillgången till energitjänster för små och medelstora företag genom att sprida information om bland annat olika energitjänstekontrakt och vilka stöd som finns för energitjänsteprojekt. Ett certifieringssystem för energitjänster kan öka kompetensen hos energitjänsteföretagen och stärka för-

²³ Energimyndigheten, 2012, Energimyndighetens strategi för regional hållbar tillväxt. Myndighetens interna strategi enligt regeringsuppdrag (2011 – 6906).

troendet för dem. Om det är nödvändigt ska medlemsländerna se till att det finns ett certifieringssystem eller motsvarande kvalificeringssystem för leverantörer av energitjänster, energiansvariga och installatörer av energirelaterade byggnadselement.

Energimyndigheten har på regeringens uppdrag tidigare undersökt behovet av ett sådant system och föreslog ett frivilligt certifieringssystem²⁴ under ackreditering på personnivå för energianalys, energirådgivning, energikartläggningar, drift och underhåll samt serviceavtal. Den frivilliga certifieringen kommer att inriktas på transparens mellan leverantörer och beställare i framför allt uppföljningen, något som i förlängningen kan leda till bättre kontroll över den egna energianvändningen.

Direkta energitjänster med helhetsåtagande och långsiktiga investeringar i energieffektivisering har bl.a. omfattat offentliga byggnader. Samordning och kunskapsspridning har skett bl.a. genom samarbete inom Ufos.

Det finns flera program, beställargrupper och nätverk som arbetar med energieffektivisering på olika sätt. Bebo²⁵ är ett nätverk för fastighetsägare som med stöd från Energimyndigheten arbetar med utvecklingsprojekt inom energieffektivitet och miljö. Syftet är att demonstrera vilka energiåtgärder som är lönsamma för flerfamiljshus byggda inom miljonprogrammet och som nu behöver rustas upp. Om flera fastighetsägare satsar på energieffektiv ombyggnad kan den totala energianvändningen för sektorn sänkas avsevärt.

Belok²⁶ är Energimyndighetens beställargrupp för lokaler och ett nätverk för energieffektiviseringsfrågor där Sveriges största privata och offentliga fastighetsägare av lokaler är medlemmar. Nätverket sprider kunskap och inspiration om effektiva metoder för energieffektivisering i lokalfastigheter genom att driva utvecklingsprojekt och sprida lärdomarna från projekten till fastighetsbranschen. Belok har t.ex. projekt för att utveckla metoder för energiberäkningar för att kunna jämföra det verkliga energibehovet med det beräknade i nya byggnader. Man tar också fram metoder för funktionskontroll i projekt för att säkerställa att t.ex. styr- och

²⁴ Energimyndigheten, 2013, Certifiering av leverantörer för energitjänster, ER2013:11.

²⁵ Bebo, Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus, <http://www.bebostad.se/> [2014-11-20]

²⁶ Belok, Energimyndighetens beställargrupp för lokaler, <http://belok.se/> [2014-11-20]

reglersystem och ventilationssystem uppfyller funktionerna ur energisynpunkt. Den planerade verksamheten för Bebo och Belok pågår till årsskiftet 2014/2015.

Hylok är ett nätverk av elva myndigheter med fokus på effektivisering av både verksamhetsel och energianvändning i myndigheternas lokaler och övriga byggnader.

Det finns även ett program för byggnader med mycket låg energianvändning (Lågan)²⁷ som syftar till att ändra byggprocessen för att öka byggandet av sådana byggnader. Lågan beviljar stöd till demonstrationsprojekt samt regionala och lokala samverkansinitiativ. Programmet fokuserar också på att ge stöd till idéutveckling genom att utvärdera och sprida information från demonstrationsprojekt. Programmet startade 2010 och pågår till 2015.

Energieffektivisering i industrin

Programmet för energieffektivisering i energiintensiv industri (PFE) skapades för att bidra till att öka energieffektiviteten i svenska energiintensiva företag inom tillverkningsindustrin. Programmet medförde en möjlighet för företag att få skattereduktion med 0,5 öre/kWh på el som används i tillverkningsprocessen. Programmet initierades med lagen om energieffektivisering i industrin²⁸ då svensk lagstiftning anpassades till EU:s energiskattedirektiv. Eftersom lagen upphävdes under 2012 (SFS 2012:686) så kan företag inte längre anmäla sig. Det innebär att de flesta programdeltagarna avslutade PFE den 30 juni 2014 och att de sist anmälda företagen är klara 2017. Energimyndigheten undersöker möjligheterna och formerna till fortsättning.

²⁷ Lågan, Program för byggnader med mycket låg energianvändning, <http://www.laganbygg.se/> [2014-11-20]

²⁸ Lag (2004:1196) om program för energieffektivisering.

Arenor samt pilot-och demonstrationsprojekt

I Stockholm, Göteborg, Malmö, Lund och Borås finns s.k. innovationsarenor för innovation, lärande och samarbete kring hållbar stadsutveckling och tillsammans utgör de ett nätverk kring dessa frågor.

Myndigheter och kommuner har arbetat tillsammans med andra nyckelaktörer med utveckling inom smarta elnät inom följande projekt:

- Smart Grid Gotland är ett projekt som utvecklar och testar lösningar för ett förbättrat distributionsnät för el med ny teknik i befintliga nät. Projektet genomförs av det lokala energibolaget Gotlands Energi tillsammans med Vattenfall, ABB, Svenska kraftnät, Schneider Electric och KTH, med Energimyndigheten och Vinnova som viktiga finansiär och samarbetspartner.
- Norra Djurgårdsstaden (Stockholm Royal Seaport) är en ny stadsdel i Stockholm som beräknas vara fullt utbyggt med 12 000 lägenheter till 2030. Den nybyggda stadsdelen har en stark miljöprofil och fokuserar på bl.a. effektiv energianvändning. Till stadsdelsutvecklingen är innovationsarenan Norra Djurgårdsstaden Innovation knuten, som Stockholms stads exploateringskontor ansvarar för. Arenan arbetar för forskning och utveckling med innovativa miljö- och hållbarhetslösningar inom olika områden där smarta elnät är speciellt utpekade. I dag driver flera företag, organisationer och staden olika forsknings- och innovationsprojekt inom Norra Djurgårdsstaden, där samarbetet regleras i ett samarbetsavtal mellan Norra Djurgårdsstaden Innovation och projektägarna. Många av FoU-projekten har flera samarbetspartner där både företag, organisationer, stadens förvaltningar samt akademi ingår. I dag driver Fortum, Ericsson, ABB, Swedish ICT och flera av stadens förvaltningar olika projekt inom smarta elnät.
- Stadsdelen Hyllie i Malmö är ett demonstrationsprojekt inom områdena hållbara städer och smarta nät. Genom informationsteknik försöker projektdeltagarna integrera energisystemen för en ökad energieffektivisering i stadsdelen. Hyllies olika energisystem ska testas med hjälp av bland annat interaktiv informationsteknik och visualisering för att man ska kunna optimera

områdets totala energianvändning. Detta görs bl.a. genom att integrera befintliga system för energi, vatten, fjärrvärme, energilagring med mera. Projektet bedrivs i samarbete mellan Malmö stad, E.ON och VA SYD²⁹.

- Kraftsamling smarta nät i Västra Götalandsregionen är ett initiativ med partners från forskningsvärlden, offentliga organisationer och företag. Satsningen ska stimulera innovation och nya marknader inom smarta nät i Västra Götaland, med fokus på användarsidans funktioner och behov. Kraftsamling smarta nät är ett samarbete mellan Business Region Göteborg, Chalmers tekniska högskola, Innovatum AB, Högskolan i Skövde, Johanneberg Science Park, Naturbruksgymnasiet Sötåsen, Sveriges tekniska forskningsinstitut (SP) och Västra Götalandsregionen. Satsningen projektleds av SP och finansieras av miljönämnden och regionutvecklingsnämnden i Västra Götalandsregionen samt av de deltagande parterna. Initiativet består av flera delprojekt. Demonstrationsprojekt har en central roll för att företag och institutioner snabbt ska kunna testa lösningar för smarta nät i befintlig struktur. Här kommer man t.ex. att testa system som minimerar effektoppar och förskjuter energibehovet över dygnet i större bostadsområden eller industrianläggningar.
- Stockholms stad har 2014 blivit utsedd att leda det europeiska projektet GrowSmarter med projektstart 2016. I projektet ingår Slakthusområdet, där Stockholms stad äger och förvaltar ett stort antal fastigheter. Övriga områden är Årstastråket och Hammarby sjöstad. Projektet GrowSmarter handlar om hur städer med hjälp av smarta miljötekniklösningar kan skapa fler jobb och växa, samtidigt som de blir mer energieffektiva, lättframkomliga och attraktiva för invånarna. Ett mål med projektet är att energiförbrukningen och utsläppen från transporter ska minska med 60 procent i de utvalda områdena. Tekniker som ska testas är bl.a. öppna fjärrvärmenät som tar hand om över-skottsvärme från t.ex. datorhallar, digitala system som gör att hyresgästen ser energiförbrukningen i realtid och lokala smarta elnät som kopplar samman solceller med hushållens elbehov och

²⁹ VA SYD är ett kommunalförbund med ansvar för vatten och avlopp i Malmöregionen.

laddstolpar. Mer än 20 företag deltar i projektet som ska utvärderas av oberoende forskare. EU kommissionen bidrar till projektet med 25 miljoner euro.

5.1.3 Förändringar i roller och ansvar

Samordningsrådet har kartlagt nuvarande aktörer, roller och ansvarsfördelning inom elmarknaden men även i angränsande områden av betydelse för utvecklingen av smarta elnät. Vi har inte identifierat något behov av organisationsförändringar eller ändrad ansvarsfördelning i dagsläget. Men på vissa områden kommer omvärldsförändringarna att innebära att fördjupade analyser av ansvarsfördelningen behöver genomföras för att se över eventuella behov av förändrat ansvar eller förtydligande av roller i framtiden.

Vi har också identifierat ett behov av ökad samordning och samverkan mellan myndigheter och andra organisationer och aktörer. Rådets arbete har utmynnat i följande rekommendationer som behandlar fortsatt översyn av ansvarsfördelningen och behovet av utökad samordning. En fullständig beskrivning av rekommendationerna finns i kapitel 4.

- Säkerhet (avsnitt 4.2.4)
- Energibärare (avsnitt 4.2.5)
- Trafiksektorn (avsnitt 4.2.6)
- Energieffektivisering (avsnitt 4.2.7)
- Systemansvar (avsnitt 4.2.8)
- Attityder och beteenden (avsnitt 4.3.3)
- Samhällsplanering (avsnitt 4.3.7)
- Kunskap och kompetensutveckling (avsnitt 4.4.1)
- Forskningsprioriteringar och samverkan (avsnitt 4.4.2)
- En samlad strategi för innovation inom smarta elnät (avsnitt 4.4.3)
- En nationell främjandestrategi (avsnitt 4.4.5)
- Standardisering och interoperabilitet (avsnitt 4.4.6)

5.2 Smarta elnät som tillväxtbransch

Samordningsrådet ska enligt direktivet kartlägga Sveriges position på en global marknad för smarta elnät. Uppgiften enligt direktivet beskrivs så här:

- Analysera möjligheterna för smarta elnät att bli en svensk tillväxtbransch och generera arbetstillfällen, tillväxt, export och utländska investeringar i Sverige. Analysen ska bl.a. ske utifrån kartläggning av näringslivsbasen i Sverige, specifika svenska styrkeområden och utvecklingen på den globala marknaden för smarta nät.
- Kartlägga och inhämta lärdomar från andra länders nationella politik för att främja utvecklingen av smarta elnät.

Underlaget för analysen är bl.a. utblickar mot andra länder av internationellt intresse för Sverige inom smarta elnät. Samordningsrådet har bland annat kartlagt utvecklingen i Tyskland, Storbritannien och Frankrike. Dessa kartläggningar har publicerats i samordningsrådets delårsrapport³⁰. För att bidra till kunskapen om andra länders politik för smarta elnät har Tillväxtanalys analyserat utvecklingen i ett antal länder³¹. Analysen tar upp vilka utvecklingsinsatser som görs, hur politiken för att främja smarta elnät ser ut och vilka styrkeområden som kan identifieras.

Kartläggningar av smarta elnätsbranschen

Smarta elnät som bransch är svårdefinierad och överlappar i stora delar elkraftsbranschen men även andra områden som informations- och kommunikationsteknologi utgör en viktig del av branschen.

Flera rapporter beskriver framstående företag och kompetensområden som Sverige har inom smarta elnät. Vi summerar här slutsatser om den svenska kompetensen från aktuella rapporter.

³⁰ Samordningsrådet för smarta elnät, Delårsrapport 2013, Kunskapsplattformen och nuläge.

³¹ Rapport till samordningsrådet, Tillväxtanalys, 2013, Smartare elnät för förnybar energi och ökad konsumentmakt En internationell utblick kring politik för forskning, teknikutveckling och innovation i Indien, Japan, Kina, Sydkorea och USA.

En övergripande kartläggning som genomfördes av branschorganisationen Power Circle 2009³² kunde visa att elkraftbranschen med 130 000 sysselsatta personer är en dominerande arbetsgivare i Sverige och en av de större branscherna. Vinnova analyserade företag i energibranschen 2007–2011³³ och kunde konstatera att den omfattar 1 121 företag med 71 105 anställda på 2 383 arbetsställen. Företagen hade en samlad nettoomsättning på 547 miljarder kronor och står för en betydande export. Vinnova konstaterar att företagen med störst export ingår i koncerner med egen FoU-verksamhet i Sverige.

Vinnova har också genomfört en mer fokuserad studie som undersöker tillväxtpotentialen för smarta elnät³⁴ där en av slutsatserna är att många svenska företag har goda möjligheter att konkurrera. Här nämns flera svenska och globala företag, framför allt Sveriges elteknikkuster med ABB i spetsen. Men även IT- och telekombolag som Ericsson och kunskapsbolag som konsulter och systemintegratörer framhävs som framstående aktörer. Dessutom beskrivs Vattenfall som ett stort och kompetent energiföretag med stark representation i stora delar av Europa och även Fortums och E.ONs starka närvaro i Sverige lyfts fram. Rapporten noterar också arbetet i organisationer som Power Circle och Elforsk för att kraftsamla kring viktiga frågor för svensk elektroteknisk industri. Som ett kvitto på den svenska kompetensen har EU, inom ramen för det europeiska programmet med kunskaps- och innovationsplattformar (Knowledge and Innovation Communities, KIC), delegerat ansvar till svenska forskningsinstitutioner inom elnäts- och informationsteknik. Sverige har en central roll i två av dessa, KIC InnoEnergy och EIT ICT labs.

Energimarknadsinspektionen³⁵ konstaterade att Sverige har kommit långt sett till aktiva elkunder och återkoppling av förbrukning till elkunder vilket är en direkt konsekvens av utrullningen av fjärravlästa mätare, där Sverige var ett av de första länderna i Europa. Sverige är också världsledande inom teknik för att öka över-

³² Power Circle, 2009: Kartläggning av elkraftbranschen.

³³ Vinnova, 2013, Företag i energibranschen i Sverige 2007–2011.

³⁴ Vinnova, 2011, Smart ledning – drivkrafter och förutsättningar för utveckling av avancerade elnät.

³⁵ Energimarknadsinspektionen, 2010: Anpassning av elnäten till ett uthålligt energisystem – Smarta mätare och intelligenta nät (EI R2010:18).

föringsförmågan i näten. Denna teknik förutspås spela en viktig roll för att möjliggöra en storskalig användning av förnybar elproduktion på europeisk nivå.

Kraftsamling smarta nät³⁶ har kartlagt företag inom smarta elnät i Västsverige. Satsningen ska stimulera innovationer och marknadsföra kunskap, kompetens och teknik kring smarta nät. Den inkluderar även energibolag och aktörer som i framtiden kan verka inom smarta elnät. Nätverket Kraftforum³⁷ har nyligen tillkommit och är en representativ samling av aktörer inom elkraft och därmed även till stor del aktörer inom smarta elnät.

Rapporterna visar att smarta elnät är en del av energibranschen, men att området är svårt att avgränsa.

5.2.1 Karakterisering av företag i Sverige verksamma inom smarta elnät

Utifrån det materialet som beskrivs i föregående avsnitt har vi försökt kartlägga kompetensen inom smarta elnät i Sverige i form av produkt- och tjänsteleverantörer.³⁸

Företagen är indelade i åtta delområden enligt IEA:s definition och figur 5.4 visar hur stor andel av företagen som har verksamhet inom var och en av de åtta kategorierna:

- Integration av förnybar och decentraliserad produktion
- Förbättring och förstärkning av transmissionssystemet
- Effektiviserad drift- och underhållsteknik för distributionssystem
- Realtidsövervakning och styrning av elnät
- Avancerad mätinfrastruktur
- Kundsystem för efterfrågefleksibilitet och energieffektivisering

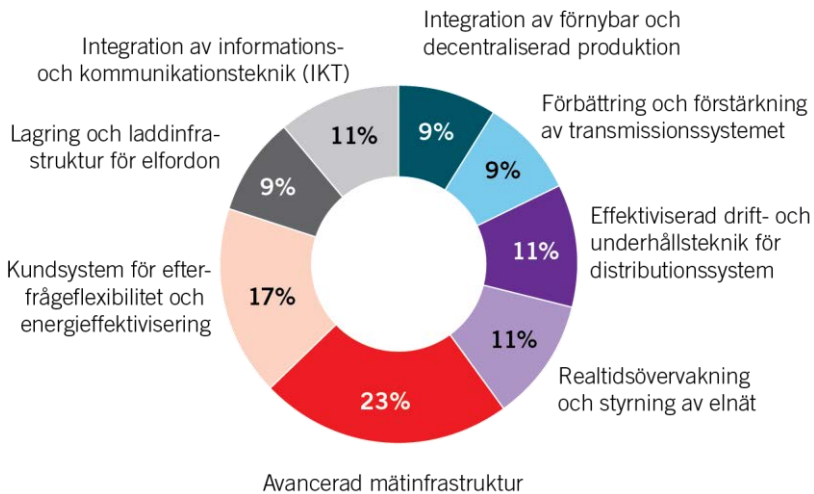
³⁶ I initialskedet av Kraftsamling Smarta Nät genomfördes en översiktlig kartläggning i syfte att identifiera möjliga aktörer i värdekedjan. Kartläggningen resulterade i ett internt arbetsdokument som har gett input till den nuvarande aktörssammansättningen i Kraftsamling Smarta Nät.

³⁷ Kraftforum, <http://www.kraftforum.se/index.html> [2014-11-17]

³⁸ Rapport till samordningsrådet, Business Sweden, 2013, Smarta elnät – en kartläggning av företag i Sverige.

- Lagring och laddinfrastruktur för elfordon
- Integration av informations- och kommunikationsteknik (IKT)

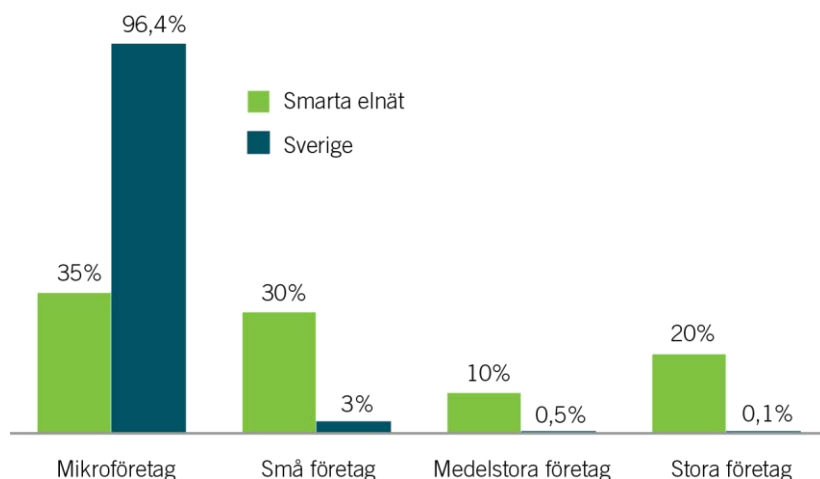
Figur 5.4 Fördelning av de identifierade företagen på IEAs kategorier. Att totalen uppgår till mer än 100 procent beror på att kategoriöverskridande verksamheter är vanligt förekommande och ett företag därmed kan vara verksamt inom flera kategorier



Som figur 5.4 visar är kompetensen spridd relativt brett över de åtta kategorierna. Som minst är cirka 15 procent av företagen aktiva i en kategori och som mest runt 40 procent. Denna spridning och förekomsten av kategoriöverskridande verksamhet tyder på en bred kompetens inom smarta elnät och en god förståelse för helheten. Avancerad mätinfrastruktur med 23 procent utgör den ledande kategorin i termer av antal verksamma företag, följt av kundsystem för efterfrågeflexibilitet och energieffektivisering, där 17 procent av samtliga företag är verksamma. Avancerad mätinfrastruktur ses som ett område där Sverige har god kompetens. Mer specifikt har den mjukvara som har med konnektivitet och energidata utkristalliserats som lösningar där Sverige har framstående kompetens. På hårdvarusidan kan däremot konstateras att endast få leverantörer inom system för avancerad mätning är svenska. Gällande kundsystem för efterfrågeflexibilitet och energieffektivisering är synen

på huruvida Sverige kan uppvisa en styrka inte lika enhällig. Visualisering har dock lyfts fram som ett kompetensområde.

Figur 5.5 Fördelning av företagen baserat på företagsstorlek jämfört med Sveriges företagspopulation totalt



Figur 5.5 visar hur antalet identifierade företag fördelas mellan storlekskategori enligt EUs definition jämfört med Sveriges företagsbas totalt. Jämförelsen visar att en högre andel företag i de större storlekskategorierna finns inom smarta elnät jämfört med Sveriges totala företagspopulation, som till 95 procent utgörs av mikroföretag³⁹.

Ändå dominerar mikro- och små företag även inom smarta elnät med en sammantagen andel av samtliga företag på 65 procent, motsvarande cirka 90 företag. Trots sin storlek har ett antal mikroföretag lyckats göra sig kända bland marknadens experter, som t.ex. Expektra, Ferroamp, eze System eller Ngenic. Ser man till hur mikroföretagen fördelas mellan IEA:s kategorier framgår att verksamhet inom kundsystem för efterfrågefleksibilitet och energi-effektivisering omfattas av drygt 40 procent av alla mikroföretagen.

³⁹ Ekonomifakta:

<http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Foretagande/Naringslivet/Naringslivets-struktur/>
[14-11-25]

Inom kategoring förbättring och förstärkning av transmissions-systemet är andelen mikroföretag lägst.

De medelstora företagen utgör med 10 procent en relativt liten grupp. Till skillnad mot de små företagen kan de medelstora vara verksamma inom en större bredd av applikationsområden och segment. Här återfinns både flera M2M-företag⁴⁰ som Wireless Main-gate, Connode eller Telenor Connexion, men även infrastruktur-företag som COWI, Exait eller Eltel Networks. Att medelstora företag inte utgör mer än 10 procent kan tyda på ett behov av att stärka de mindre företag som finns etablerade så att dessa kan växa.

De stora bolagen utgör cirka 20 procent av företagen motsvarande cirka 25 företag. Här återfinns t.ex. ABB, Ericsson och Electrolux, men även ett antal teknikkonsultföretag, som Sweco, Poyry och ÅF och underhållsföretag som t.ex. YIT.

Under vårt arbete med företagsdatabasen har antalet verksamma företag kunnat utökas från 140 till cirka 160, även om enstaka företag framför allt inom segmentet mikroföretag samtidigt har hunnit försvinna. Företagsdatabasen som också finns publicerad på den engelskspråkiga versionen av webben ska marknadsföra svensk expertis inom smarta elnät nationellt och internationellt och samlar leverantörer av tjänster och produkter⁴¹.

Sammanfattningsvis kan konstateras att det bland företagen finns väletablerade storföretag och även dynamiska småföretag. Till antal dominerar dock mikroföretag och små företag inom smarta elnät. Flest andel mikroföretag återfinns i kategorierna kundsystem för efterfrågefleksibilitet och energieffektivisering och inom kate-gorin förbättring och förstärkning av transmissionssystemet är deras andel minst. En av anledningarna till denna fördelning är säkerligen kapitalintensitetens variation mellan kategorierna. Dyna-miken och innovationstakten i de mindre företagen är central för utvecklingen anser även representanter från de stora bolagen. Det finns en betydelsefull tillväxtpotential i mikroföretag och små företag. Det finns också en tillväxtpotential när IT-företagen i större utsträckning blir verksamma inom smarta elnät.

⁴⁰ Maskin till Maskin (M2M) är en teknik som använder sig av både trådbunden och trådlös kommunikation för att kommunicera med andra likvärdiga enheter.

⁴¹ Samordningsrådet för smarta elnät, http://www.swedishsmartgrid.se/foretag/?l=en_US [2014-11-20]

5.2.2 Sveriges konkurrenskraft inom smarta elnät

Konkurrenskraft är beroende av utvecklingen i omvärlden och den påverkas av många faktorer, dessutom kan konkurrenskraft eller olika aspekter av den mätas på flera sätt.

De vitt skilda verksamhetsområdena med en bred spridning över IEA:s åtta kategorier gör det svårt att dra långtgående slutsatser om smarta elnät som bransch och dess konkurrenskraft. Men en vidare utvärdering av företagens huvudnäring kan ge underlag för bedömning av Sveriges konkurrenskraft, framförallt i jämförelse med liknande undersökningar som har genomförts inom ramen för utvärderingen av miljöteknikstrategin⁴² ⁴³. Miljöteknikstrategin utgår från det svenska näringslivets struktur med styrkor och svagheter, och Tillväxtanalys har analyserat Sveriges gröna konkurrenskraft, med fokus på tillverkningsindustrin.

Företagen i vår företagsdatabas för smarta elnät ingår i dessa verksamhetsarter enligt Svensk näringsgrensindelning (SNI 2007):

- Tillverkning (30)
- Försörjning av el, gas, värme och kyla (4)
- Byggverksamhet (8)
- Handel med mera (41)
- Informations- och kommunikationsverksamhet (31)
- Verksamhet inom juridik, ekonomi, vetenskap och teknik (39)
- Uthyrning med mera (1)

Av de 30 företagen inom tillverkning har 17 verksamheter som har ingått i Tillväxtanalys studie Sveriges gröna konkurrenskraft. Analysen utgår från antagandet att grön innovativitet är en viktig faktor för framtida internationell konkurrenskraft. Trots att man framhäver att metoden har en del viktiga begränsningar går det att dra några slutsatser som även kan tillämpas på företagen inom smarta elnät. Analysen visar att Sveriges gröna konkurrenskraft är relativt god jämfört med den i andra länder, men i exempelvis

⁴² Tillväxtanalys, 2013, Utvärdering av regeringens miljöteknikstrategi. Resultatuppföljning och konkurrenskraftsanalys.

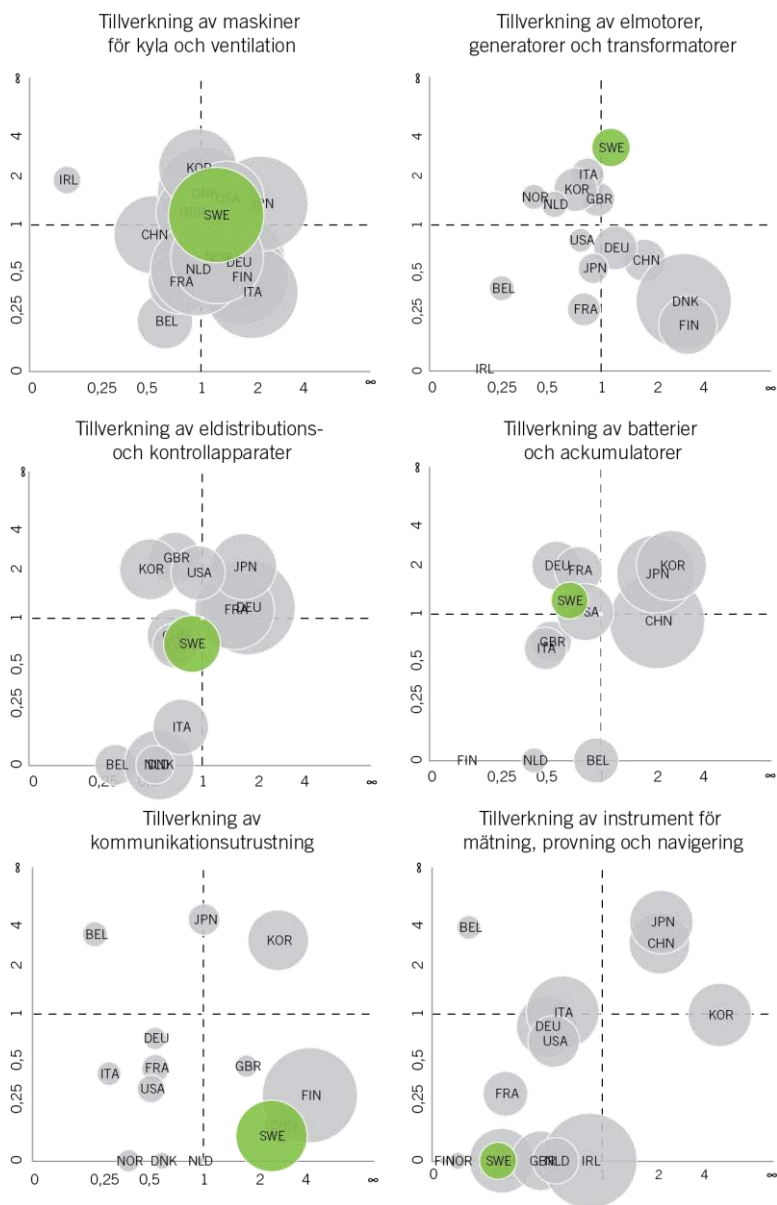
⁴³ Tillväxtanalys, 2013, Benchmarking green competitiveness.

Europa är Sverige frånsprunget av Danmark och Tyskland. I flera branscher där Sverige är konkurrenskraftigt har motsvarande branscher i flera andra länder en väsentligt högre nivå av grön innovationsaktivitet. Kanske pekar detta på att dessa länder kan utmana Sverige inom dessa branscher i en framtida, grönare ekonomi. Den gröna innovationsaktiviteten är hög i ett fåtal svenska branscher, medan ett stort antal branscher ligger sämre till än jämförbara länder.

Den bilden bekräftas vid en branschjämförelse för tillverkningsindustrin inom smarta elnät, även om urvalet är begränsat.

Diagrammen i figur 5.67 visar att Sverige presterar hyfsat inom de flesta branscher inom smarta nät på tillverkningssidan med medelhög nivå på grön innovativitet och på exportstyrka. Dock finns flera andra länder som förefaller ännu bättre, t.ex. Frankrike och Tyskland som båda har högre grön innovativitet och exportstyrka när det gäller t.ex. tillverkning av eldistributions- och kontrollapparater. Vidare finns Japan, Sydkorea, Storbritannien och USA som har liknande eller lägre exportstyrka, men högre grön innovationsaktivitet i flera andra branscher. Sverige har dessutom ingen komparativ fördel i de två branscher som faller inom IEA:s kategorier avancerad mätarsinfrastruktur och integration av informations- och kommunikationsteknik (IKT), nämligen tillverkning av kommunikationsutrustning och instrument och apparater för mätning, provning och navigering.

Figur 5.6 Sveriges position i några branscher av svensk tillverkningsindustri inom smarta elnät. På x-axeln visas komparativa fördelar, på y-axeln grönt innovationsindex



De företag som anger tillverkning som huvudnäring utgör dock bara en bråkdel (cirka 20 procent) av alla företag som kan räknas som verksamma inom smarta elnät. Sverige ligger långt framme på flera områden inom smarta elnät om man tar hela branschen i beaktande. Sveriges kompetens inom elkraftsystem och informations- och kommunikationsteknik har lett till många nya innovationer inom bl.a. tekniken för högspänd likström (HVDC). MIT Technology Review⁴⁴ rankade ABB:s utveckling av en ny brytare för högspänd likström som av en av tio tekniska banbrytande innovationer 2013 med störst betydelse för framtiden.

Sverige har därmed en fortsatt stark position inom teknikområden som är relevanta för utvecklingen av det framtida smarta elsystemet och har lyckats hävda sig bra i internationella jämförelser och utlysningar.

5.2.3 Internationella samarbeten

Sverige är också aktiv i flera internationella samarbeten kring forskning och innovation inom smarta elnät. Samarbeten drivs inom Norden, EU och International Energy Agency (IEA), samt genom bilaterala avtal där smarta elnät ingår som en del i större samarbeten på energiområdet.

Energimyndigheten deltar i Nordisk Energiforsknings forskningsprogram, Nordisk energiforskning är en finansieringsinstitution för energiforskning under Nordiska ministerrådet⁴⁵ där Sverige har den högsta deltagarnivån bland de fem nordiska länderna. Integrering av storskalig vindkraft är ett delprogram med bäring på utvecklingen av smarta elnät. Delprogrammet med 30 miljoner norska kronor i finansiering under fem år stöder utvecklingen av innovativa och hållbara former av vindkraft som bättre kan integreras med energisystemet. Svenska högskolor, företag och forskningsinstitut deltar i alla projekt, Elforsk är projektledare för ett nätverk inom programmet, Nordic Wind Integration Research Network.

Samarbete på europeisk nivå sker främst inom EU:s ramprogram för forskning och utveckling (Horisont 2020) och den

⁴⁴ MIT Technology Review, 2013, <http://www.technologyreview.com/featuredstory/513736/supergrids/> Hämtat 2014-11-14.

⁴⁵ Nordisk Energiforskning, <http://www.nordicenergy.org/> [2014-11-20].

strategiska energiteknikplanen (SET-planen). Representanter från myndigheter, forskning och näringsliv har varit aktivt involverade i framtagandet av innehållet i dessa ramverk. Inom EUs förra ramprogram FP7 placerar sig Sverige på en åttonde plats för beviljade medel jämfört med övriga deltagande länder⁴⁶. Regeringen bedömer att Horisont 2020 fortfarande är viktigt för det svenska näringslivets konkurrenskraft och förmåga att möta stora samhällsutmaningar. Vinnovas och andras arbete för ett starkt svenskt deltagande prioriteras därför.⁴⁷

Energimyndigheten arbetar också med EU:s samarbetsverktyg ERA-NET och ERA-NET plus. ERA-NET är ett instrument för samverkan mellan forskningsfinansiärer i EU-länder som ska stärka europeisk FoU-samverkan. Sverige har genom Energimyndigheten haft en framträdande roll vid utformningen av området smarta nät. EU-kommissionen kan bidra med finansiering upp till 33 procent av projektbudgeten i de kommande utlysningarna inom Smart Grids ERA-NET plus. Smart Grids ERA-Net plus ska stödja genomförandet av de färdplaner som tagits fram av European Electricity Grid Initiative (EEGI)⁴⁸, European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E)⁴⁹ och European Technology Platform for Electricity Networks of the Future (ETP Smartgrids)⁵⁰ som vi har beskrivit närmare i samordningsrådets delårsrapport 2013⁵¹.

Inom området smarta elnät deltar Sverige också i det multilaterala samarbetet på regeringsnivå, International Smart Grid Action Network, ISGAN. ISGAN bedriver sin verksamhet inom ramen för IEA:s Implementing Agreement for a Co-operative Programme on Smart Grids. ISGAN ska bidra till utvecklingen av smarta elnät globalt genom att främja erfarenhetsutbyte mellan deltagande länder och samarbete mellan statlig och privat sfär. Man arbetar brett med policyfrågor, teknikutveckling, finansieringsfrågor och utbildning. Sverige är aktivt på flera områden inom

⁴⁶ Vinnova, 2013, Sveriges deltagande i sjunde ramprogrammet för forskning och teknisk utveckling (FP7). Lägesrapport 2007–2012.

⁴⁷ Prop. 2014/15:1: Budgetpropositionen för 2015.

⁴⁸ European Electricity Grid Initiative, 2013, Research and Innovation Roadmap 2013-2022.

⁴⁹ ENTSO-E, 2012, Research & Development Roadmap 2013-2022. Writing History Again.

⁵⁰ ETP SmartGrids, 2013, Strategic Research Agenda 2035. Summary of Priorities for SmartGrids Research Topics.

⁵¹ Samordningsrådet för smarta elnät, Delårsrapport 2013, Kunskapsplattformen och nuläge.

ISGAN och leder och finansierar dessutom samordningen inom området för Power Transmission & Distribution Systems.

Sverige är också representerad genom en nationalkommitté i organisationen Cigré (International Council on Large Electric Systems). Cigré främjar internationell utveckling och informationsutbyte inom generering och överföring av högspänd elektrisk energi. Elforsk administrerar den svenska nationalkommittén för Cigré som svarar för nationella synpunkter, granskning av rapporter samt medlemsfrågor.

Genom de svenska standardiseringsorganisationerna deltar svenska intressenter i det internationella standardiseringsarbetet för smarta elnät. Inom IT-säkerhet samarbetar man både med den europeiska IT-säkerhetsorganisationen ENISA och med den amerikanska myndigheten NIST.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att Sverige är välrepresenterat inom flera organisationer och samarbeten som fokuserar på smarta nät. Sverige är dock inte medlem i Global Smart Grid Federation (GSGF), som är en världsomspännande industriell intresseorganisation. Flera länder, som aktivt jobbar med implementeringen och främjandet av smarta elnät på en internationell marknad finns representerade i denna organisation genom sina nationella smarta elnätsorganisationer. Ett medlemskap här skulle ytterligare kunna stärka Sveriges påverkansmöjligheter på den internationella arenan och framhäva Sverige som en ledande nation inom smarta elnät.

Pågående främjandeinsatser

För närvarande pågår inga specifika främjandesatsningar för smarta elnät som bransch. Men det finns insatser för företag verksamma inom miljöteknik för att stärka den svenska konkurrenskraften samt skapa förutsättningar för jobb i fler och växande företag.

Den viktigaste satsningen är miljöteknikstrategin som lanserades 2011. Målet var en sammanhållen satsning för utveckling och goda förutsättningar för framväxt av miljöteknikföretag i Sverige. Strategin ska också främja export av svensk miljöteknik och forskning och innovation inom området, och underlätta spridning av dessa innovationer. Inom miljöteknikstrategin drivs projekt för att

främja denna utveckling och strategin har en budget på 100 miljoner kronor per år 2011–2014. Flera instrument används, t.ex. stöd till forskning och utveckling, inkubatorer och innovations-upphandling. Miljöteknikstrategin ska också bidra till att skapa en mötesplats för aktörer inom miljöteknik och bättre samordna internationella insatser. Riktade exportfrämjande satsningar genomförs genom bilateralt samarbete med bl.a. USA, Brasilien och Turkiet.

Tillväxtanalys har fått i uppdrag att löpande utvärdera miljöteknikstrategin och resultaten av denna utvärdering bör tillvaratas i genomförandet av samordningsrådets handlingsplan.

I sina delrapporter^{52 53} bedömer Tillväxtanalys att strategin hittills är väl genomförd men att vissa delar av strategin kan utvecklas för att öka dess bestående påverkan. Tillväxtanalys noterar dessutom att relativt små delar av strategins medel avsatts för främjande av företag i tidiga utvecklingsfaser. En ytterligare svaghet är avsaknaden av efterfrågestimulerande insatser. Här rekommenderar man att dra lärdom av hur Danmark, Tyskland, Storbritannien och Finland har organiserat sådana insatser. Det ligger väl i linje med samordningsrådets rekommendation om nya och kompletterande former för finansiering och en utvärdering av befintligt finansieringsstöd.

5.2.4 Smarta elnäts potential att bli en svensk tillväxtbransch

Sverige står inför valet att främja en bred eller nischad kompetens inom smarta elnät.

I den internationella utvecklingen för smarta elnät har olika länder olika spetskompetens beroende på bakomliggande drivkrafter för utvecklingen. Sverige som i dag har en bred kompetens inom smarta elnäts områden står inför valet att satsa på en bred eller en nischad kompetensutveckling. Det är dessutom mycket viktigt att skilja mellan forskning som är direkt relevant för det svenska elsystemet, och det som är relevant för de globala

⁵² Tillväxtanalys, 2012, Utvärdering av regeringens miljöteknikstrategi. Delrapport 1: Utvärderingsansats och tidiga reflektioner.

⁵³ Tillväxtanalys, 2013, Utvärdering av regeringens miljöteknikstrategi. Delrapport 2: Resultatuppföljning och konkurrenskraftsanalys.

elsystemen, och därigenom den svenska exportindustrin. I många fall kan en fokusering på det stabila svenska elsystemet med en avreglerad marknad leda till prioriteringar inom forskning och utveckling som inte är internationellt gångbar och inte heller leder till att Sverige kan utveckla spetskompetens för exportindustrins behov.

Ett annat vägval är om förutsättningarna för företagens utveckling bör främjas i Sverige eller internationellt. När det gäller utvecklingen av smarta elnät i Sverige är den grundläggande frågan vad som kommer att driva utvecklingen. I dag finns det inte ett lika stort behov av smarta elnät i Sverige som i andra länder, vars energiförsörjning inte i lika stor utsträckning baseras på kärn- och vattenkraft. Därför måste Sverige välja mellan åtgärder som i första hand gynnar utvecklingen i Sverige, eller som prioriterar åtgärder som ger internationell tillväxt.

Rådet bedömer att Sverige har goda möjligheter att stärka sin konkurrenskraft på en internationell marknad genom både bred och djup kompetens inom många områden.

Behovet av prioritering och fokusering av olika insatser som bedöms som viktiga för en fortsatt framgångsrik utveckling av smarta elnät betonas i samordningsrådets handlingsplan. Den rekommenderar tydliga strategier för forskning, innovation och främjande av smarta elnät. Dessa strategier bör samordnas med andra främjandeinitiativ inom energi- och miljöteknikområdet för att nå bäst effekt. I regeringens budgetproposition för 2015⁵⁴ pekar regeringen på hur viktigt det är att tillvarata möjligheter till synergier och samverkan mellan främjandets olika delar på nationell, regional och lokal nivå. Regeringen vill också prioritera viktiga framtidsbranscher, som till exempel miljöteknik och energieffektivisering och skriver att det offentliga åtagandet inom exportfrämjandet särskilt ska inriktas på insatser för små och medelstora företag på strategiska exportmarknader. Regeringen prioriterar dessutom ett aktivt exportfrämjande som möter de små och medelstora företagens behov. Anslaget höjs därför för budgetåret 2015 med 80 miljoner kronor. Mot denna bakgrund finns det goda förutsättningar för att smarta elnät ska bli en framgångsrik tillväxtbransch.

⁵⁴ Prop. 2014/2015:1, Budgetpropositionen för 2015.

Behov av främjandeinsatser för smarta elnät

Vi har genomfört en kartläggning av branschen smarta elnät och pågående främjandeinsatser. Med stöd av referensgruppen för främjande och internationalisering har vi analyserat Sveriges styrkor och utvecklingsområden inom smarta elnät och en sammanfattning visas i figur 5.7.

Figur 5.7 Sveriges styrkor och utvecklingsområden inom smarta elnät



Både tekniskt kunnande och marknadsmässiga faktorer är avgörande för en framgångsrik utveckling av smarta elnät som en svensk tillväxtbransch. Sammantaget har Sverige ett antal tekniska och marknadsmässiga styrkor inom smarta elnät. De marknadsmässiga utvecklingsområdena rör framför allt tillgång till resurser som kompetens, kapital och aktuell information, men även förutsättningar till snabb kommersialisering.

Utvecklingen mot smarta elnät innebär en fortsatt hög efterfrågan på produkter och tjänster inom kategorierna ”integration av förnybar och decentraliserad produktion” samt ”effektiviserad drift- och underhållssystem för distributionssystem”. Dessa förväntas även i framtiden att avsättas på en marknad med en heterogen kundgrupp bestående av elnätsföretag och elhandelsföretag samt industri och privatpersoner. Den här marknaden är mycket konkurrensutsatt internationellt. I och med att vi inte har en komparativ fördel inom segmentet i dag, kan det bli en utmaning att ta exportandeler.

Däremot bedöms segmenten ”förbättring och förstärkning av transmissionssystemet” och ”realtidsovervakning och styrning av elnät” ha fortsatt stor tillväxtpotential på en global marknad. Det är dock viktigt att notera att företag inom dessa kategorier säljer lösningar på en marknad med ett fåtal stora aktörer. Det medför att det krävs uthållighet i den här typen av systemaffärer, både tidsmässigt och finansiellt och både på hemmamarknaden och utomlands. På grund av vår svenska spetskompetens inom dessa segment, bör vi fortsatt att främja dem med gynnsamma exportkreditvillkor och lån.

Utvecklingen är samtidigt positiv inom segmenten ”avancerad mätinfrastruktur”, ”kundsystem för efterfrågefleksibilitet”, ”energi-effektivisering” och ”integration av informations- och kommunikationsteknik” där vi redan i dag lyckats etablera spetskompetens och till viss grad även internationella referenser.

Vi gör bedömningen att dessa segment kan främjas genom att leverantörer av ovanstående produkter och tjänster inkluderas i nya svenska pilotprojekt som är subventionerade av staten och där vi arbetar för att utveckla nästa generations elnät. Till fördel vore också om stora internationella aktörer, som t.ex. systemleverantörer och telekomindustrin inkluderas i svenska pilot- och demonstrationsprojekt. Genom framgångsrikt genomförda projekt med inter-

nationella aktörer på hemmamarknaden kan svenska företag utöka sin tekniska spetskompetens. Det öppnar också upp för möjligheten att använda dem som en potentiell avsättningskanal vid en internationalisering av verksamheten.

Framförallt inom kategorierna ”kundsystem för efterfrågefleksibilitet”, ”energieffektivisering” och ”integration av informations- och kommunikationsteknik” bedömer vi att det finns goda förutsättningar för tillväxt av små- och medelstora företag då inträdesbarriärerna är relativt låga. För dessa aktörer är det viktigt att få möjlighet att delta i olika pilot- och demonstrationsprojekt, helst med internationellt deltagande, så att de via samverkan med större aktörer mognar både tekniskt och kompetensmässigt. På så sätt kan samarbeten i form av pilot- och demonstrationsprojekt bidra till att små- och medelstora leverantörer av produkter och tjänster inom smarta elnät få möjlighet att växa till sig storleks- och finansieringsmässigt.

Baserat på våra analyser och kartläggningar bedömer vi sammanfattningsvis att det finns potential för svenska företag verksamma inom smarta elnät att växa och utvecklas, både på en inhemsk och på en global marknad. På vissa områden behövs dock en bättre samordning och fokusering av främjandeinsatserna, vilket återspeglas i nedanstående rekommendationer:

En fullständig beskrivning av rekommendationerna finns i avsnitt 4.

- Kunskap och kompetensutveckling (avsnitt 4.4.1)
- Forskningsprioriteringar och samverkan (avsnitt 4.4.2)
- En samlad strategi för innovation inom smarta elnät (avsnitt 4.4.3)
- En nationell främjandestrategi (avsnitt 4.4.5)
- Standardisering och interoperabilitet (avsnitt 4.4.6)

5.3 Smarta elnätts roll för den långsiktiga utvecklingen av energisystemet

Enligt samordningsrådets direktiv ska ett eller flera framtids-scenarier tas fram för utvecklingen av Sveriges elnät, inklusive smarta elnät, fram till minst 2030. Vi har prioriterat detta arbete för att skapa en förståelse för vilka omvärldsförändringar som kan komma att påverka behovet och utvecklingen av smarta elnät till 2030. Samordningsrådets framtidsscenarioer finns publicerade i en särskild rapport⁵⁵ och en kortfattad beskrivning av scenarierna finns i avsnitt 5.3.2. Här beskriver vi också den kvantifiering av scenarierna som genomförts för att det ska vara möjligt att jämföra med andra scenarier för energisystemet i Sverige och Europa⁵⁶.

I direktivet till samordningsrådet preciseras ytterligare ett antal uppgifter som rådet bör genomföra och som är relaterade till den långsiktiga utvecklingen av energisystemet:

- Översiktligt bedöma teknikutveckling och tillämpning inom nyckelområden som ställer nya krav på att elnäten utvecklas – exempelvis energilagring, solceller, vindkraft och elfordon.
- Beskriva de konkreta utmaningar som det svenska elnätet står inför med anledning av den pågående omställningen av energisystemet samt beskriva hur ny teknik som smarta elnät på ett kostnadseffektivt sätt kan bidra till denna omställning.
- Utreda hur utvecklingen av kraftsystemet utanför Sveriges gränser, bl.a. avseende efterfrågan på reglerkraft kopplat till vindkraftsutbyggnaden, påverkar behovet av smarta elnät i Sverige.
- Bedöma det bidrag som smarta elnät kan ge för att uppfylla enskilda energi- och klimatmål till 2020 och 2030.

Vid genomförandet av dessa uppgifter har ett systemperspektiv och sambanden mellan den svenska marknaden och vår omvärld varit centrala förutsättningar. Dessa samband är komplexa och kräver i många fall avancerade modellverktyg för att olika alternativa utveck-

⁵⁵ Samordningsrådet för smart elnät, 2014, Rapport om rådets framtidsscenarioer.

⁵⁶ Rapport till samordningsrådet, NEPP, 2014, Fördjupad scenarioanalys och kvantifiering av rådets fyra scenarier.

lingsvägar ska kunna belysas. Analysarbetet kräver också en djup förståelse för nuvarande utvecklingstrender inom bl.a. energiteknik och IT eftersom inriktning och hastighet i denna teknikutveckling har ett avgörande inflytande över vilka slutsatser som kan dras. Av detta skäl har samordningsrådet samarbetat med forskningsprogrammet North European Power Perspectives (NEPP) för att genomföra denna del av uppdraget. Resultaten från energisystemsanalyserna inom samarbetet med NEPP finns i avsnitt 5.3.3 tillsammans med rådets slutsatser utifrån dessa analyser.

Vi har genomfört ett antal studier om teknikutveckling och tillämpning inom de nyckelområden som kan förväntas påverka behovet av smarta elnät, utöver samarbetet med NEPP. Studierna ska belysa effekter på elsystemet mer i detalj. De samlade resultaten från dessa arbeten redovisas i avsnitt 5.3.1.

Samordningsrådet ska också beskriva hur ny teknik som smarta elnät på ett kostnadseffektivt sätt kan bidra till omställningen av energisystemet. Utifrån denna beskrivning ska rådet också bedöma olika samhällsekonomiska kostnader och nyttor som utvecklingen av smarta elnät kan föra med sig på kort och lång sikt. En översiktlig beskrivning av nyttan med olika smarta elnätslösningar finns i avsnitt 5.3.4. tillsammans med samordningsrådets sammanfattande slutsatser kring fördelningen av kostnader och nyttor för smarta elnät.

5.3.1 Teknikutveckling som påverkar behovet av smarta elnät

Behovet av olika tillämpningar inom smarta elnät styrs av utvecklingen inom ett antal angränsande teknikområden. Utvecklingen inom vindkraft, solceller, elfordon och energilagrar kan innebära nya krav på elnäten och ett ökat behov av smarta elnätslösningar. En bedömning av utvecklingen inom dessa teknikområden redovisas i NEPP-rapporten ”Översiktlig bedömning av teknikutveckling och tillämpning inom nyckelområden som ställer nya krav på att elnäten utvecklas – elfordon, vindkraft, solceller och energilagrar, december 2013”. Nedan redogör vi kortfattat för resultatet från detta arbete med tonvikt på hur teknikutvecklingen inom dessa områden kan komma att påverka elsystemet.

Vindkraft

Utbyggnaden av vindkraft sker utifrån incitamenten i elcertifikats-systemet och i konkurrens med andra förnybara produktionsslag. Ett annat betydelsefullt incitament är skattebefrielsen för egenproduktion av vindkraft. Skattebefrielsen gäller för den som inte yrkesmässigt levererar el.

Vid utgången av 2013 fanns 2 640 vindkraftverk i Sverige med en total installerad effekt på 4 194 MW. Den totala produktionen för 2013 uppgick till 9,8 TWh⁵⁷. Svensk Vindenergi bedömer att produktionen i Sverige kommer att bli cirka 11 TWh under 2014⁵⁸.

Vindkraften är ett teknikområde som trots viss marknads- och teknikomognad fortfarande utvecklas. Turbinerna blir större både sett till installerad effekt, svepyta och navhöjd samtidigt som marginalkostnaden sjunker. Detta kräver teknikutveckling i form av nya material och konstruktioner för att minska kostnaderna trots större laster. Den genomsnittliga storleken på verken var globalt 1,85 MW och i Sverige 2 MW under 2012.

Utbyggnadstakten på längre sikt kommer i första hand att påverkas av den framtida energi- och klimatpolitiken i Sverige och EU och dess styrmedel för att främja förnybar elproduktion. Men den tekniska utvecklingen kommer också att vara betydelsefull. Inte minst vindkraftens egen förmåga att tillhandahålla systemdriftstjänster för att säkerställa stabil drift under normala förhållanden och stötta systemet vid olika typer av störningar.

När vindkraften ersätter reglerbar produktion och konventionella produktionsanläggningar måste balanskraft, spänningshållning och stabilitet i nätet ses över och säkerställas. Andelen vindkraft som man kan ha i ett kraftsystem beror på vad som finns i systemet för frekvens- och spänningshållning och stabilitet, samt på vindkraftens egen förmåga att tillhandahålla sådana systemdriftstjänster. Här finns två tydliga utvecklingslinjer. Den första innebär att man tydliggör kraven på störningstålighet för vindkraftverken men att dessa inte själva deltar med systemdriftstjänster. Den andra är inriktad på att låta vindkraftverken vara en del i de system som bidrar till spännings- och frekvenshållning. Speciellt för större

⁵⁷ Energimyndigheten, 2014, Vindkraftsstatistik 2013, ES 2014:02.

⁵⁸ Svensk Vindenergi, 2014, Vindkraftsstatistik och prognos för kvartal 3 2014.

parker till havs, där parkerna är anslutna via högspänd likström (HVDC), finns möjlighet att introducera teknik som utnyttjar vindkraftsparker på detta sätt.

Det pågår flera forsknings- och demonstrationsprojekt för att klarlägga hur vindkraftverk och vindkraftsparker ska kunna bidra med systemdrifttjänster. Det finns ett tydligt behov av forskning och utveckling kring system där många komponenter i kraftsystemet samverkar för säker drift. I det perspektivet går utvecklingen av vindkraftsteknik och utvecklingen av smarta elnät inte att separera.

Solceller

Den globala tillväxttakten på solel är snabb och satsningar på marknadsstöd i flertalet länder i kombination med utveckling av högkvalitativa lågprisprodukter, talar för att tillväxten består. I första hand bedöms solceller vara intressant för lokal produktion. Tack vare stödsystemen är nu priset på egenproducerad el så lågt i många delar av Europa, att stödsystemen troligen har spelat ut sin roll. I stället tror man att olika former av nettodebitering ska vara tillräckligt för att stödja marknadstillväxten. Genom egen elproduktion kan elkonsumenten minska behovet av köpt el och värdet av den producerade elen blir då samma som priset för köpt el.

Med dagens förutsättningar är solelen alltid värd mest om den används av anläggningsägaren. Detta styr mot små anläggningar i fastigheter, trots att det systemmässigt skulle vara mer fördelaktigt med större system eftersom installationskostnaden sjunker med ökande storlek.

Solceller spelar en blygsam roll i det svenska energisystemet. I slutet av 2012 var den installerade effekten 23,8 MW varav 16,5 MW var nätanslutna system. I regeringens budgetproposition för 2015 föreslås att det införs en skattereduktion för mikroproduktion av förnybar el. Detta kommer sannolikt att innebära att tillväxttakten ökar. I de scenarioanalyser som gjorts blir dock den totala solelsproduktionen fortfarande begränsad jämfört med andra produktionskällor. I scenarier med den snabbaste tillväxten av förnybar produktion uppgår den svenska produktionen från solceller till cirka 5 TWh 2030.

Det svenska elnätet bedöms kunna klara även en storskalig integration av solel. Simuleringar med tre verkliga distributionsnät, ett stadsnät, ett förortsnät och ett landsbygdsnät, visar på goda möjligheter att integrera solel i distributionsnäten med bibehållen kvalitet.⁵⁹ I stadsnätet skulle soleanläggningarna kunna dimensioneras till 100 procent av den årliga elanvändningen utan att nätproblem uppstår och för förorts- och landsbygdsnätet är motsvarande siffra 60 procent.

Simuleringar har också gjorts på nationell nivå⁶⁰ med resultatet att det svenska elnätet klarar en storskalig integration av solel eftersom variationer i instrålning fördelas ut över stora områden. Särskilt fördelaktigt är det att kombinera solel och vindkraft eftersom dessa kompletterar varandra när det gäller produktionsprofil. Men med en större andel distribuerad produktion ökar kraven på exakta prognosverktyg för att kunna förutsäga den förväntade produktionen.

Elfordon

Begreppet elfordon rymmer ett flera typer av elektrifierade fordon. Här ingår t.ex. tvåhjuliga elfordon, ultralätta elbilar, personbilar av typen rena elbilar och laddhybrider samt elektrifierade bussar och lastbilar.

Antalet elbilar i världen är mycket begränsat, långt mindre än en procent av den totala fordonsflottan. Marknadsutvecklingen för elbilar bestäms av ett flertal faktorer, där kostnadsläget och fordonens prestanda kommer att vara helt avgörande. Därutöver spelar det en stor roll om energi- och klimatpolitiken i Europa och resten av världen inriktas mot att minska koldioxidutsläppen från transportsektorn. I praktiken kommer det att krävas kraftfulla styrmedel som på olika sätt gynnar fordon med små eller inga koldioxidutsläpp om elfordonen ska kunna bli ett betydande inslag i fordonsparken.

⁵⁹ Walla, T. et al, 2012, Determining and increasing the hosting capacity for photovoltaics in Swedish distribution grids.. s.l. : 27th EUPVSEC.

⁶⁰ Widén, J. 2011, Correlations between large scale solar and wind power in a future scenario for Sweden. IEEE Transactions on Sustainable Energy 2.

Den europeiska bilindustrins intresseorganisation European Automobile Manufacturer's Association (ACEA) bedömer att försäljningen av elbilar kommer att ligga på 2–8 procent av nybilsförsäljningen i Europa under 2020-talet med dagens förutsättningar. Sverige hade i november 2013 cirka 4,5 miljoner personbilar i trafik⁶¹, och av dessa var 3 060 elbilar enligt statistik från Power Circle.

Regeringen tillsatte i juli 2012 en särskild utredare med uppgift att kartlägga möjliga handlingsalternativ samt identifiera åtgärder för att reducera transportsektorns utsläpp och beroende av fossila bränslen i linje med visionen för 2050. Den 16 december 2013 lämnade utredningen sitt betänkande Fossilfrihet på väg SOU 2013:84. Utredningen har definierat en fossiloberoende fordonsflotta som ett "vägtransportsystem vars fordon i huvudsak drivs med biodrivmedel eller elektricitet". Utredningen räknar med att en omställning till fossiloberoende fordonsflotta kräver betydande insatser inom fem områden där ett är eldrivna vägtransporter.

Elanvändning för fordonsdrift

El får en kraftigt ökad roll för fordonsdrift i analyserna av förutsättningarna för fossiloberoende fordonsflotta.⁶² Utöver den el som används för järnväg och bantrafik, så förväntas en övergång till eldrift ske både inom personbilssektorn och bland tunga vägfordon och arbetsmaskiner. I de här refererade analyserna införs eldrift så att den motsvarar cirka 20 procent av den återstående mängden energibehov för personbilar, efter effektivisering m.m. Detta måste betraktas som en mycket kraftig introduktion, men till följd av elens mycket höga energieffektivitet så uppgår det ökade elbehovet endast till 2,4 TWh i detta scenario. Tillsammans med den tunga trafikens elanvändning, som också ökar kraftigt (+ 2,1 TWh) så ökar elanvändningen från 3 till 9 TWh. Totalt leder analyserna till att det 2030 skulle behöva finnas omkring en miljon rena elbilar och laddhybrider om målet om en fossiloberoende fordonsflotta ska uppnås fullt ut.

⁶¹ Fordonsstatistik från Transportstyrelsen.

⁶² Analyser genomförda av Profu på uppdrag av Elforsk och Svensk Energi.

Ett annat räkneexempel har gjorts för ett fall där hälften av alla personbilar i Sverige på sikt ersattes med elbilar. Om energiåtgången antas vara cirka 2 kWh/mil skulle cirka 7 TWh el krävas, således en avsevärd energieffektivisering. Denna siffra kan jämföras med att hela den årliga svenska elanvändningen uppgår till närmare 150 TWh/år. Om samtliga dessa elbilar laddades på ett icke styrt långsamt sätt i samband med att de är parkerade, uppskattas effektbehovet öka med upp emot 2 000 MW. Om däremot laddningen sker på ett mer kontrollerat och styrt sätt, uppskattas effektökningen hamna kring 1 000 MW. Dessa nivåer kan jämföras med de uppskattade marginalerna i Svenska kraftnäts prognoser⁶³. I prognosen för vintern 2014/2015 bedöms tillgänglig effekt vid topplasttimmen uppgå till 27 541 MW. Inför vintern 2013/2014 var prognosen för maximal elförbrukning i timmen 26 200 MW vid en normalvinter och 27 700 MW vid en tioårsvinter.

För den nationella elförsörjningen utgör en omfattande övergång till elfordon knappast något problem på energinivå. Däremot kan kraftbalansen bli ansträngd vid topplast om laddningen inte sker på ett styrt sätt. Även i distributionsnäten kan problem uppstå om många elfordon laddas samtidigt i samma område inom samma elnät. En välutvecklad offentlig laddinfrastruktur skulle kunna minska belastningen på de lokala distributionsnäten eftersom en del av laddningen då kan ske i kommersiella områden.

Styrning av fordonsladdning och snabbladdning

Med ett stort antal elfordon i den svenska fordonsparken blir det också intressant att kunna styra laddningen över dygnet för att dämpa effekttoppar och utnyttja överskott i elproduktionen. Det kan också handla om att begränsa belastningen i elnäten regionalt eller lokalt. Detta gäller även på fastighetsnivå exempelvis i garage och på parkeringsplatser när säkringar och ledningar inte klarar att ett flertal elfordon laddar samtidigt.

Styrningen kan ske efter olika principer. Om styrning sker utifrån elpris så blir en viktig fråga hur prissignaler, förutom tillgången på el vid en given tidpunkt, också kan ta hänsyn till kapac-

⁶³ Svenska kraftnät, juni 2014, Kraftbalansen på den svenska elmarknaden vintrarna 2013/2014 och 2014/2015.

iteten och belastningen på själva elnäten. Det är inte självklart att kapaciteten i elnäten på t.ex. lokal nivå i alla lägen samvarierar med elpriset. Hur framtida system för smart laddning ska utformas och styras för att fungera väl för alla berörda aktörer är en komplex fråga som kommer att kräva särskild uppmärksamhet framöver.

En parallell utvecklingslinje är introduktion av snabbbladdning och expansion av snabbbladdningssystem som pågår på flera håll i världen. Men i stort sett alla exempel har stora subventioner för installation, drift och laddning av elfordon. I dagsläget finns inga riktigt hållbara affärsmodeller för snabbbladdning. En utbyggd infrastruktur för snabbbladdning innebär också tydliga utmaningar för elsystemet, eftersom påverkan på effektbehovet kan bli betydligt högre än vid normalladdning.

I Sverige finns ännu inte någon allmän tillgång till snabbbladdningsstationer. Men på några platser i Stockholm, Göteborg, Malmö och t.ex. i Jämtland har man varit tidigt ute och satt upp snabbbladdningsstationer för tester och utvärderingar.

När det gäller elfordons betydelse för smarta elnät är slutligen begreppet *Vehicle to Grid* (V2G) centralt. Detta är ett samlingsbegrepp för tekniska lösningar där elfordon samverkar med elsystemet för att

- bidra med energi och effekt till elsystemet vid höglast
- ta emot och lagra energi vid låg efterfrågan och hög produktion
- erbjuda systemtjänster för att hålla spänning och frekvens stabil
- erbjuda störningsreserv vid plötsliga behov av effekt

De flesta fordon står parkerade i genomsnitt 95 procent av tiden, vilket gör att tjänsten V2G kan uppfattas som rationell. Men det är svårt att uppskatta det verkliga ekonomiska värdet av denna tjänst. Det finns också ett flertal invändningar, inte minst hur detta negativt kan påverka livslängden hos elbilens batterier genom tillkommande laddcykler. Bedömningen nu är att V2G inte kommer att vara aktuellt i Sverige under överskådlig tid.

Energilager

Energilagringssystem, både elektriskt och termiskt baserade, kan hjälpa till vid kapacitetsutjämning. Energilagring medger att el som produceras när förbrukningen är låg eller produktionen för hög (risk för överbelastning av nätet), kan sparas för att användas när efterfrågan är hög respektive produktionen för låg. Olika typer av energilager kan också användas för att öka kontrollen över nätet och elkvaliteten, t.ex. spänningskvalitet och frekvenshållning. De lagringstekniker som diskuterats och utvecklats under de senaste 15 åren är

- pumpkraftverk
- tryckluftslagring CAES (Compressed Air Energy Storage)
- batterier, konventionella och avancerade
- bränsleceller och vätgas
- svänghjul
- superkondensatorer
- supraledande magnetlager (SMES)
- Power to Gas (P2G).

Lagringsteknik skulle kunna bidra till att lösa en rad av de utmaningar som elsystemet står inför. McKinsey⁶⁴ har pekat på energilagringssystem, och då specifikt på litium-jon batterier, som en av de tolv mest omvälvande tekniker som kommer att påverka oss i framtiden. En förutsättning är dock en fortsatt positiv kostnadsutveckling som gör tekniken lönsam inom fler tillämpningsområden.

I Sverige kan man se vattenkraften och dess roll i regleringen av elproduktionssystemet som ett stort lagringssystem med olika tidsskalor för lagring, från timme till säsong. Den stora vattenkraftsandelens i det svenska elproduktionssystemet har gjort att andra tekniker för energilagring inte blivit en lika prioriterad fråga som i övriga EU och USA. När det gäller ellagring som ett sätt att ta bort

⁶⁴ McKinsey Global Institute, May 2013: Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy.

eller lindra effekterna av elavbrott, är däremot svenska problem desamma som andra länders.

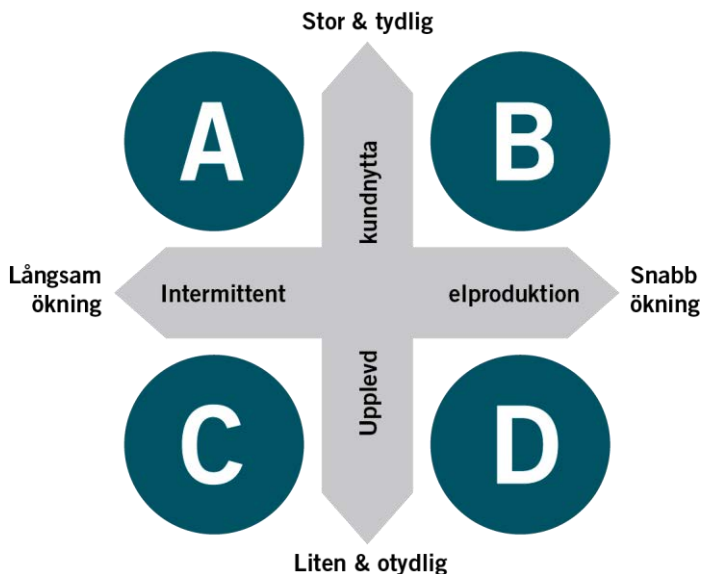
Ytterligare en egenskap hos energilagringsteknik är att den kan användas för att skjuta upp investeringar i kapacitetshöjningar, genom att minska toppbelastningar och undvika konflikter om nätutbyggnader.

5.3.2 Samordningsrådets framtidsscenarier

Samordningsrådets framtidsscenarier fokuserar på samhällsutvecklingen i stort som påverkar utvecklingen av smarta elnät. Scenarierna beskriver kvalitativt framtiden 2030 med bäring på utvecklingen mot 2050. Det är viktigt att framhålla att det nödvändigtvis inte är de önskvärda framtidsbilderna som målas upp i scenarierna. Scenarierna är ett medel för att arbeta vidare med konsekvenserna för olika aktörer och områden.

Scenarierna bygger på två huvuddimensioner som speglar de strategiska osäkerheter som definierats som avgörande för behovet och utvecklingen av smarta elnät. Dessa är elproduktionens utveckling och kundernas värderingar. Hur dessa faktorer kommer att utveckla sig är grunden för rådets scenarier. Scenarierna har byggts upp kring två axlar där den ena beskriver en långsam respektive snabb ökning av intermittent elproduktion. Den andra axeln beskriver en liten och otydlig respektive stor och tydlig upplevd kundnytta. Axlarna bildar därmed fyra framtidsscenarier enligt figur 5.8.

Figur 5.8 Scenarier för fyra möjliga framtidsbilder



Intermittent elproduktion är elproduktion från fluktuerande väderberoende energikällor, som exempelvis vind och sol. Produktionen är oregelbunden med kraftiga variationer och är icke styrbar i nuläget. Med upplevd kundnytta menar vi nyttan av smarta tjänster och lösningar i allmänhet. En stor och tydligt upplevd kundnytta har således definierats som att elanvändare tydligt ser och uppfattar att smarta system och lösningar i allmänhet (inte bara på elmarknaden) är till stor nytta för dem och att de upplever en tillfredsställande grad av valfrihet. En liten och otydligt upplevd kundnytta innebär istället att elanvändaren är misstänksam till smarta system och inte upplever dem som tillräckligt värdeskapande och tillförlitliga även om det kan finnas andra faktiska nyttor såsom leveranssäkerhet och leveransskvalitet.

Figur 5.9 Sammandrag av rådets scenariobeskrivningar.

- A** Digitala automatiserade smarta lösningar har förändrat villkoren för människors vardag.
"Smart teknologi" för hemmen har blivit en viktig tillväxtfaktor för svensk industri.
Utbyggnaden av vindkraft och solceller har stannat av, men energieffektivisering har under lång tid stått högt på agendan.
De svenska energilösningarna baseras i huvudsak på storskalig energiproduktion från de stora energibolagen.
Få behöver bry sig om sin elanvändning eller rådande elpriser.
- B** Småskaliga vindkraftverk och solenergilösningar har fått reella genombrott liksom utvecklad energilagringsskapacitet och elbilar har fått det.
Helt nya ekosystem av digitala tjänster och lösningar. Elmarknaden är starkt påverkad av nya aktörer med innovativa affärsmodeller.
Fastighetsnära tjänster, inklusive energioptimering, sköts av facility management-företag, detaljhandeln och elhandelsbolag i allians med fastighetsägare och intressentorganisationer.
Vind- och solsambfällighetsföreningar driver anläggningar som är självförsörjande på el. Prosumenterna blir fler och skapar egna elnät med egna koncessioner.
- C** Sverige satsar på bibehållen och effektiviserad basproduktion där kärnkraften har en betydande roll.
Norden bidrar med stabil basproduktion som stabiliserar det europeiska systemet där integreringen i en gemensam europeisk elmarknad är prioriterat.
Industrins behov av trygg elförsörjning väger tyngre än att ytterligare öka den förnybara elproduktionen.
Trötthet när det gäller digitala lösningar och olust efter övervakningsskandaler.
Den totala elanvändningen är idag större än för tjugo år sedan.
- D** Sverige har inte reinvesterat i befintlig kärnkraft.
Genomslaget för tekniska lösningar som uppfattas som övervakning är lågt. Den sociala anpassningen visade sig trög för smarta lösningar.
Den förnybara elproduktionen ökar tack vare ett utökat elcertifikatsystem.
Planeringen för storskaliga lösningar för att utöka reserv- och balanskraft.
Lösningar för lagring av elenergi har nått sitt slutliga genombrott.
Storskaliga investeringar i elnäten för att stabilisera systemet. Befintlig nätinfrastruktur blir härmed smartare.

För att på ett tydligt sätt beskriva de fyra framtidsbilderna har vi gestaltat scenarierna med beskrivningar. Scenariobeskrivningarna

tar fasta på den centrala frågeställningen dvs. faktorer av betydelse för behovet och utvecklingen av smarta elnät. Ovan ges ett sammandrag av dessa beskrivningar i punktform.

Kvantifiering av samordningsrådets scenarier

Samordningsrådets framtidsscenarier har varit ett viktigt verktyg i arbetet med handlingsplanen. Framtidsscenarierna har bidragit till att identifiera långsiktiga konsekvenser för olika aktörer och behov av framtida åtgärder inom våra fokusområden. Men samordningsrådets scenarier innehåller inga kvantitativa bedömningar av energianvändning eller produktionsmix.

Vid bedömningar av utmaningarna i omställningen av energisystemet och kraftsystemets långsiktiga utveckling kan man behöva koppla rådets kvalitativa scenarier till kvantitativa scenarier för energisystemets framtida utveckling, som även belyser kopplingen med utvecklingen på nordisk och europeisk nivå. Exempel på sådana analyser är NEPP-scenarierna, Nordisk ETP⁶⁵, Naturvårdsverkets Färdplan 2050 samt Pathwaysprojektet⁶⁶.

Samordningsrådet har därför uppdragit åt NEPP att belysa effekterna på el- och energisystemnivå för de framtidsscenarier som samordningsrådet tagit fram och genomföra kvantitativa bedömningar utifrån NEPP:s egna scenarier. Dessa fyra energisystemscenarier ger en helhetsbeskrivning av elsystemets möjliga utveckling i Sverige och övriga Nordeuropa. Två av dessa (referensscenariot och ”green policy”-scenariot) ligger till grund för de analyser av energisystemets utveckling som genomförts för samordningsrådets räkning, vilket gör en jämförelse med rådets framtidsscenarier extra relevant. Referensscenariot beskriver en relativt långsam ökning av intermitterent kraftproduktion medan ”green policy” beskriver en snabb ökning.

I arbetet har modellen Markal/Times utnyttjats, som är en modell över det tekniska energisystemet och dess utveckling. Modellen omfattar elsystemet, men också värmeförsörjningen och industrins energiförsörjning samt transportsektorns behov av exempelvis el. Den Markal/Times-version som använts hanterar de nordiska länd-

⁶⁵ Nordisk energiforskning och IEA, 2013, Nordic Energy Technology Perspectives.

⁶⁶ Pathwayprojektet drivs av Chalmers i nära samarbete med NEPP.

erna samt Tyskland och Polen. Modellen innehåller en detaljerad beskrivning av dagens tekniska system i dessa länder, samt alla de alternativ som står till buds för den framtida utvecklingen. Modellen beräknar den mest kostnadseffektiva utvecklingen av hela energisystemet under den studerade perioden (2010–2050), för ett givet scenario. Varje scenario definieras utifrån olika antaganden om utvecklingen i det tekniska energisystemets omvärld beträffande

- politiska mål, styrmedel och övriga beslut
- teknikutvecklingen och tillgängligheten av ny teknik (såsom de förnybara teknikerna, elnät och CCS)
- energibehovets utveckling, inkl. energieffektiviseringar
- prisutveckling och tillgång på bränslemarknaderna (olja, kol, naturgas och biobränslen)

Utformningen och utvecklingen av energisystemets olika delsystem, exempelvis elsystemet, blir sedan ett resultat av modellberäkningen för varje scenario.

Rådets framtidsscenarier innehåller däremot en beskrivning av hur både omvärlden och det tekniska systemet utvecklas. För att få en kvantitativ bedömning som är konsistent med rådets scenario-beskrivningar har en stegvis analys genomförts enligt följande:

- Antaganden om hur de fyra omvärldsfaktorerna utvecklas i rådets scenarier och modellberäkningar för scenarierna utifrån dessa omvärldsantaganden.
- En jämförelse mellan utvecklingen av det tekniska energisystemet enligt modellresultat och rådets kvalitativa beskrivningar av det tekniska systemets utveckling i respektive scenario.
- Utifrån denna jämförelse genomförs eventuella korrigeringar eller kompletteringar för att få en så god överensstämmelse som möjligt.

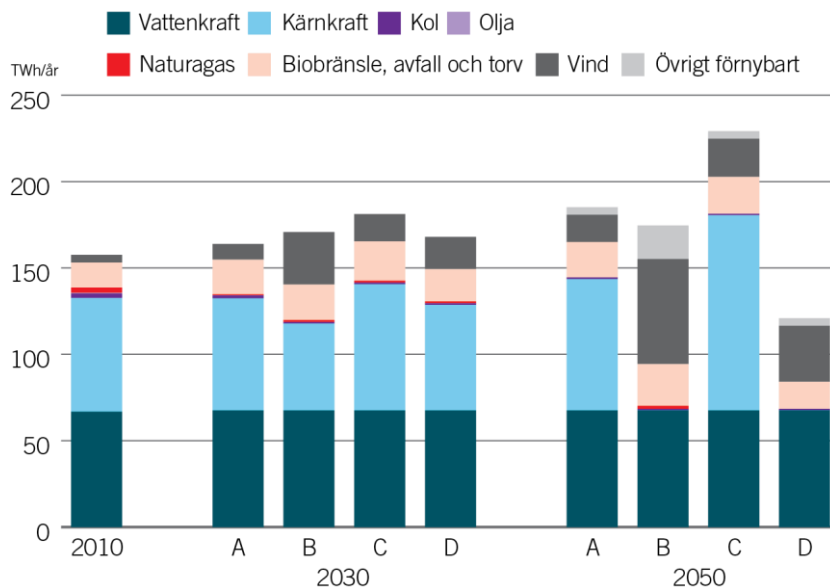
Resultat

Resultatet av modellberäkningarna redovisas i rapporten ”Fördjupad scenarioanalys och kvantifiering av rådets fyra scenarier, slutrapport, maj 2014”. Generellt kan konstateras att analysen ger en god överensstämmelse mellan scenariobeskrivningarna och modellberäkningarna och att skillnaderna är få, vilket tyder på att scenarierna är konsistenta.

Emellertid innebär de ekonomiska optimeringssystem som används vid denna typ av modellberäkningar att det tekniska el- och energisystemet blir trögrörigt. Den existerande energiinfrastrukturen, i form av produktions-, distributions- och användartekniker, ersätts långsamt. I tidsperspektivet 15 år blir därför förändringen av det tekniska systemet inte särskilt stor, även om de ekonomiska incitamenten för förändring stärks. På 35–40 års sikt kan däremot förändringen bli betydande.

Som exempel på analysresultat redovisas nedan i figur 5.10 kvantifieringen av den svenska elproduktionens utveckling i de fyra scenarierna för 2030 och 2050. I beräkningsresultaten har de stora skillnaderna mellan scenarierna inte fått särskilt stort genomslag till 2030 när det gäller elproduktionens sammansättning (möjligen med undantag för scenario B), men däremot till 2050, när det tekniska energisystemet kunnat svara upp emot omvärldsförändringarna fullt ut.

Figur 5.10 Kvantifiering av elproduktionens utveckling i samordningsrådets framtidsscenarier för 2030 och 2050



Om även andra drivkrafter än de rent ekonomiska skulle få ett betydande inflytande över utvecklingen kan givetvis förändringen av den tekniska infrastrukturen gå snabbare än vad dessa modellberäkningar indikerar. Sådana drivkrafter kan t.ex. gälla utvecklingen av egenproducerad el, korttidslager och mikronät, faktorer som modellberäkningarna inte fullt ut har möjlighet att ta hänsyn till. Men även med denna reservation ger de kvantifieringar av samordningsrådets scenarier som genomförts ett användbart underlag för att relatera rådets scenariobeskrivningar till andra nationella och internationella scenarier över energisystemets framtida utveckling.

5.3.3 Analys av energisystemets långsiktiga utveckling

Som betonas i direktivet till samordningsrådet innebär den pågående omställningen av energisystemet konkreta utmaningar där ny teknik som smarta elnät kan bidra till att denna omställning genomförs kostnadseffektivt. För att kunna bedöma de utmaningar som de svenska elnäten står inför måste vi ta hänsyn till en rad

lokala förutsättningar, som specifika marknadsförhållanden, vilka produktionsslag som finns tillgängliga, hur elnäten är uppbyggda etc. Av avgörande betydelse är också att det svenska elsystemet är en integrerad del av den nordeuropeiska elmarknaden. Utvecklingen av kraftsystemet utanför Sveriges gränser är således viktig då behovet av och möjligheterna med smarta elnät i framtiden ska bedömas.

Hur påverkar utvecklingen av kraftsystemet utanför Sveriges gränser behovet av smarta elnät?

De analyser som genomförts för samordningsrådets räkning visar att utvecklingen av kraftsystemet utanför Sverige kommer att ha ett avgörande inflytande över behovet av smarta elnät i Sverige. Med en utveckling i Europa snarlik samordningsrådets scenario B⁶⁷ blir påverkan betydande.

Vi redovisar här kortfattat de tio faktorer och områden som på olika sätt påverkar det framtida behovet av smarta elnät. Samtliga faktorer kan komma att få en avgörande betydelse, samtidigt som utvecklingen är mycket osäker. Det finns scenarier där många av dessa faktorer samverkar så att behovet blir stort relativt snart samtidigt som det finns scenarier som visar en utveckling där omvärldens påverkan på behovet av smarta elnät i Sverige blir liten. Identifieringen av de tio faktorerna har gjorts inom NEPP och grundar sig på beskrivningar, analyser och synteser av hur den framtida utvecklingen kan komma att bli. En fullständig redovisning av underlaget finns i rapporten "Utredning om hur utvecklingen av kraftsystemet utanför Sveriges gränser påverkar behovet av smarta elnät i Sverige, december 2013, NEPP".

De tio faktorerna påverkar på olika sätt behovet av smarta elnät. En faktor som återkommer är de utmaningar som ökade mängder av variabel förnybar elproduktion innebär. Eftersom vind- och solkraften typiskt är relativt småskalig och spridd geografiskt så ökar den bl.a. behovet av nätutbyggnad. Balanshållningen i elsystemet försvåras också, vilket ställer krav på reglering av produktions-

⁶⁷ De analyser som genomförts bygger på NEPP:s scenario "green policyscenario" som vad gäller takten i utbyggnad av intermittent produktion ligger nära den kvantifiering som gjorts för rådets scenario B.

resurserna. Här har ökad intelligens i systemet stort värde. De ökade elprisvariationerna ökar samtidigt värdet av att anpassa elanvändningen, vilket kräver intelligens i elanvändande apparater. Ny elanvändning, exempelvis i form av elbilar, ger också möjlighet till effektstyrning om man planerar laddningen. För att möjliggöra detta så krävs intelligens i den nya utrustningen. Ökad europeisk samordning av elmarknaden, både fysiskt och regelmässigt, tvingar också fram en ökad intelligens. Samtidigt pågår en parallell utveckling av de nationella regelverken.

Tio faktorer som påverkar utvecklingen

1. EU:s och medlemsstaternas energi- och klimatpolitik kommer att ha stor betydelse för kraftsystemets utveckling i våra grannländer. Ett viktig ställningstagande för politiken efter 2020 och 2030 är om man ska ha separata mål och direktiv för förnybar energi och energieffektivisering eller om man ska satsa tydligare på ett enda mål: klimatmålet.
2. Hur stor utbyggnaden av förnybar, intermittent elproduktion i Nordeuropa blir har avgörande betydelse för behovet av smarta elnät. I scenarierna med kraftigast utbyggnad når andelen intermittent kraftkapacitet över 50 procent av den totala installerade effekten redan om 25–30 år, såväl i Norden som i Europa som helhet. Bli en sådan utveckling verklighet, ställer det stora krav på utvecklingen av smarta elnät. Även lokaliseringen av den intermittenta elproduktionen har betydelse. Det gäller särskilt vindkraften, där utbyggnaden i Nordeuropa hittills koncentrerats till Danmark och norra Tyskland. I scenarierna med stor utbyggnad av vindkraft dominerar en fortsatt nordvästlig lokalisering, eftersom de bästa vindlägena finns där. En sådan koncentration av vindkraften ställer ökade krav på intelligens i systemet.
3. Hur sammansättningen av den intermittenta elproduktionen i Nordeuropa blir är också viktigt för behovet av smarta elnät. De alternativ som dominerar expansionen är vind och sol, där soleden följer dygnsrytmen, medan vindkraften varierar ännu mer. Elproduktionens fördelning över året är också olika och teknikerna skiljer sig åt. Vindkraften är i regel mer storskalig, drivs av professionella aktörer och elen matas in på relativt hög spänningsnivå.

Solcellsanläggningarna är betydligt mindre, drivs av husägare och elen matas in på lågspänningsnätet.

4. Kommer termiska kraftverk att bibehållas, trots minskade drifttider, då förnybar kraft byggs ut? Risker är stora att mycket av den termiska kraften i Europa fasas ut av åldersskäl – två tredjedelar av Europas termiska verk är över 20 år gamla – och för att elpriset inte längre räcker för att hålla kapaciteten i drift vid minskande drifttider. Man kan i så fall antingen acceptera den ökade risken för effektbrist samt de stora elprisvariationerna som det skulle leda till, eller förändra elmarknadens regler så att bibehållen termisk kapacitet görs lönsam.
5. Efterfrågan på el utvecklas och förändras, även utan smarta elnät. Kraven på energieffektivisering i EU kan bromsa elanvändningens ökningstakt, även om det är osäkert hur väl effektiviseringen kommer att lyckas. Samtidigt finns nya användningsområden för el som kan växa. Utvecklingen av elfordon är ett exempel. Med nya användningsområden kan också elanvändningsprofilen förändras både över dygnet och mellan säsonger. Exempel på åtgärder som påverkar lastprofilen är utvecklingen för elvärmen och den ökade elanvändningen inom transportsektorn. Om elanvändningen stagnerar, och efterhand minskar i Europa, samtidigt som förnybart byggs ut i stor skala, blir andelen variabel och intermittent kraftproduktion snabbt stor och driften av kraftsystemet blir mer komplicerad. Det ställer då snabbt krav på ökad intelligens i elsystemet. Sedan 2000-talets inledning har elförbrukningen stagnerat i Sverige och Danmark och en motsvarande tendens kan nu skönjas i Finland och Norge. Fortsätter denna utveckling, samtidigt som vi bygger ut produktionen i Norden, finns stora möjligheter till ökning av nettoexporten från Norden.
6. Elutbytet mellan Norden och övriga kontinenten kan öka kraftigt, och Sverige kan bli en stor nettoexportör. Sverige och Norden har goda möjligheter att öka den förnybara elproduktionen och en stagnerande nordisk efterfrågan kan ge stor elexport till resten av Europa. Detta är ett trendbrott då Norden länge varit nettoimportör av el. Hur stor elexporten blir beror bl.a. på energi- och klimatpolitiken och regelverket på elmarknaden. Efter 2030 kan den nordiska elexporten bli 20 TWh/år i ett fall med måttliga klimatambitioner, medan exporten kan nå 50–70 TWh/år i ett fall med mycket kraftiga klimatambitioner och stor andel förnybar kraftproduktion. Om den svenska kärnkraften bibehålls så blir

Sverige den dominerande elexportören i Norden, medan en utfasning av kärnkraften får till följd att Sverige endast exporterar små mängder el.

7. Överföringskapaciteten till våra grannländer får stor betydelse. De scenarier som visar på kraftig utbyggnad av förnybar kraft i Europa och Norden visar samtidigt på en stor utbyggnad av transmissionskapaciteten, inom och mellan länderna, en flerdubbling jämfört med dagsläget. Nätet måste byggas ut för att utnyttjandet av den nya förnybara kraften ska bli effektivt. Samtidigt är överföringskapaciteten värdefull för kapacitetshållningen i det nordeuropeiska systemet. Men elnätsutbyggnaden är mycket osäker (lönsamhet, opinion, politik, etc.). Det finns också betydande flaskhalsar inom länderna, exempelvis från norra Tyskland – med stor andel variabel elproduktion – till södra Tyskland, där stora delar av den avvecklade kärnkraften fanns.
8. Utvecklingen påverkas av den fortsatta liberaliseringen av elmarknaden och hur väl man lyckas förverkliga den politiska ambitionen i EU om en gemensam marknad med lika villkor. Nationella kapacitetsmarknader och stödsystem för förnybar kraftproduktion verkar för ökad planering och nationalisering av marknaden. Den trenden finns i många av EU:s medlemsländer, men ännu inte i Norden. Samtidigt arbetar EU enträget för en integrerad europeisk elmarknad med införandet av nätkoder (network codes) och en europeisk marknadsmodell (target model) 2014. Reformeringen av den europeiska elmarknaden befinner sig därmed vid ett vägskäl – mer marknad eller mer (nationell) planering. Det slutliga vägvalet, eller kombinationen av vägval, kommer att påverka behovet av smarta elnät.
9. Utvecklingen av kraftsystemet inom Sverige, påverkar också utvecklingen i våra grannländer. Vårt nordeuropeiska elsystem är väl integrerat. Våra förändringar och beslut påverkar de beslut våra grannar kommer att ta, och vice versa. Lika viktig är Sveriges roll som reglerresurs för norra Europa. Den beror naturligtvis på utvecklingen i grannländerna, men också på den svenska produktionsmixen och hur regelverken i de olika regionerna utvecklar sig. Avvecklar vi kärnkraften måste vi, eller våra grannländer, ersätta den med annan termisk kapacitet (eller motsvarande reglerresurs). Behåller vi vår kärnkraftskapacitet, genom att successivt reinvestera i takt med att den åldras, minskar behovet av att bygga ut termisk kapacitet i grannländerna. Påverkar vattendirektivet våra vatten-

kraftverk, så att reglerförmågan reduceras kraftigt, påverkar det behovet av reglerkapacitet i våra grannländer.

10. Den snabba IT-utvecklingen driver också på utvecklingen av smarta elnät. I kraftsystemet kan man kontinuerligt mäta flera storheter, t.ex. spänningar, överföring, produktion och konsumtion. Denna information används för att på ett så effektivt (smart) sätt som möjligt styra produktion, konsumtion och överföring så att driften blir effektiv och tillförlitlig. Utvecklingen mot ett ”smartare elnät” är kontinuerlig och drivs på av den tekniska utvecklingen. Allt tyder på att det kommer bli fler intelligenta lösningar i framtiden, eftersom kostnaderna för dem minskar och värdet av dem ökar. Man talar också om ett sakernas internet, där miljarder maskiner redan i dag kommunicerar med andra maskiner (M2M).

Teknikutvecklingen omfattar naturligtvis inte bara IT-området; även inom energiområdet fortgår den. Utvecklingen av solceller är ett utmärkt exempel, där man bl.a. via snabbt tekniskt lärande sänkt elproduktionskostnaderna avsevärt bara under ett decennium. Teknikutvecklingen inom kraftelektronikområdet påverkar direkt hur snabbt de smarta elnäten kan utvecklas.

Utmaningar för den svenska elmarknaden

En avgörande fråga när omställningen av energisystemet diskuteras är möjligheter och konsekvenser av att basera elförsörjningen på en stor andel intermitterent elproduktion. Av föregående avsnitt framgår också att ökningstakten för den intermittenta elproduktionen på europeisk nivå, och hur denna produktion kommer in på marknaden, kommer att få ett avgörande inflytande på det svenska kraftsystemet. Även samordningsrådets scenarier ser takten och omfattningen i utbyggnaden av intermitterent förnybar elproduktion som en avgörande faktor för behovet av smarta elnät.

Intermitterent produktion innebär att systemets reglerförmåga behöver hantera både variationer i både användning och produktion. Detta innebär följande tre utmaningar för den svenska elmarknaden och därmed för marknadens aktörer:

- Hantering av den kontinuerliga balanshållningen.

- Dimensioneringen av systemet så att det är leveranssäkert även de timmar som vindkraft och solkraft ger ett litet tillskott men efterfrågan är hög – ”effektfrågan”.
- Dimensioneringen av systemet så att timmar med hög vind- och solkraftproduktion och låg elförbrukning inte leder till instängd produktion och priskollaps.

I rapporten ”Beskrivning av de konkreta utmaningar som det svenska elnätet står inför med anledning av den pågående omställningen av energisystemet, Slutrapport, NEPP report december 2013” redovisas de utmaningar som sammanhänger med detta ökade reglerbehov, hur det kan hanteras och konsekvenserna av dessa olika handlingsalternativ.

Det ökade reglerbehovet kan hanteras på dessa sätt:

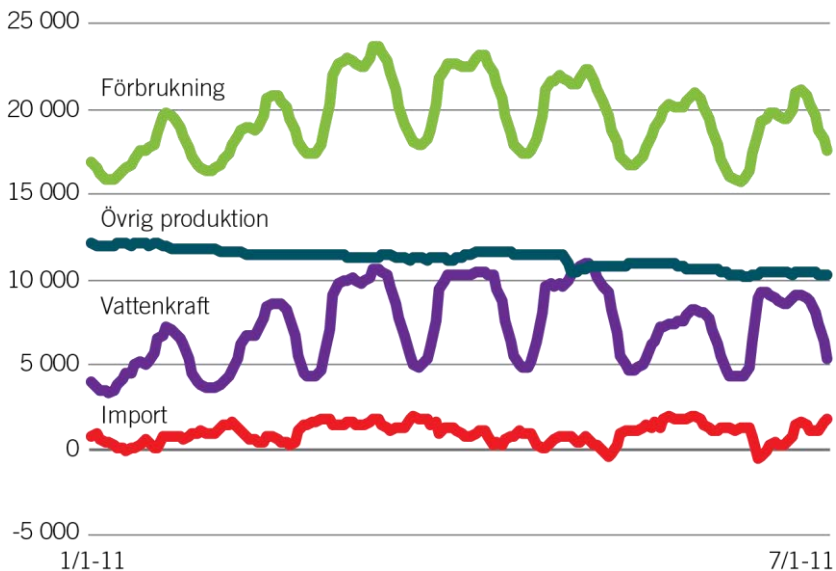
- vattenkraften regleras annorlunda (mer)
- värmekraften används för reglering
- utrikeshandeln förändras
- efterfrågan bidrar till reglering
- nya energilager bidrar till regleringen

Därutöver kan vindkraften vara en del i de system som bidrar till frekvenshållning. Sverige och Norden har stora och lätt reglerbara vattenkraftresurser. Vid en utbyggnad av vind- och solkraft av den omfattning som skisseras t.ex. i rådets scenario B blir en avgörande fråga hur långt reglerförmågan i den nordiska vattenkraften räcker.

I Sverige har vi en maximal produktionskapacitet på cirka 14 000 MW vattenkraft och inom en timme kan produktionen variera med upp emot 3 500 MW upp eller ner. Att reglera med vattenkraft är billigt jämfört med att reglera med andra kraftverk. Figur 5.11 visar hur den svenska vattenkraften används för att möta variationer i förbrukningen. Av figuren framgår att övrig produktion i Sverige körs relativt stabilt. Vi ser också att nettoimporten under denna

januarivecka varierar men det har inte något tydligt samband med förbrukningsvariationerna.⁶⁸

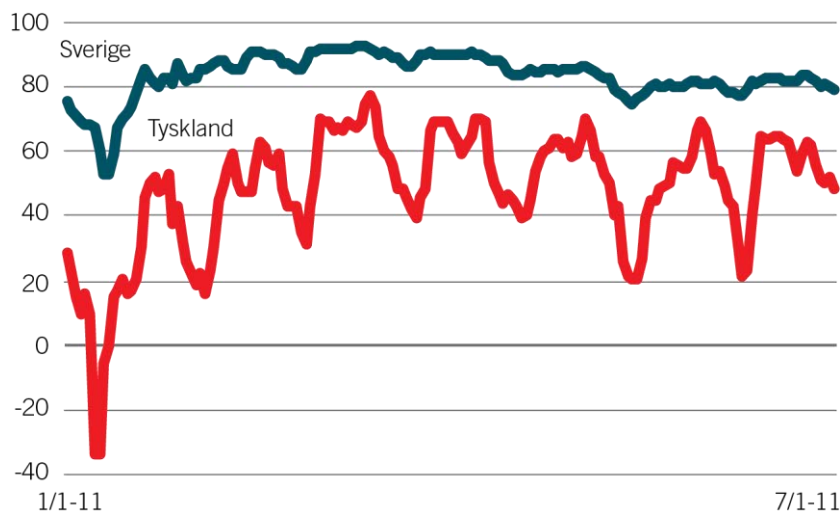
Figur 5.11 Vattenkraft används för att reglera förbrukningsvariationer, 1–7 januari 2011, MWh/h



Kostnaderna för reglering avspeglas i prisvariationerna på spotmarknaden som visas i figur 5.12. Trots de stora variationerna i förbrukning och det betydande reglerarbete vattenkraften åstadkommer, är prisvariationerna förhållandevis små. Den aktuella veckan i januari varierade priset under dygnet maximalt cirka 10 euro per MWh i Sverige. Som jämförelse kan nämnas att de tyska prisvariationerna samma vecka låg kring 40 euro per MWh.

⁶⁸ Rapport till samordningsrådet, NEPP, december 2013, Beskrivning av de konkreta utmaningar som det svenska elnätet står inför med anledning av den pågående omställningen av energisystemet december.

Figur 5.12 Spotpriser i Sverige och Tyskland 1–7 januari 2011, euro per MWh



Orsaken till den större prisvolatiliteteten är att kostnaden för reglering med värmekraft, som utnyttjas i Tyskland, är betydligt högre än kostnaderna för reglering med vattenkraft. För svenska förhållanden gäller också att kärnkraften lämpar sig mindre bra för reglering, även om det finns tillfällen då kärnkraften använts för dygnsreglering.

En kraftig utbyggnad av den intermittenta elproduktionen i Sverige kan också förväntas medföra ett ökat handelsutbyte. Bättre överföringskapacitet innebär att vi kan dra nytta av prisvolatiliteten i exempelvis Tyskland genom att sälja mer kraft när priserna är höga och köpa mer när priserna är låga. Det ökar prisvolatiliteten även i Sverige.

Efterfrågeflexibilitet

Prissvängningarna ökar också de ekonomiska drivkrafterna för efterfrågesidan att bidra till regleringen. Vi behandlar incitamenten för kunderna att medverka till ökad efterfrågeflexibilitet i avsnitt 5.4. Beroende på hur efterfrågeflexibiliteten kommer in på marknaden kan de långsiktiga effekterna på elsystemnivå skilja sig på

väsentliga punkter. Det finns alltså skäl att även ta hänsyn till sådana förhållanden då framtida utmaningarna ur ett elsystemperspektiv analyseras. Den enklaste formen av efterfrågefleksibilitet innebär att kunden reagerar på spotpriset som publiceras kl. 13.00 dagen innan och sedan anpassar sin förbrukning manuellt eller med hjälp av automatisk styrning, s.k. reaktiv efterfrågefleksibilitet. Om det blir väldigt många kunder som reagerar på priset kommer det att påverka prisbildningen. Om elhandlarna inte kan förutse hur kunderna kommer att förändra sin förbrukning kommer de behöva handla sig i balans på intradagmarknaden, med ökade kostnader som följd. Dessa kostnader kommer förr eller senare att betalas av kundkollektivet. Om mycket stora volymer behöver hanteras på intradagmarknaden kommer spotpriset inte längre reflektera den verkliga balansen på marknaden. Detta kan leda att trovärdigheten i systempriset urholkas.

Eftersom systempriset ligger till grund för den finansiella handeln är det av vital betydelse att det har en hög trovärdighet. Analyser⁶⁹ visar också att stora volymer reaktiv efterfrågefleksibilitet (motsvarande cirka 700 000 hushåll) kan ge oförutsägbara effekter på marknaden och bidra till osäkerhet och ökad volatilitet.

Det är således önskvärt att efterfrågefleksibiliteten bjuds in redan på spotmarknaden dagen före, s.k. explicit efterfrågefleksibilitet. Då undviker man höga balanskostnader samtidigt som prisförändringen kommer samtliga aktörer till godo. Metoden är mer komplicerad och för mindre kunder krävs troligen att en s.k. aggregator tillåts styra lasten hos elkunderna

Analyser visar att denna form av efterfrågefleksibilitet i normala fall bidrar till att sänka både medelpriset och prissvängningarna. Men flaskhalsar mellan två elområden med olika prisnivå kan göra att den prissänkande effekten minskar eller uteblir i området med den lägre prisnivån. Detta kan t.ex. gälla för det nordiska systemet där priset vid höglästimmarna sätts på kontinenten varför nordisk efterfrågefleksibilitet får en förhållandevis liten prissänkande påverkan. De lägsta priserna uppkommer däremot när det är flaskhalsar i systemet och produktionen ”stängs inne” i Norden. Med ökad

⁶⁹ Rapport till samordningsrådet, NEPP, december 2013, Beskrivning av de konkreta utmaningar som det svenska elnätet står inför med anledning av den pågående omställningen av energisystemet december.

efterfrågefleksibilitet kan dessa flaskhalsar minimeras och då blir priserna under låglasttimmarna i genomsnitt högre.

Sammanfattningsvis kan man grovt förenklat säga att de timmar reglerförmågan i vattenkraften räcker kommer prisvariationerna bli små eftersom vattenkraftens reglerkostnad normalt är låg. Lönsamheten att investera i flexibilitet på efterfrågesidan och i annan toppplastproduktion blir liten, medan lönsamheten i nät- och utlandsförbindelser blir god. De timmar reglerförmågan i vattenkraft inte räcker kommer det att krävas att andra, dyrare resurser, hjälper till att reglera systemet och då blir i stället prisvolatiliteten hög och de ekonomiska incitamenten för efterfrågefleksibilitet ökar.

Simulering av prisvariationer och elutbyte

För att konkretisera dessa förhållanden har NEPP gjort simuleringar med Swecos timbaserade elmarknadsmodell som täcker hela Europa. Man har använt NEPP:s gröna scenario (som på europeisk nivå är snarlikt samordningsrådets scenario B), som innefattar stora mängder vindkraft i Sverige och övriga Norden och Europa.⁷⁰ År 2030 är Norden i detta scenario en stor exportör av kraft bl.a. till följd av investeringar i förnybart men också p.g.a. att kärnkraften i Sverige är intakt och att kärnkraften i Finland har byggts ut. I dessa simuleringar ingår stora utbyggnader av transmissionsnätet för att klara den omfattande exporten från Norden av förnybar kraft.

Resultatet pekar på att kostnaderna för att hålla elsystemet i balans kommer att öka väsentligt i det gröna scenariot, vilket återspeglar sig i kraftigt varierande priser. Detta gäller särskilt i Tyskland, men även i Norden kommer vi att behöva använda annat än vattenkraft för att reglera systemet. Genom att vi bygger ut överföringsförbindelserna med kontinenten kommer vi också att ”smittas” av prisvolatiliteten på kontinenten.

Men det här är ett ganska extremt scenario med exempelvis över 100 TWh vindkraft i Norden. Scenariot bygger också på antagandet att den nuvarande elmarknadsmodellen bibehålls. Skulle det exempelvis införas en kapacitetsmarknadsmodell i Tyskland som

⁷⁰ Rapport till samordningsrådet, NEPP, 2013, Beskrivning av de konkreta utmaningar som det svenska elnätet står inför med anledning av den pågående omställningen av energisystemet december.

stimulerar investeringar i produktionsanläggningar, energilagrar och förbrukningsreduktion kan prisbild och handelsmönster förändras radikalt.

Slutsatser

Sammanfattningsvis kan konstateras att balansering av produktion och förbrukning blir en betydligt större utmaning än i dag. Variationerna i den framtida nettoförbrukningen (förbrukning minus intermittent kraft) kommer att vara betydligt större än vad systemet är dimensionerat för i dag. Timmar med mycket gott om kraft kommer snabbt att förbytas till timmar med ont om kraft. Systemet måste således dimensioneras korrekt och ha en beredskap att snabbt ställa om. Prognososäkerhet i vindkraften gör dessutom att planeringshorisonten blir kortare.

Den största utmaningen står sannolikt producenterna inför. Introduktionen av förnybar kraft med särskilda stöd, som till stor del är intermittent till sin karaktär, tränger undan annan produktion och skapar åtminstone inledningsvis en prispress på marknaden. Detta undergräver ekonomin för kraftverken och innebär dessutom att det tar längre tid innan de förnybara teknikerna kan finansieras utan statligt stöd. Tyskland är i dag ett exempel på hur den snabba tillväxten av förnyelsebar produktion kraftigt har påverkat kraftverkens finansiella möjligheter att kunna existera vidare och bidra till energisystembalanseringen. Därför pågår nu arbete i Tyskland för att ta fram regelverk för kapacitetsmarknader.

För stamnätsoperatörerna ligger den största utmaningen i att hinna bygga ut näten i den takt som krävs. Det finns en betydande risk att förnybar kraft kommer att bli instängd i vissa regioner.

I smarta nät kan kunderna bidra till balanseringen av elsystemet, och således minska behoven av reglerbar produktion och nätutbyggnad. Det finns en stor potential för efterfrågeflexibilitet hos både hushållskunder och industri. Men det är viktigt att efterfrågeflexibiliteten kommer in på marknaden på ett kontrollerat sätt för att generera största möjliga samhällsnytta. Felaktigt införd kan efterfrågeflexibilitet snarare stjälpa än hjälpa systemet. En utmaning är att det inte alltid ligger i kundens intresse att agera på ett sätt som bidrar till största samhällsnytta.

Smarta elnäts bidrag till de klimat- och energipolitiska målen

Rådet har i sitt kommittédirektiv uppgiften att bedöma det bidrag som smarta elnät kan ge för att uppfylla enskilda energi- och klimatmål till 2020 och 2030. En övergripande analys har genomförts av NEPP och redovisas i sin helhet i rapport till Samordningsrådet NEPP 2014 ”Bedömning av det bidrag som smarta elnät kan ge för att uppfylla energi- och klimatmål”.

Analysen utgår från de energi- och klimatpolitiska målen för

- reduktion av växthusgasutsläpp till 2020
- ökning av andelen förnybar energi till 2020
- ökad energieffektivisering till 2020
- målet om en fossilbränsleoberoende fordonsflotta till 2030.

Analysen bygger på jämförelser av energisystemets utveckling i ett antal omställningsscenarioer, exempelvis rådets scenario B och D, och ett antal referensscenarier, bl.a. rådets scenario A (och delvis även scenario C). Som komplement har även en s.k. score card-bedömning använts (värdering utifrån en 5-gradig skala). En närmare beskrivning av de metoder som använts för analysen finns i NEPP:s rapport.

Av tidigare redovisning i detta avsnitt framgår att osäkerheten är stor kring hur elmarknaden i Nordeuropa och den svenska omställningen av energisystemet kommer att påverka elmarknaden i Sverige och Norden och därmed behovet av smarta elnät. Den framtida betydelsen av smarta elnät är starkt kopplad till hur specifika energi- och klimatpolitiska mål utformas. För varje mål finns dock ett antal åtgärds-kategorier som kan få olika genomslag, var och en med helt olika beroende av smarta elnät.

Ett exempel är genomslaget för elfordon. Med en massiv satsning på incitament för övergång till elfordon får smarta elnät en större roll än om omställningen i första hand inriktas mot förnybara drivmedel. På samma sätt blir smarta elnät viktigare med en massiv satsning på sol- och vindkraft Europa jämfört med t.ex. ett framtida genomslag för koldioxidlagring (CCS) vid konventionell kraftproduktion.

I analysarbetet har följande vi funnit tre grupper teknik och åtgärder som har speciell betydelse för smarta elnätets bidrag till de klimat- och energipolitiska målen:

- Utbyggnad av vindkraft och solkraft.
- Eldrift inom transportsektorn, i scenarierna är det främst eldriften av personbilar som får genomslag till 2030.
- Eleffektivisering i bostads- och servicesektorn, men även inom industrin i vissa tillämpningar.

Vid stort genomslag för dessa åtgärder så blir även smarta elnätets bidrag till måluppfyllelsen stort. Detta är särskilt tydligt på lite längre sikt, när större volymer kan ha uppnåtts, dvs. 2030 och där-efter.

Osäkerheten kring marknads utveckling i stort och genomslag för olika tekniker är betydande. Metoderna ger därför inga säkra besked men ambitionen med analyserna är att få fram rimliga nivåer för smarta elnätets bidrag till uppfyllelsen av energi- och klimatmål. Men med dessa reservationer finns det god grund för bedömningen att de smarta elnäten kommer att bidra till uppfyllelsen av de svenska energi- och klimatmålen. Smarta elnät kan förväntas få störst betydelse för målet om en ökad andel förnybar energi, där cirka 40 procent av åtgärderna till 2020 i viss eller ganska stor utsträckning⁷¹ kan dra nytta av de smarta elnäten. Motsvarande bedömning för målen om minskade växthusgaser och energieffektivisering är cirka 30 procent. När det gäller målet om en fossiloberoende fordonsflotta styrs resultatet av genomslaget för elfordon. I scenarier med den största andelen elfordon blir resultatet att smarta elnät har viss eller ganska stor betydelse för cirka 30 procent av de åtgärderna till 2030.

Analyserna indikerar också att de smarta elnäten kan bidra mer till måluppfyllelse av eventuella framtida mål, för exempelvis 2030. Detta är tydligast för förnybar energi, men kan även förväntas gälla för växthusgasreduktion och ökad energieffektivisering.

⁷¹ För en närmare beskrivning av hur ”viss betydelse” respektive ”ganska stor betydelse” definierats i analysen hänvisas till rapport till samordningsrådet, NEPP, december 2013, Beskrivning av de konkreta utmaningar som det svenska elnätet står inför med anledning av den pågående omställningen av energisystemet december.

Energi- och klimatmålen är alla ”energirelaterade”, men det är uppenbart att de åtgärder som kan nyttiggöra de smarta elnäten har god hjälp av, och även bidrar till, att de smarta elnäten kan hantera de framtida effektproblemen i elsystemet. Det gäller naturligtvis oberoende av om de är en följd av energi- och klimatmål eller om de motiveras av andra orsaker. För bedömningen av storleken på de smarta elnätsens bidrag till energi- och klimatmålen, har därför även denna effektdimension varit starkt bidragande.

5.3.4 Kostnad och nytta med smarta elnät

Smarta elnäts roll i den långsiktiga utvecklingen av energisystemet beror på hur olika smarta elnätslösningar utvecklas, hur robust och kostnadseffektiv tekniken kan förväntas bli etc. En central del av samordningsrådets arbete har därför varit att ta fram en mer komplett bild av vilka tekniker och tillämpningar som utvecklas och öka förståelsen för hur smarta elnätslösningar kan bidra till att hantera framtida utmaningar. Med den breda definition av smarta elnät som samordningsrådet utgått från finns också en rad olika tillämpningar med helt olika förutsättningar och möjligheter.

Samordningsrådets ska enligt direktivet bedöma olika samhälls-ekonomiska kostnader och nyttor som utvecklingen av smarta elnät för med sig på kort och lång sikt. Redovisningen i avsnitten 5.3.1–5.3.3 visar att smarta elnäts framtida roll i elsystemet är förenad med betydande osäkerheter på olika nivåer. Smarta elnäts samhälls-ekonomiska kostnader och nyttor går bara att bedöma utifrån ett visst scenario med vissa antaganden om teknikutveckling, elsystemets sammansättning och energimarknadernas behov, kundernas acceptans för ny teknik etc. Dessutom finns en rad olika vägval som alla kan kategoriseras som smarta elnätslösningar och som kan ge olika kostnader och nyttor i olika situationer.

Internationella analyser

Trots dessa betydande osäkerheter finns dock ett antal studier som försökt kvantifiera den samlade kostnads- och nyttoeffekten vid en fullständig utbyggnad av smarta elnät. Sådana studier har genomförts för hela regioner eller länder där man utgått från ett visst

scenario för utvecklingen av olika smarta elnätsfunktioner. En sådan analys genomfördes av Electric Power Research Institute (EPRI) 2011⁷² och var i sin tur var en uppdatering av en tidigare studie från 2004⁷³. I studien från 2011 utgår man från ett scenario med omfattande introduktion av intermittent elproduktion, elfordon, automatisk styrning hos konsumenter och inom industrin samt utnyttjande av modern lagringsteknik. Analysresultatet som omfattar hela USA pekar på ett förhållande mellan nytta och kostnad på i storleksordningen 2,8–6,0. Såväl kostnader som nyttor uppträder till helt övervägande del i distributionsnätet och i mindre omfattning på transmissions och kundnivå.

En liknande studie har genomförts av Ernst & Young för utvecklingen av smarta elnät Storbritannien⁷⁴. Även i denna studie har man ett mycket brett angreppssätt och utgår från en omfattande förändring och modernisering av hela elnätet. Liksom EPRI kommer man fram till signifikant lägre investeringsnivåer då smarta elnätslösningar utnyttjas jämfört med motsvarande konventionella investeringar. Nyttan blir dock densamma i båda investeringsalternativen.

En studie med ett delvis annorlunda perspektiv har genomförts av Smart Grid Consumer Collaborative 2013⁷⁵. Här har resultat från genomförda projekt sammanställts och nyttan ”per kund” har beräknats utifrån tillgängliga utvärderingsresultat. Cirka 2/3 av projekten avsåg introduktion av smarta mätare. Även denna rapport pekar på ett positivt förhållande mellan nytta och kostnad där de nyttor som lyfts fram är dels minskade kostnader för kunden (effektivare elnät, efterfrågefleksibilitet, lägre driftskostnader genom automatisk mätning, minskade förluster), dels indirekta nyttor som minskad miljöpåverkan och ökad tillförlitlighet. För de projekt som ingått i utvärderingen varierar förhållandet mellan de nyttor och kostnader som identifierats mellan 1,5 och 2,6 (nuvärde).

⁷² EPRI, 2011, Estimating the Costs and Benefits of the Smart Grid – A Preliminary Estimate of the Investment Requirements and the Resultant Benefits of a Fully Functioning Smart Grid, 2011 Technical Report.

⁷³ EPRI, 2004, Power Delivery System of the Future: A Preliminary Estimate of Costs and Benefits.

⁷⁴ Ernst & Young, 2012, Smart Grid: a race worth winning? A report on the economic benefits of smart grid.

⁷⁵ Smart grid Consumer Collaborative, 2013, Smart Grid Economic and Environmental Benefits – a review and Synthesis of Research on Smart Grid Benefits and Costs., USA.

De här refererade studierna kan givetvis inte direkt överföras till svenska förhållanden. Ålderstrukturen för befintliga nät, marknadsförhållanden och elanvändningens struktur är exempel på faktorer som påverkar resultatet av analyserna. Resultatets samstämmighet är dock en tydlig indikation på att potentialen för kostnadseffektiva lösningar är stor vid implementering av smarta elnätslösningar.

Beroende på teknikmognad för de val av tekniska lösningar som görs kan givetvis kostnads- och nyttofördelningen dock se olika ut. Ett förenklat exempel skulle kunna gälla en situation med begränsad överföringskapacitet i ett visst nätområde. I stället för nätutbyggnad skulle då elnätsföretaget kunna hantera kapacitetsbristen genom att satsa på efterfrågefleksibilitet med stöd av smarta elnät och tydliga incitament i nättariffen. Ett annat alternativ skulle kunna vara att man investerar i lagring och smart elnätsteknik. Utfallet av kostnad och nytta skiljer sig givetvis mellan dessa två alternativ.

Att fördela värdet av kostnader och nyttor för smarta elnät totalt sett är således knappast möjligt. Men vi kan redovisa vilka smarta elnätslösningar som kan vara samhällsekonomiskt motiverade i olika marknadssituationer och hur den ungefärliga kostnads- och nyttofördelningen kan se ut i dessa fall.

Nyttan av smart elnät i befintlig elnätsverksamhet

Inom ramen för samarbetet med NEPP har en kartläggning⁷⁶ genomförts av aktuella smarta elnätsteknologier som kan användas av elnätsföretagen vid övervakning och drift av elnäten.

De tekniker som analyserat bygger i samtliga fall på tre funktioner som utnyttjas på ett smart sätt; mäta, analyser och styra. Mäta innebär att givare används för att mäta elektriska eller andra storheter, att mätningen sker automatiskt och att mätdata överförs till datorer för bearbetning. Med hjälp av programvara analyseras dessa mätdata varefter beräkningsresultaten används för att skicka styrsignaler till den utrustning som finns i elnätet. Att mäta, analyser och styra är inget nytt men dessa tillämpningar har fram till nu skett lokalt. Den nya informations- och kommunikations-

⁷⁶ Rapport till samordningsrådet, NEPP 2014, Teknik för smarta elnät för själva elnäten – kartläggning och behovsanalys.

tekniken gör det möjligt att mäta på skilda geografiska platser i elnätet och utifrån analysresultaten styra utrustning som kan befinna sig på långt avstånd från mätpunkten. Denna typ av teknik finns redan i stora delar av transmissionsnätet men är mindre vanlig på distributionsnivå.

Smarta elnätslösningar för befintligt elnät skapar möjlighet att öka anslutningen av intermitterent elproduktion utan att elnätet behöver byggas om eller förstärkas. Tekniken kan också bidra till att elnätet kan utnyttjas närmare sina tekniska gränser. Här krävs dock system som kan kontrollera var gränserna ligger i alla drift-situationer och med en mycket hög tillförlitlighet hos de kommunikations- och IT-system som används om en hög tillförlitlighet ska kunna upprätthållas. Kostnaden för nätutbyggnad är normalt mångdubbelt högre än kostnaden för de smarta elnätslösningarna. Att kunna öka kapacitetsutnyttjandet i befintliga nät är, utifrån ett resurs- och miljöperspektiv, fördelaktigt. Att exempelvis förstärka lokalnät genom att bygga nya ledningar kräver nya miljöinträng, något som kan medföra minskade miljövärden och som t.ex. kan påverka fastigheters marknadsvärde negativt. Om man med hjälp av ny teknik kan öka överföringskapacitet i befintliga ledningar med bibehållen tillförlitlighet krävs inga nya miljöinträng, vilket är att föredra.

I den kartläggning som genomförts av NEPP finns ett projekt i Naum i Västergötland där mätning, analys och styrning har skapat möjlighet att överföra större effekter i befintliga ledningar. Ett annat exempel gäller Kårehamn på Öland där mätning och övervakning av ledningstemperaturen har gjort möjligt att installera 48 MW vindkraft även om ledningsnätet bara klarar 30 MW när kylningen är som sämst. I exemplet från Kårehamn har med andra ord den installerade effekten kunnat ökas med 60 procent (exemplet Kårehamn beskrivs närmare i avsnitt 5.4).

Att vissa elnätsföretag trots den positiva kostnads- och nyttoanalysen väljer alternativet nätutbyggnad beror snarast på oklara incitament och eventuellt på tveksamhet kring robusthet och tillförlitlighet hos den nya tekniken. Denna osäkerhet förstärks om resultat från referensanläggningar med liknande förhållanden som den egna anläggningen saknas.

Smarta elnätsteknologier kan också användas för att upprätthålla stabilitet i elnäten. Med kontinuerlig mätning och registrering av

spänning med hjälp av ett större antal elmätare analyseras data och utifrån resultaten styrs transformatorerna så att de hjälper till att hålla spänningen i nätet inom givna gränser.

Ett annat exempel är att smart elnätsteknologi kan användas för att förebygga elavbrott genom underhållsteknik som bygger på mätningar på flera ställen i elnäten och informationstekniska system. När elavbrottet väl uppstått bidrar tekniken för smarta elnät till snabbt återställande och därmed kan avbrottstiderna minska.

Nyttan av smarta elnätslösningar vid förändrade förbrukningsmönster

Smarta elnätsapplikationer kan också användas för att undvika investeringar i elnäten som behövs för att klara en större introduktion av elbilar och distribuerad produktion (vind- samt solkraft). Det finns utmaningar kopplat till såväl distributionsnäten som för stamnätet till följd av denna förändring av kraftsystemet. På distributionsnätets nivå så bedöms primärt ökade lasttoppar från elbilsladdning utgöra en utmaning vintertid då toppbelastningen på nätet ökas. I en studie genomförd av Elforsk⁷⁷ så uppskattades ungefär 30 procent av landets distributionsnät stå inför ett investeringsbehov till följd av detta. Möjligheten att minska detta investeringsbehov har analyserats av NEPP⁷⁸.

I projektet har utmaningarna på distributionsnivå simulerats vid en ökning av antalet elbilar och lokal solelsproduktion, och nyttan som smarta elnät kan bidra med har kvantifierats. De applikationer som analyserats är bl.a. koordinerad laddning av elbilar och efterfrågefleksibilitet från hushållskunder. Med dessa tekniker minskar effektökning till följd av introduktionen av elbilar. I studien uppskattas att en halvering av antal distributionsnät med investeringsbehov kan ske med hjälp av dessa tekniker.

Nyttan som kan genereras kan också betraktas ur ett kundperspektiv. I en Elforsk studie⁷⁹ har den ekonomiska besparingen

⁷⁷ Elforsk, 2014, framtida krav på elnäten, rapport 14:26 2014.

⁷⁸ Rapport till samordningsrådet, NEPP, 2014, Krav på framtidens elnät – smarta elnät,

⁷⁹ Elforsk, 2012, Pilotstudie i Vallentuna, Reflektioner rörande affärsmodeller för förbrukarfleksibilitet och självlärande prognosstyrning för kundanpassad effektreglering, Elforsk rapport 12:48.

från efterfrågeflexibilitet och automatisk styrning simulerats för en villaägare med bergvärmepump för åren 2010 och 2011. Besparingen har i dessa fall beräknats till cirka 2 200–2 600 kronor. Motsvarande värde för villakund med en elpanna uppgår till cirka 2 800–4 000 kronor beroende på respektive års pris- och temperaturdata. Studien konstaterar att en förbättrad reglering av uppvärmningen sänker energiförbrukningen på flera sätt. Med jämnare temperaturreglering kan hushållen välja något lägre inomhustemperatur utan att uppleva komfortproblem, styra bort topplast och sänka inomhustemperaturen då man är borta från hemmet under längre perioder. Sammantaget uppskattar studien att en 10–15 procent energieffektivisering kan nås.

Den nytta som i dessa beräkningsfall uppstår för kunden kan inte entydigt sägas bero på användning av smarta elnät. Exemplet illustrerar alltså även att det på kundsidan knappast går att dra någon tydlig gräns mellan smarta elnät smarta energilösningar, vilket gör en entydig analys av kostnader och nyttor för smarta elnät ännu mer komplicerad.

5.4 Analyser av elmarknadens utveckling och förändringsbehov

5.4.1 Drivkrafter för smarta elnät samt fördelning av kostnad och nytta

Av samordningsrådets direktiv framgår att en viktig övergripande uppgift för rådet är att klargöra de ekonomiska drivkrafterna, incitamentsstrukturerna och nyttofördelningsmekanismerna som har betydelse för utvecklingen av smarta elnät. Smarta elnät är inte ett mål i sig utan utvecklingen måste motiveras av bidrag till målsättningar inom klimat- och energipolitiken och av den nytta som uppnås för elkonsumenterna, näringslivet och samhället i stort. Då elförsörjningen är en grundläggande förutsättning för ett fungerande samhälle är det även viktigt att leveranssäkerheten i ett samhällsperspektiv beaktas.

Rådet har prioriterat arbetet med att klargöra de ekonomiska drivkrafterna och incitamentsstrukturerna och detta har varit ett eget fokusområde. Inom området har vi undersökt frågor om

elmarknadens funktion, aktörerna på elmarknaden och hur spelreglerna på elmarknaden påverkar utvecklingen av smarta elnät.

Analys och slutsatser från detta arbete finns publicerade i en särskild rapport, ”Incitamentsstruktur och kundinflytande på elmarknaden – vilka är aktörernas roller och drivkrafter i utvecklingen med smarta elnät”⁸⁰. En beskrivning av analyserna om drivkrafter för smarta elnät samt fördelning av kostnad och nytta för olika aktörer redovisar vi här. Synergier med andra energislag kan också uppkomma, särskilt i kundledet, med integrerade energibärarkoncept där hela kundens energianvändning och kostnad beaktas. Detta behandlas inte här utan bl.a. i avsnitt 4.2.5.

Användningsfall

Av samordningsrådets direktiv kan man utläsa olika syften med att främja utvecklingen av smarta elnät (se bilaga 1).

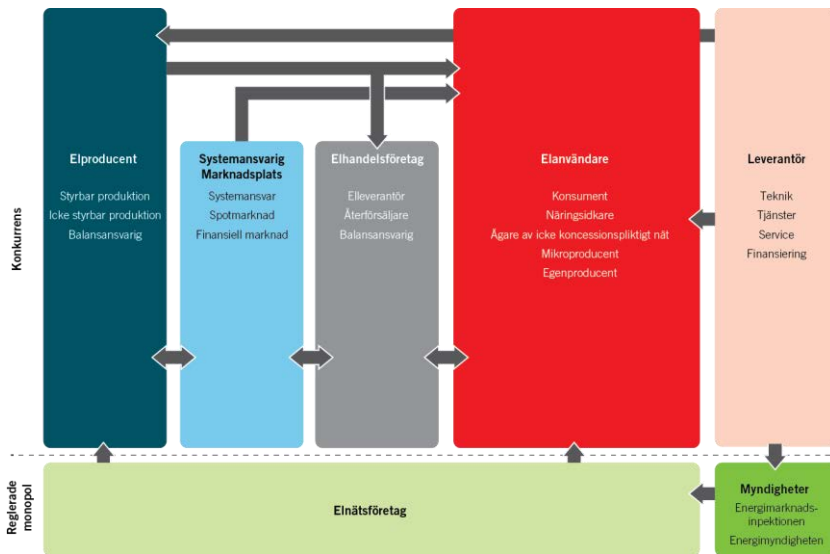
1. Underlätta introduktionen och utnyttjandet av förnybar elproduktion.
2. Skapa förutsättningar för aktivare elkunder.
3. Underlätta energieffektivisering och minska energianvändningen.
4. Bidra till effektreduktion och kapa effekttoppar.
5. Bidra till ökad effektivitet, förbättrad elkvalitet och driftsäkerhet i elnätet.

Utifrån dessa syften har vi i arbetet tagit fram och analyserat ett antal användningsfall för smarta elnätsfunktioner. Med exemplen har påverkan på de olika aktörerna i elmarknaden kunnat analyseras vid en tidpunkt då respektive användningsfall kan ha fått sitt genomslag.

För att underlätta förståelsen av analysen redovisar vi en schematisk bild i figur 5.13 över elmarknaden och dess aktörer.

⁸⁰ Rapport från samordningsrådet, 2014, Incitamentsstruktur och kundinflytande på elmarknaden – vilka är aktörernas roller och drivkrafter i utvecklingen av smarta elnät?

Figur 5.13 Elmarknaden och dess aktörer



En central fråga är hur aktörerna agerar och reagerar i de olika användningsfallen. Ett problem som kan försvåra utvecklingen av olika användningsfall är att de ekonomiska incitamentsstrukturerna kan innebära att kostnaderna för de investeringar som krävs kan behöva finansieras av en aktör medan intäkterna tillfaller en annan.

För användningsfallen analyserar vi därför vem den ekonomiska nyttan tillfaller, vem som betalar och hur incitament kan skapas så det som önskas verkligen sker. Definierar man incitament som en anledning för någon att utföra en viss handling så behöver vi veta den ekonomiska drivkraften som kan få en viss aktör att agera för ett visst användningsfall. För varje användningsfall finns också andra aktörsroller som påverkas indirekt.

Analysen nedan utgår från några av de användningsfall som är centrala i elmarknaden:

- Storskalig introduktion av vindkraft och solcellsel i större anläggningar och bebyggelse.
- Flexibel användning för effektstyrning inom fastigheter, bostäder och industri.

- Energieffektivisering inom fastigheter, bostäder och industri samt introduktion av smarta elmätare och återkoppling av mätvärden.
- Användningsfall inom elnäten för en effektivare nätverksamhet och säkrare elöverföring.

Användningsfallen utgår från tre aktörsrollers initiativ: elproducenten som investerar i förnybar el, elanvändaren som utvecklar en flexibel elanvändning och som energieffektiviserar och elnätsföretaget som investerar, effektiviserar och utvecklar säkerheten i elöverföringen inom sitt elnät. Slutligen diskuterar vi de ekonomiska incitamenten för elhandelsföretaget att erbjuda smarta elnätsfunktioner. Detta är särskilt intressant eftersom elhandelsföretaget förväntas bli elanvändarens huvudsakliga kontakt i elmarknaden enligt de förändringar som är på gång i riktning mot en elhandlarcentrisk modell.

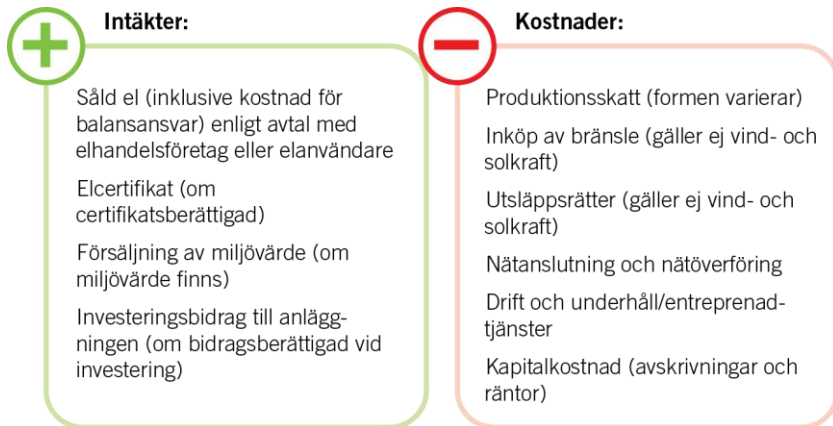
Vindkraft och solcellsel i parker och bebyggelse – elproducenten har initiativet

Följande händelsekedja bygger upp användningsfallet. Elproducenten investerar i vindkraft och/eller solcellsel. Elnätsföretaget (koncessionspliktigt) ansluter vindkraften, ibland genom att bygga ut eller förstärka sin nätkapacitet. Med en ökande mängd intermittent elproduktion behöver den systemansvariga myndigheten utökade reglerresurser i produktion eller användning, eller genom utökat elutbyte mellan elområden och länder via import och export.

Huvudfrågan för användningsfallet är om elproducentens förväntade intäkter kommer att täcka investeringen i vind- och solkraft och bära alla de kostnader som uppstår i de olika leden av elmarknaden. I dag stimulerar stödsystemet elcertifikat denna typ av produktionsinvestering eftersom marknadspriset inte är tillräckligt högt för att detta skall ske i stor skala annars.

En elproducents ekonomiska kalkyl har följande principiella uppbyggnad:

Figur 5.14 Ekonomisk kalkyl för elproducent



Det som kan driva fram en storskalig introduktion av vind- och solkraft är att intäkterna från elproduktionen inklusive elcertifikat och kostnader för balansansvar finansierar den totala kostnaden inklusive avkastning för producenten över anläggningens livstid.

I den totala kostnaden ingår kostnaden för att bygga produktionsanläggningen och driften, dvs. investerat kapital och drift och underhåll samt kostnaden för nätanslutning och nätöverföring.

Andra användningsfall finns beskrivna som handlar om att begränsa kostnaden för nätanslutning och säkerställa en säker nätöverföring när mer förnybar kraft ansluts till elnäten, exempelvis flexibel användning, ellagring och introduktion av flexibla AC-system. I dessa fall blir det betydelsefullt att intäktsregleringen stimulerar elnätsföretagen att tillämpa de mest kostnadseffektiva lösningarna då ny kraft ska anslutas som alternativ till en traditionell och kostsam utbyggnad av elnäten.

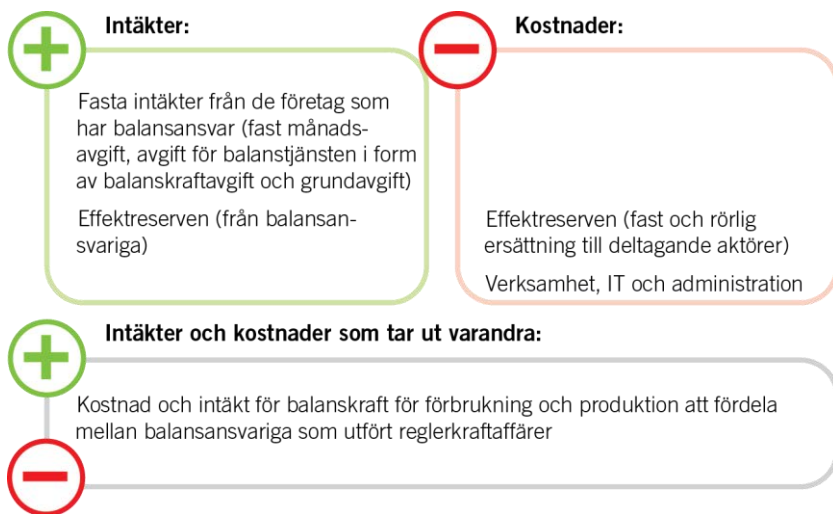
Med mer varierande elproduktion i elsystemet kan kostnaden öka för att hålla systemet i balans, dvs. balansansvarskostnaden (minskar nettointäkten för producenten). Även här finns samma typer av användningsfall, exempelvis flexibel användning och ellagring som kompletterar den traditionella balanskraften och begränsar kostnaderna för balansansvaret i en mer volatil elmarknad.

För att förstå hur balansansvarskostnaden kan utvecklas kan vi analysera hur den systemansvariga kan påverkas. Den system-

ansvariga ska upprätthålla elbalansen i elmarknaden genom att erbjuda reglertjänster och fördela kostnaden för balansregleringen mellan de balansansvariga genom balanstjänsten.

Så här ser den principiella ekonomiska kalkylen ut för den systemansvariga Svenska kraftnät:

Figur 5.15 Ekonomisk kalkyl för Svenska kraftnät som systemansvarig



Om en storskalig introduktion av vind- och solkraft leder till att traditionella kraftverk som används i balanstjänsten konkurreras ut på grund av bristande lönsamhet kan resurserna för balanskraft bli otillräckliga för att hålla systemet i balans. För att säkerställa en tillräcklig mängd balanskraft i marknaden kan den systemansvarige behöva hyra in resurser för balanshållning till en fast kostnad (jfr. effektreserven) vilket kan öka kostnaden för balanshållningen. Detta aktualiserar frågan om behovet av kapacitetsmekanismer i elmarknadens balanstjänst. Syftet med kapacitetsmarknader är att delfinansiera reglerresurser i elproduktion och/eller elanvändning med en fast ersättningskomponent i stället för som i dag med enbart en rörlig energibaserad intäkt.

Resonemanget visar att en storskalig introduktion av vind- och solkraft kan förändra elmarknadens funktion och driva fram en tillämpning av smarta elnätsfunktioner i elmarknaden och elnäten.

Flexibel användning för effektstyrning inom fastigheter, bostäder och industri – elanvändaren har initiativet

Denna händelsekedja bygger upp användningsfallet. Elanvändare investerar i teknik för att flexibelt styra och förskjuta hela eller delar av sin elanvändning till tider när priset är lågt. Detta förutsätter att elnätsföretaget eller elhandelsföretaget har egna skäl att tillämpa en form av prissättning som skapar incitament för elanvändaren att styra om delar av sin användning eller effekt till särskilda tidpunkter. Prissignalerna eller prispåverkan måste också göra det tillräckligt intressant för elanvändaren att anpassa sig till flexibel elanvändning som svar på prissignalerna.

Elnätsföretagets och elhandelsföretagets skäl att tillämpa en form av dynamisk prissättning

Vilka incitament har elhandelsföretagen och elnätsföretagen att införa avtalsformer och tjänster som stimulerar elanvändaren till en tidsflexibel elanvändning?

Elnätsföretagets skäl att erbjuda elanvändarna denna prissättning kan hämtas ur elnätsföretagets principiella ekonomiska kalkyl med utgångspunkt i intäktsregleringen som ser ut på följande sätt:

Figur 5.16 Ekonomisk kalkyl för elnätsföretaget



Med en dynamisk prissättningsmodell för nättjänsten eller genom att införa tjänster för laststyrning ger elnätsföretaget elnätskunden ett tydligt incitament att jämna ut och hålla nere effekten i elnätet (uttag och inmatning). I ett längre tidsperspektiv leder detta till att följande kostnader kan begränsas för elnätsföretaget:

- kostnader för anslutning till överliggande och gränsande nät
- kostnader för inköpt eller egenproducerad energi för att täcka nätförluster
- kapitalkostnaden.

Hinder i nuvarande intäktsreglering

I dagens intäktsreglering behandlas de två första kostnaderna ovan som ”icke påverkbara” och elnätsföretaget tillåts att föra dessa direkt vidare till elnätskunden. Det saknas därför i dag ett tydligt ekonomiskt incitament för elnätsföretaget att minimera dessa kostnader. Förändringar i intäktsregleringen inför kommande reglerperiod utvecklas närmare i avsnitt 4.2.3 nätinvesteringar⁸¹.

En annan fråga i regleringen är fastställandet av kapitalkostnadskomponenten och om det härigenom ges tillräckliga incitament för att stimulera elnätsföretagen att göra kapitaleffektiva investeringar i smarta elnätslösningar (se vidare under rubriken Användningsfall inom elnäten för en effektivare nätverksamhet och säkrare elöverföring samt avsnitt 4.2.3).

Reglermodellen behöver bidra till att stimulera elnätsföretaget att tillämpa den totalt mest kostnadseffektiva metoden för att klara sin uppgift, exempelvis genom elanvändarens medverkan med flexibilitet som ett alternativ till dyra kapitalinvesteringar.

Elhandelsföretaget drivs av att kunna minimera sin ekonomiska risk

Elhandelsföretagets anledning att erbjuda elanvändare en prissättning som stimulerar flexibel elanvändning kan härledas ur elhandelsföretagets principiella ekonomiska kalkyl som ser ut så här:

⁸¹ I enlighet med den nya bestämmelsen 5 kap. 7 a § ellagen (1997:857) har Energimarknadsinspektionen inför kommande reglerperiod (2016–2019) utvecklat intäktsregleringen med incitament som ska stimulera elnätsföretagen till ett effektivt kapacitetsutnyttjande (minska belastningen i gränspunkterna) och en begränsning av elnätsförlusterna genom att tillämpa metoder som begränsar dessa kostnader.

Figur 5.17 Ekonomisk kalkyl för elhandelsföretaget



Elhandelsföretaget för över elmarknadspriset till elanvändaren i paketerad form. I paketet finns bl.a. kostnader för det rena elpriset, balansansvar, prissäkringar och skatter. Elhandelsföretaget kan erbjuda elanvändarna ett rörligt elprisavtal som, trots paketering, avspeglar spotprisets variation på elmarknaden. Om prisvariationen mellan timmarna är tillräckligt stor får elanvändaren incitament att variera sin elanvändning för att minimera elkostnaden.

En övervägande del av elhandelsföretagets ekonomiska risk handlar om avvikelse mellan köpt antal kWh för kommande dygn ner på timnivå och vad elhandelsföretagens kunder i verkligheten använder. Avvikelse i inköpt volym mot verkligt använd volym under drifttimmen kostar pengar i form av balanskraftkostnader, vilka kan adderas till stora belopp. Därtill kommer risker för genomsnittligt högre inköpskostnader förknippade med försäljning av fastprisprodukter med profil- och volymrisker relaterade till den finansiella handeln.

Genom ökad kunskap om elanvändarnas flexibilitet och genom samverkan finns möjligheter för elhandelsföretagen att minska dessa risker. En positiv skillnad mellan elhandelsföretagets beräknade riskkostnad och verkligt utfall kan eventuellt utgöra ett underlag för att dela med kund. För att detta ska ske krävs full information om obalanser i elhandelsföretagets portfölj och att den finns i god tid så att elhandelsföretaget kan agera på kunskapen i samverkan med sina elanvändare.

Effektivare prisbildning på spotmarknaden

Den stora nyttan för elanvändarna skulle emellertid uppkomma om deras möjliga flexibilitet regelmässigt blev inbjuden till spotmarknaden. Då skulle denna resurs nyttiggöras fullt ut vid prisbildningen och bidra till att sänka medelpriset på den volym som elanvändarna, via elhandelsföretagen eller direkt, handlar på spotmarknaden.

En rapport⁸² inom forskningsprogrammet Market Design, Elforsk, har visat att efterfrågefleksibilitet utifrån spotprisets variation och utan koppling till prisbildningen på elbörsen bara kan fungera upp till en viss gräns. Över denna gräns ökar kostnaderna i systemet och resultaten blir de motsatta på grund av att det uppstår nya efterfrågetoppar och prisspikar vid andra tidpunkter. Enligt ovan kan tilläggas att elanvändare som styr sin elanvändning efter spotpriset i efterhand också skapar risk för ökade balanskostnader för elhandelsföretagen.

Efterfrågefleksibiliteten bör alltså på sikt komma in redan vid budgivningen till spotmarknaden. Det finns redan idag incitament hos elhandelsföretagen att utveckla flexibilitetsprodukter och drivkraften för detta är elhandelsföretagens behov av att minska sina ekonomiska risker. Denna utveckling kommer att ske utifrån marknadsbehovet och konkurrenssituationen. För att utnyttja potentialen med elanvändarnas flexibilitet fullt ut vid prisbildningen behövs medverkan och utvecklade produkter även från andra aktörer som t.ex. Nord Pool Spot⁸³ och systemansvarig. Det kan därför finnas anledning att se över mekanismerna för hur efterfrågefleksibilitet bjuds in till marknaden så att rätt incitament kan skapas för elanvändarna och elhandelsföretagen på en framtida elmarknad. Om efterfrågefleksibiliteten sänker elpriset generellt tjänar alla elanvändare på det och då uppstår frågan hur den ekonomiska nyttan ska fördelas mellan aktiva och passiva elanvändare.

⁸² Elforsk, 2013, 13:95 Efterfrågefleksibilitet på en energy only marknad.

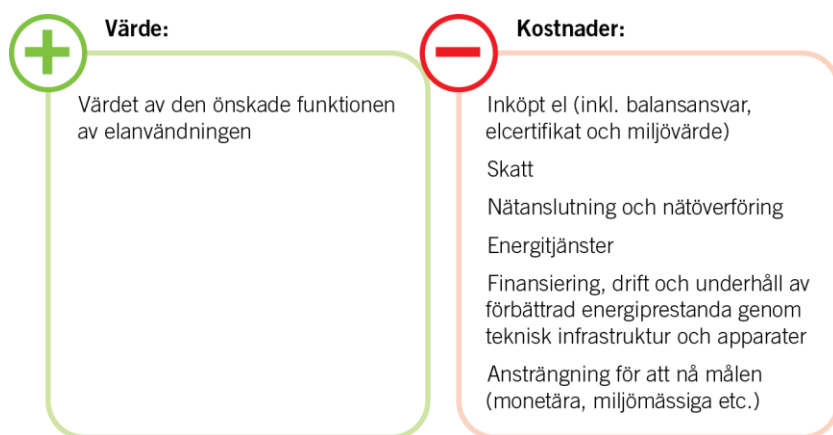
⁸³ Rådet erfar att Nord Pool Spot redan idag arbetar med utveckling av produkter som verkar i denna riktning.

Elanvändarnas incitament för att tillämpa flexibel elanvändning

Den centrala frågan för detta användningsfall är slutligen om den totala nyttan d.v.s. kostnadsreduktionen som uppnås i elsystemet med en tidsflexibel elanvändning räcker för att bära de investerings- och driftkostnader som uppstår hos elanvändaren och övriga aktörer som gör flexibiliteten möjlig.

Kundnyttan vid flexibel elanvändning kan beskrivas med den ekonomiska kalkyl som gäller för en elanvändare:

Figur 5.18 Elanvändarens ekonomiska kalkyl



För att löna sig måste flexibel användning för effektstyrning ge användaren lägre totalkostnad över tiden dvs. kostnaden för inköpt el och kostnaden för nätanslutning och nätöverföring måste reduceras tillräckligt för att kompensera kostnaderna för tekniska anpassningar (exempelvis ellager), egen ansträngning och energitjänster som möjliggör flexibiliteten.

Slutsatsen i ett incitamentsperspektiv är att elanvändaren kan dra fördelar av sin flexibilitet genom att bli belönad för den skapade nyttan för elnätsföretaget, elhandelsföretaget och genom att påverka prisbildningen på spotmarknaden. Det förutsätter att elmarknaden anpassas i viss mån och att intäktsregleringen skapar de rätta incitamenten så att elhandelsföretagen och elnätsföretagen anpassar sin affärsmodell till elanvändaren. Detta användningsfall – introduktion av flexibel användning för effektstyrning inom fastigheter,

bostäder och industri – kan också kopplas till egenproduktion av el. Med hjälp av lagring och ökad flexibilitet kan elanvändaren använda en större del av sin egenproducerade el inom den egna anläggningen och därigenom reducera sitt försörjningsbehov. Då kan ytterligare kostnader sparas inom elnäten och i produktions-systemet. Dessutom är det fördelaktigt för elanvändaren ur skattesynpunkt. Det är också viktigt att beakta att en dynamisk pris-sättning för el och elnät på marknadsmässiga grunder som gynnar aktiva flexibla elanvändare också kan medföra att elanvändare som inte anpassar sig till de nya förutsättningarna missgynnas ekonomiskt.

Energieffektivisering inom fastigheter, bostäder och industri samt introduktion av smarta elmätare och återkoppling av mätvärden – elanvändaren har initiativet

Det här användningsfallet är mycket likt fallet med effektreduktion genom flexibel användning eftersom det är samma typ av utrustning och parter inblandade i incitamentskedjan.

Denna händelsekedja bygger upp användningsfallet. Elanvändare investerar i en teknik och engagerar sig för att på olika sätt kunna minska eller effektivisera sin energi- och elanvändning.

En förutsättning för detta är att elanvändaren kan kartlägga sitt ”energiläckage” genom att ha tillgång till detaljerad mätinformation om sin el- och energianvändning och utifrån det bestämma vilken åtgärd som ska vidtas. Här kommer betydelsen av smarta elmätare och återkoppling av mätinformation in i bilden.

Liksom i fallet med flexibel användning förutsätts elanvändarens kostnader för inköpt el och elöverföring minska i tillräcklig omfattning för att kompensera elanvändarens egna insats för att uppnå detta. Om energieffektiviseringen blir omfattande inom stora användargrupper kommer kundincitamentets storlek att bestämmas av två huvudsakliga kostnadsslag. Förutom lägre rörliga kostnader för inköpt energi kan energieffektiviseringen leda till minskade kapitalkostnader. Detta genom att eventuella investeringar som görs för att uppnå effektiviseringen kan leda till att avsevärt större kapitalkostnader sparas i andra delar av elsystemet inom producentledet och elnäten. Därför är energieffektivisering nära kopplad till resonemanget som förts ovan om flexibel användning.

Ett effektuttag som är lägre (energieffektivisering) och jämnare (flexibel användning) har potential att spara fasta kapitalkostnader i både elproduktionen och elnäten. På lång sikt ger därför kundincitamenten för energieffektivisering och flexibel användning samma typer av kostnadsbesparingar hos elnätsföretagen och i produktionssystemet och bör ses i ett sammanhang.

En annan fördel med att titta på flexibel elanvändning och energieffektivisering gemensamt är att kunden använder samma typ av verktyg i form av mätning och styrutrustning för att åstadkomma båda nyttorna. De båda användningsfallens ekonomiska incitament förstärker därför varandra.

Användningsfall inom elnäten för en effektivare nätverksamhet och säkrare elöverföring – elnätsföretaget har initiativet

Elnätsföretagen kan använda teknik för en effektivare och säkrare nätöverföring. Exempelvis verktyg och tekniska lösningar som ger förbättrad nätövervakning och styrning, ökad automation eller förbättrad överföringskapacitet.

Incitamenten för elnätsföretagen att systematiskt tillämpa en mer sofistikerad teknik med smarta elnätsfunktioner måste finnas i elnätsföretagens intäktsreglering. Huvudfrågan för elnätsföretaget är hur stor del av kostnadsbesparingen de får behålla vid en effektivisering av verksamheten.

Elnätsföretagets ekonomiska kalkyl har redovisats tidigare i detta kapitel och där framgår att företagen redan i dag har incitament för en effektivisering inom den delen av kostnadsmassan som klassas som ”löpande och påverkbar”. Det är kostnader för drift och beredskap, förebyggande underhåll, mätning och rapportering, administration och kundservice samt avbrottsersättningar. Elnätsföretagen får behålla värdet av den effektivisering de kan åstadkomma utöver den som intäktsregleringen föreskriver, åtminstone fram till nästa reglerperiod (fyraårsintervaller).

För närvarande ger inte intäktsregleringen elnätsföretagen några incitament att påverka kostnader för anslutning till överliggande, angränsande nät och nätförluster. Dessa behandlas i dag som opåverkbara och tillåts föras vidare till nätkunden inom intäkts-

regleringens intäktsram. I enlighet med den nya bestämmelsen i ellagen⁸⁴ har Energimarknadsinspektionen inför kommande reglerperiod (2016–2019) utvecklat intäktsregleringen med incitament som ska stimulera elnätsföretagen till ett effektivt kapacitetsutnyttjande (minska belastningen i gränspunkterna) och en begränsning av elnätsförlusterna.

Ett annat problem med elnätsföretagens incitament är de fall då ny smart teknik kan användas som har potential att på ett kostnadseffektivt sätt begränsa investeringsbehovet och effektivisera kapitalbindningen i nätet. Dessa effektiviseringsåtgärder ger en lägre kapitalbas och därigenom en lägre kapitalkostnadskomponent som grund för elnätsföretagets intäktsram.

Detta kan belysas med exempel som E.ON redovisat till rådets arbete. Till följd av att en stor mängd vindkraft anslutits till bolagets elnät på Öland, utnyttjas nätet i dag nära den gräns det är dimensionerat för. Då vindkraftparken Kårehamn, 48 MW, skulle anslutas medgav befintligt elnät egentligen maximalt 20 MW. En uppdimensionering av överföringsledningarna på Öland skulle kosta cirka 60–100 mnkr i investering (exklusive ny kabel till fastlandet).

Som alternativ till nätförstärkningen användes istället en ny smart elnätslösning, *dynamic line rating* (DLR), och en investering på endast fem miljoner. Utan denna lösning hade vindkraftparken inte etablerats på grund av för höga nätkostnader. Med DLR mäts temperaturen på ledningen och överförd effekt, och utifrån detta beräknas kontinuerligt den tillgängliga överföringsförmågan i ledningarna. Är ledningarna nära överbelastning får vindkraftparken signal att styra ner produktionen. Detta visade sig bli en bra lösning för kunden, och en viktig förutsättning för att förverkliga vindkraftparken. Men incitamenten för elnätsföretaget att genomföra denna typ av investering är svaga. Skälet är att vid tillämpning av DLR blir kapitalbasen betydligt lägre än vid mer traditionella nätförstärkningar samtidigt som elnätsförlusterna ökar när nätet utnyttjas närmare sin fysiska begränsning.

⁸⁴ 5 kap. 7 a§ ellagen (1997:857).

Elhandelsföretagets roll i olika användningsfall för smarta elnät

Elhandelsföretaget förväntas bli elanvändarens huvudsakliga kontakt i elmarknaden enligt de förändringar som är på gång i riktning mot en elhandlarcentrisk modell. Det är därför intressant att se om elhandelsföretaget har ekonomiska incitament att erbjuda avtalsformer och tjänster som stimulerar elanvändarna till efterfrågefleksibilitet, egenproduktion och energieffektivisering. Elhandelsföretaget är en mellanhand som köper el, hanterar balansansvaret och förpackar elavtalet i en lämplig form och risknivå för elanvändarnas behov.

Exemplen om incitament för efterfrågefleksibilitet och energieffektivisering har visat att elhandelsföretaget själv inte har ekonomiska incitament att driva fram en utveckling som går i denna riktning såvida inte konkurrenssituationen eller lönsamhetsaspekter driver fram detta. Det är först när elanvändarna efterfrågar detta som elhandelsföretaget får anledning att utveckla och sälja tjänster som stödjer detta för att stärka sin affär.

Energieffektivisering kan också leda till minskad elförsäljning som elhandelsföretaget behöver kompensera med intäkter från tjänsteförsäljning.

För efterfrågefleksibilitet är dagens belöningsmekanismer svaga ur ett elhandelsperspektiv. Elanvändare som styr sin elanvändning på spotpriset i efterhand skapar risk för ökade balanskostnader för elhandelsföretagen. Med en framtida utvecklad marknadsmodell som tar in efterfrågefleksibiliteten i spotmarknaden vid budgivningen kan elhandelsföretaget (balansansvarig) bli en länk mellan elanvändaren och grossistmarknaden.

Men det är i första hand elanvändarna (kollektivt) som kommer att få den ekonomiska nyttan av flexibiliteten genom ett lägre elpris. Värdet av det lägre elpriset som blir resultatet av elanvändarnas flexibilitet måste bli tydligt för att elhandelsföretaget ska kunna prissätta och erhålla intäkter för att förmedla tjänsten. För detta behövs en markandsdesign med utvecklade affärsmodeller. Det är därför sannolikt inte elhandelsföretagen ensamma som initialt driver på denna utveckling utan snarare tjänsteleverantörer i bred bemärkelse, den systemansvarige, elnätsföretagen och elanvändarna som kan härleda en direkt nytta.

För elproducenterna är förhållandet ett annat. Producenten måste tjäna på det som säljs av produktionen och har därmed inte samma nytta av mindre elanvändning och lägre priser.

5.4.2 Affärsmodeller och användarvänliga tjänster

Enligt direktivet ska samordningsrådet analysera vilka nya affärsmodeller och typer av användarvänliga tjänster, produkter och elavtal som behöver utvecklas. Rådet har tolkat uppgiften på så sätt att uppdraget i första hand handlar om förutsättningarna för företagen, dvs. marknadsdesign och regelverk. Förändringar innebär också nya affärsmodeller för de aktörer som berörs av en utvecklad elmarknad. Men utvecklingen av tjänster och produkter drivs främst av kommersiella aktörer för att möta kundernas efterfrågan på lösningar för nya behov.

Även dessa frågor behandlas bl.a. i rapporten ”Incitamentsstruktur och kundinflytande på elmarknaden – vilka är aktörernas roller och drivkrafter i utvecklingen med smarta elnät”⁸⁵. Slutsatserna som kan dras av detta arbete sammanfattas i korthet nedan.

En utvecklad affärsmodell innebär att en aktör ändrar sitt erbjudande i marknaden för att möta nya kundbehov eller utvecklar sin sitt sätt att möta kunden eller prissätta sin tjänst. Även förändringar i en aktörs leveranssystem eller leveransprocess innebär en utvecklad affärsmodell. I denna bemärkelse gör introduktionen av smarta elnät att de flesta aktörer på elmarknaden kan beröras av omfattande affärsmodellutveckling.

- En mer intermittent elproduktion kan behöva en tillämpning av efterfrågeflexibilitet i elmarknaden för att effektivisera elprissbildningen och för att balansera elsystemet. Detta kommer att kräva en utvecklad marknadsdesign med utvecklade affärsmodeller för de inblandade aktörerna. Elhandlarna, elbörsen, systemansvarig och teknik- och tjänsteleverantörer kommer alla att behöva utveckla en kedja av erbjudanden, prismodeller och processer som tillsammans tar fram den

⁸⁵ Rapport från samordningsrådet, 2014, Incitamentsstruktur och kundinflytande på elmarknaden – vilka är aktörernas roller och drivkrafter i utvecklingen av smarta elnät?

önskade nyttan och som fördelar densamma ekonomiskt mellan aktörerna. Även elnätsföretagen som kommer att hantera fler mätvärden och en mer komplex avräkning kommer att påverkas av de nya affärsmodellerna för efterfrågefleksibilitet.

- En strävan från elnätsföretagen att med hjälp av nätkunderna utjämna kapacitetsanvändningen och reducera nätförlusterna kommer också att innebära att elnätsföretagen måste utveckla sin prissättning, sitt erbjudande och sin affärsmodell. Med tidsdynamiska nättariffer, effekttariffer och andra affärsmodeller kan elnätsföretagen belöna kunder som bidrar till att målen uppfylls. Om intäktsregleringen innehåller tydliga incitament för elnätsföretagen att skapa dessa nyttor kommer företagen att fokusera på utvecklingen av sin affärsmodell gentemot nätkunden.
- Även teknik- och tjänsteleverantörer och leverantörer av finansiering som riktar sig till elanvändarna måste utveckla affärsmodeller som bidrar till att kunden kan tjäna på nya erbjudanden från elmarknaden. Vi har berört hur tekniska plattformar för mätning och styrning kan användas för flera nyttor om de bygger på standardiserad teknik och öppna gränssnitt. Detta är något som de nya leverantörerna i elmarknaden måste ta hänsyn till då de utvecklar sina erbjudanden.

Slutsatser

Slutsatsen som kan dras är att tillämpningen av smarta elnät är direkt kopplad till marknadsaktörernas förmåga att kunna utveckla sina affärsmodeller i elmarknaden. Intäktsregleringens incitament och den fundamentala elmarknadsdesignen utgör endast det nödvändiga och viktiga ramverket som ska möjliggöra för marknadsaktörer att på kommersiell väg utveckla nya erbjudanden inklusive prissättning och leveransprocesser som attraherar kunderna att tillämpa de olika användningsfallen för smarta elnät. Detta gör att utvecklingen av smarta elnät i stor utsträckning är en fråga för marknaden själv att utveckla och att takten bestäms av hur fort nya behov uppkommer och lösningar faller på plats som kunderna uppskattar och köper.

5.4.3 Förutsättningar för efterfrågeflexibilitet

Enligt direktivet ska samordningsrådet analysera förutsättningar och drivkrafter för olika typer av elkunder att justera förbrukningsmönster och minska sin elförbrukning i dag och i framtiden. Rådet anser att efterfrågeflexibilitet kommer att vara en viktig resurs i det framtida elsystemet både för balansering av elsystemet och för elnätet lokalt. Rådet har behandlat frågan om efterfrågeflexibilitet i handlingsplanen. Mest centralt är avsnitt 4.2.1 Spelregler på elmarknaden – marknadsdesign. I denna rekommendation förordar rådet en utveckling av den nuvarande övergripande marknadslösningen och regelverket för elmarknaden i syfte att underlätta systembalansering och lösa nätkapacitetsproblem med stöd av elanvändarnas och elproducenternas bidrag till ökad flexibilitet i elsystemet. Men även förutsättningarna för elanvändarna att kunna bli mer flexibla i sin elanvändning genom tillgång till adekvat information som mätdata med hög upplösning avsnitt 4.3.4 samt pris och kostnadsrelaterad information avsnitt 4.3.5 knyter an till detta.

En bedömning av efterfrågeflexibiliteten, möjligheter och modeller för den har analyserats i två rapporter på uppdrag av samordningsrådet.^{86 87}

I litteraturstudien ”Människan i det smarta elnätet” genomförd av Interactive Institute Swedish ICT 2014, på uppdrag av samordningsrådet, behandlas erfarenheter och kunskap med inriktning på beteendefrågor bl.a. kopplat till efterfrågeflexibilitet.

Vi redogör här kortfattat för resultatet från dessa arbeten. Det finns också flera andra studier på området som har varit underlag för rådets bedömningar och rekommendationer på detta område.

⁸⁶ Rapport till samordningsrådet, NEPP, 2014, Förutsättningar och drivkrafter för olika typer av elkunder att justera förbrukningsmönster och minska sin elförbrukning i dag och i framtiden.

⁸⁷ Rapport till samordningsrådet, NEPP, 2014, Analysera effekterna av förändringar i regelverk, rollfördelning och marknadsmodeller som kan bidra till att utnyttja möjligheterna till efterfrågeflexibilitet bättre.

Möjligheter ur ett kundperspektiv

Ur ett kundperspektiv handlar nytta och möjligheter relaterade till smarta elnät i första hand om att kunden kan få ett ökat inflytande över den egna elanvändningen genom bl.a. lättillgänglig information och kunskap och fler valmöjligheter utifrån sina egna behov. Detta kan ske genom att:

- förutsättningar skapas för fler valmöjligheter och konkreta kunderbudanden på marknaden
- förutsättningar skapas för mer flexibla nättariffer⁸⁸
- energieffektivisering och minskad energianvändning underlättas
- effektivare användning av egenproducerad el underlättas.

Med smarta elnät och smarta mätfunktioner kan kundernas val i större utsträckning styras av de faktiska kostnaderna för elproduktion och distribution. De varierar över tiden men de flesta kunder har hittills inte påverkats av det och inte behövt ta ställning till vad elen är värd i olika situationer. Kunden skulle kunna välja att både konsumera och producera el eller utnyttja lagring när det passar bäst. Genom att det kan vara intressant för vissa kunder att minska sin elanvändning under topplast blir prisspikar mindre branta vilket gynnar hela kundkollektivet. En reduktion på 3–5 procent i efterfrågan under en timmes pristopp kan reducera energikostnaderna för den timmen med 20–50 procent. En mer priskänslig efterfrågesida bidrar också till att minska möjligheterna att utöva marknadsmakt särskilt vid topplastsituationer.

Förutsättningar och drivkrafter för olika typer av elkunder att justera förbrukningsmönster och minska sin elförbrukning

I NEPP:s rapport ”Förutsättningar och drivkrafter för olika typer av elkunder att justera förbrukningsmönster och minska sin elförbrukning i dag och i framtiden” analyseras bl.a. dessa frågor:

⁸⁸ I rapporten till samordningsrådet, Interactive Institute Swedish ICT, Katzeff, C. och Ramström, E., 2014, Människan i det smarta elnät framgår att det än så länge har gjorts få analyser av konsumenters preferenser beträffande dynamiska tariffer.

- Hur stor är den tekniska och ekonomiska potentialen för efterfrågefleksibilitet?
- Vilka förutsättningar finns för att potentialen ska kunna utnyttjas (drivkrafter, hinder och lösningar)?
- Vilken roll kan efterfrågefleksibilitet spela på den framtida elmarknaden i konkurrens med andra resurser?

Drivkrafter för efterfrågefleksibilitet

Både hushållskunder och industrikunder har sett positivt på en framtida möjlighet att styra effekten under någon eller några timmar vid tillfälligt höga spotpriser.⁸⁹ Drivkrafter för hushållskunder och industrikunder skiljer sig åt, liksom hinder och möjliga lösningar. Kostnaderna förknippade med efterfrågefleksibilitet är relativt låga för hushållskunder. För industrikunder är den alternativa kostnaden en central del i resonemanget och den kan skilja sig mycket mellan industrier, konjunkturer och produktionslägen.

Av det arbete som rådet genomfört⁹⁰ framgår att kategorin privatpersoner har mycket snarlika behov för sin elanvändning, det är elkonsumenter i lägenheter, i flerbostadshus samt villor med och utan elvärme. Den väsentliga skillnaden i användningen är uppvärmningsformen. I övrigt har de likartade behov för att bo och leva, sköta driften i sina fastigheter och att transportera sig. Vi antar också att alla konsumenter oavsett boende- och uppvärmningsform kan vilja investera i och tillgodoräkna sig egenproducerad el i en framtid.

Även inom kategorin kommersiella elkunder finns likartade behov mellan segmenten. I denna kategori finns segmenten fastigheter och lokaler med och utan elvärme, serviceverksamheter, lätt och tung industri. Gemensamt för dessa segment är att de alla behöver tillgång till el för sin verksamhet och drift och de använder sig av person och godstransporter. Skillnader finns även här i

⁸⁹ Slutrapport till samordningsrådet, NEPP, 2013, Förutsättningar och drivkrafter för olika typer av elkunder att justera förbrukningsmönster och minska sin elförbrukning i dag och i framtiden.

⁹⁰ Rapport från samordningsrådet, 2014, Incitamentsstruktur och kundinflytande på elmarknaden – vilka är aktörernas roller och drivkrafter i utvecklingen av smarta elnät?

formen för uppvärmning, men också de specifika industriprocesser som präglar olika typer av tyngre industrier.

En annan generell och väsentlig skillnad i ekonomisk påverkan som gäller för elanvändare i samtliga kundsegment är att vissa äger och investerar i egna anläggningar, t.ex. fastighetsägare och industrikunder, och andra inte. De som investerar själva måste ta hänsyn till teknikval (isolering, maskiner, styrutrustning, mm), finansiering och drift- och underhåll vilket kräver ett betydligt större engagemang från användaren. De som inte äger sin anläggning, t.ex. en hyresgäst, kan i stället hyra eller köpa paketerade tjänster som inte kräver stora investeringar och någon särskild finansiering. Denna skillnad är central i exempelvis användningsfallet energieffektivisering inom fastigheter, bostäder och industri.

Slutsatsen man kan dra är att det vid tillämpning av smarta elnåtsfunktioner som t.ex. efterfrågefleksibilitet, förefaller rimligt att skilja på privatpersoner och kommersiella elkunder och att ha specifik kontroll på vilka som är elvärmekunder (styrbara laster). Det är också viktigt att förstå större kommersiella elanvändare med speciella energikrävande industriprocesser i sin elanvändning. En annan aspekt är ägande och upplåtelseform samt ansvar för investeringar i den egna anläggningen där det också kan behövas olika grader av engagemang och kunskap. Det är viktigt att betona att kunderna också kan ha andra drivkrafter än rent ekonomiska för att aktivera sig på elmarknaden. Exempelvis miljöintresse, samhällsansvar och önskan om oberoende. Här är attityder och normer av betydelse. Avgörande för de allra flesta kunder är också kravet på enkelhet.

Olika kundsegment kommer på grund av dessa skillnader ha mer eller mindre nytta, dvs. ha mer eller mindre starka incitament, av smarta elnåtsfunktioner. Det är viktigt för aktörerna i en framtida el- och tjänstemarknad att förstå och anpassa sig till det. Kommersiella elkunder i allmänhet kommer sannolikt att ha större ekonomisk förmåga och kunskapsnivå och tillgång till en mer avancerad teknik- och tjänstemarknad.

Utöver elanvändarnas drivkrafter, är det viktigt att det finns drivkrafter för de olika marknadsaktörerna, se avsnitt 5.4.1 om fördelning av kostnad och nytta. Rollerna för kunder, elhandelsföretag och balansansvariga, elnätsföretag och systemoperatören

skiljer sig i hög grad, men de kan alla påverka förekomsten av efterfrågefleksibilitet.

Potential för efterfrågefleksibilitet genom laststyrning

NEPP har studerat möjligheterna till efterfrågefleksibilitet för hushållskunder, fastighetskunder och industrikunder. Potentialen för efterfrågefleksibilitet är stor men beror på många variabler som t.ex. temperatur- och elprisvariation, produktionsprocessen och konjunkturläget m.m. Arbetet belyser inom vilka kundkategorier den stora potentialen för efterfrågefleksibilitet finns.

Bland hushållskunder är småhus med elvärme av central betydelse för efterfrågefleksibilitet, eftersom värmelasten är möjlig att kortsiktigt variera utan komfortpåverkan. Bland industrin är elintensiva företag de som kan anpassa sin last mest.

Den tekniska potentialen bland hushåll uppskattas av NEPP till minst 1 500 MW, vilket ungefär motsvarar en genomsnittlig effektminskning på 3 kW i Sveriges samtliga eluppvärmda villor. Potentialen bland större fastigheter som köpcentrum, kontor, skolor och industrilokaler är cirka 200 MW och potentialen bland svenska industriföretag uppskattas till närmare 2 000 MW. Det är inte en uthållig effektreduktion, utan en neddragning av effekten under 1–3 timmar. Produktionsreserver för mer långsiktiga produktionsbortfall kommer fortfarande att behövas. Därmed är inte efterfrågefleksibilitet genom laststyrning en heltäckande lösning.

Synergieffekter genom ökad energieffektivisering

Vid lyckad introduktion av kundanpassad infrastruktur för efterfrågefleksibilitet kan ytterligare nyttor realiseras, t.ex. energieffektivisering genom automatiserad styrning och inlärning via återkoppling av information samt övervakning av drift som resulterar i en mer anpassad elanvändning.

Det kommersiella värdet i moderna styrsystem ligger inte främst i möjligheten att flytta laster utan i stället i möjligheten att spara el och i den trygghet det innebär att ditt energisystem övervakas och eventuella fel snabbt kan upptäckas.

En förbättrad reglering av uppvärmningen sänker energianvändningen på flera sätt. Sammantaget uppskattas energieffektiviseringen från denna typ av system till cirka 10–15 procent.

När styrningen är automatiserad kan optimeringen anpassas till mycket små prisskillnader. Dessutom kan anläggningen t.ex. programmeras så att den styr hårdare (med komfortpåverkan) när prisskillnaderna är större. Tidsberoende nättariffer stärker väsentligt den ekonomiska nyttan med laststyrning.

En viktig förutsättning för efterfrågefleksibilitet är bl.a. en infrastruktur som möjliggör mätning och avräkning med tillräcklig tidsupplösning. För en kund som avräknas och debiteras efter en standardprofil finns inte något ekonomiskt incitament att flytta förbrukning vid belastningstoppar.

Marknaden behöver också utformas så att det blir möjligt att få med efterfrågefleksibilitet i prisbildningen/optimeringen. På dagens marknad kommer efterfrågefleksibiliteten in efter att spotpriserna är satta dagen före driftstimmen. På så sätt ökar riskerna för ökade kostnader för de balansansvariga och för systemoperatören, vilket i sin tur kan undergräva incitamenten för elhandelsföretagen att erbjuda denna typ av tjänst.

Förändringar för ökad efterfrågefleksibilitet

I NEPP:s rapport ”Förändringar i regelverk, rollfördelning och marknadsmodeller som kan bidra till ökad efterfrågefleksibilitet” har utgångspunkten varit efterfrågefleksibiliteten hos eluppvärmda småhus samt småhus med egenproduktion av solel med möjlighet till lagring. Man valde dem för att de har stor möjlighet att påverka elsystemet framöver. Efterfrågefleksibilitet kan göra nytta både för elsystemet i sin helhet och för elnätet lokalt. I de flesta fall sammanfaller dessa nyttor.

Med dagens relativt stabila priser är incitamenten små för en småhusägare att anpassa sin elanvändning till variationer i elpriset.

I dag erbjuder flera elnättsföretag tidsdifferentierade nättariffer som gör det lönsamt att flytta last från höglastperioder till låglastperioder. Förutom att dessa i dag ger starkare ekonomiska incitament än vad variationerna i elpriset ger är de dessutom mer förutsägbara. Inför man tidsdifferentierade nättariffer i större skala

redan nu ger det en förutsägbarhet som underlättar för konsumenter att investera i styrutrustning. Samtidigt öppnar man för en marknad för energitjänsteföretag. Det finns sedan inget som hindrar att aktörer börjar styra efter elpriserna också när och om de blir mer volatila och modellen utvecklats så att flexibiliteten når elmarknaden.

En ökad efterfrågeflexibilitet kommer också enligt flera studier⁹¹ ⁹²att leda till en ökad energieffektivisering på 10–15 procent.

För att öka incitamenten för elnätsföretaget att differentiera sina tariffer bör regleringen ändras så att det finns incitament att minska förlusterna samt kostnaderna mot överliggande nät. Den kan också ge incitament så att investeringar i kapacitetshöjande åtgärder undviks till förmån för efterfrågeflexibilitet och/eller alternativa kostnadseffektiva lösningar.

Som tidigare nämnts har Energimarknadsinspektionen inför kommande reglerperiod (2016–2019) utvecklat intäktsregleringen med incitament som ska stimulera elnätsföretagen till ett effektivt kapacitetsutnyttjande (minska belastningen i gränspunkterna) och en begränsning av elnätsförlusterna⁹³.

Slutsatser gällande bättre förutsättningar för ökad efterfrågeflexibilitet

Slutsatser som kan dras ur dessa rapporter är att efterfrågeflexibilitet har en stor potential att bidra till en effektivare prisbildning och balansering av elmarknaden när dessa behov blir starkare. En utgångspunkt för rådet är att kunder med stora reglermöjligheter (elanvändare med stora effektuttag) kan initialt motiveras för att göra nytta i systemet dvs. komma med i prisbildningen på Nord Pool Spot och i balansmarknaden. Kunder med små reglermöjligheter (elanvändare med små effektuttag) kan initialt motiveras för att öka effektiviteten i lokalnätet. Om mindre elkunder med flexibla resurser, som elvärmekunder, styrs av tidsdifferentierade

⁹¹ Bartusch, C. and Alvehag, K., 2014, Further exploring the potential of residential demand response programs in electricity distribution, Applied Energy, Volume 125, 15 July 2014, Pages 39–59.

⁹² Elforsk, 2012, 12:48 Pilotstudie i Vallentuna – Reflexioner rörande affärsmodeller för efterfrågeflexibilitet och självlärande prognosstyrning för kundanpassad effektregering.

⁹³ Detta i enlighet med den nya bestämmelsen 5 kap. 7 a § ellagen (1997:857).

transparenta nättariffer kan detta ge en förutsägbar kundnytta. Med tillräcklig belöningsnivå kan detta bli ett sätt att få igång dessa grupper att investera i tjänster för automatiserad efterfrågefleksibilitet för ökad nätnytta.

När behovet av flexibilitet i systemet blir så starkt att det motiverar utvecklingen av marknadslösning och affärsmodeller kan även mindre elanvändare motiveras att bidra med flexibilitet för systemnytta. Det här hindrar inte att mindre elanvändare som så önskar kan agera tidigare och styra sin elanvändning efter elpriserna.

Sammanfattande slutsatser avsnitt 5.4.1–5.4.3

Analysen har hjälpt till att identifiera vissa nyckelfrågor kopplade till utvecklingen av olika användningsfall och hur aktörerna i elmarknaden kan komma att påverkas av dessa i ett framtida läge. Vi kan övergripande sammanfatta slutsatserna i sju punkter:

1. Det är i hög grad samhällets energiomställning och teknik- och tjänsteutvecklingen som driver fram användningsfallen för smarta elnät. Elanvändarna kommer så småningom att få inflytande genom sitt gensvar på nya produkter och tjänster som erbjuds på elmarknaden.
2. En storskalig introduktion av förnybar elproduktion är en stor omställning för hela elmarknaden och driver fram behovet av en utvecklad elmarknadsdesign och en reglering med förstärkta incitament.
3. Elnätsföretagen kommer att få ett utökat ansvar att transportera el och tillhandahålla detaljerad mätinformation och påverkas ekonomiskt på nya sätt. Även detta behöver beaktas i en utvecklad reglering.
4. Efterfrågedynamiken med elpriset som styrsignal är en mycket komplex funktion som påverkar hela elmarknaden. Här krävs en utvecklad elmarknadsdesign och nya produkter på Nord Pool Spot som kan föra in flexibiliteten redan i prisbildningen. Dessutom behövs utvecklade processer och affärsmodeller i slutkundsmarknaden som fördelar ansvar och den ekonomiska

nyttan mellan inblandade parter, inte minst till elanvändarna som bidrar med flexibilitet.

5. Efterfrågedynamiken med nätpriset som styrsignal är mer en lokal angelägenhet utifrån kapacitetssituationen i elnätet. Det handlar om att hantera kapaciteten i ett elnät för att öka nätets kapacitetsutnyttjande och reducera nätförlusterna. En utvecklad intäktsreglering med förstärkta incitament för elnätsföretagen kan driva på denna utveckling.
6. Elanvändarens kontaktyta med el- och energimarknaden kan bli komplicerad. Eftersom den framtida elmarknaden potentiellt kommer att erbjuda elanvändarna möjligheter för löpande aktivitet och engagemang och med nya affärsmodeller måste kontakten med marknaden vara smidig för dem. Det finns därför behov av att se över slutkundsmarknadens organisering och kundens kontaktytor med elmarknaden så att de utvecklas med ett starkt kundfokus.
7. Vid investering i ny teknik, infrastruktur och tjänster kommer integration av olika nyttor att bli intressant för elanvändarna. Detta gäller särskilt för efterfrågefleksibilitet och energieffektivisering men även andra funktioner utanför elmarknaden kan erbjudas kunderna med samma tekniska plattform. Ett helhetsperspektiv på utvecklingen med standards och interoperabilitet behövs därför och teknik och tjänster som leverantörerna utvecklar måste kunna fungera ihop.

5.4.4 Förändringar i det nationella regelverket

Samordningsrådet ska enligt direktivet redovisa eventuellt behov av förändringar i det nationella regelverket, framför allt i elmarknads- lagstiftningen, för att Sverige ska kunna dra nytta av utvecklingen av smarta elnät. Av rådets arbete framgår att förändringar i marknadsdesign och regelverk på elmarknaden är centrala för att påverka utvecklingen av smarta elnät och utvecklingens möjligheter att bidra till kundinflytande, hållbar utveckling och försörjningstrygghet. Ett antal rekommendationer i rådets handlingsplan pekar på att det kan finnas behov av förändringar i elmarknadslagstiftningen, men också uppföljning (intäktsregleringen) och fortsatt analys

(marknadsdesignen) innan konkreta förändringsförslag kan lämnas bl.a. med hänsyn till frågornas komplexitet.

Rådets arbete har utmynnat i följande rekommendationer som behandlar regelverksförändringar m.m. Det gäller dels konkreta förändringar i regelverket på elmarknaden, men också utveckling av marknadens design och åtgärder som kan behövas för att tillvarata konsumentintressena. En fullständig beskrivning av rekommendationerna finns i kapitel 4.

- Marknadsdesign (avsnitt 4.2.1)
- Energilagring (avsnitt 4.2.2)
- Nätinvesteringar (avsnitt 4.2.3)
- Säkerhet (avsnitt 4.2.4)
- Energieffektivisering (avsnitt 4.2.7)
- Systemansvar (avsnitt 4.2.8)
- Systemeffekter (4.2.9)
- Värna kunderna (avsnitt 4.3.1)
- Värna kundernas integritet (avsnitt 4.3.2)
- Mätdata (avsnitt 4.3.4)
- Information (avsnitt 4.3.5)
- Funktionskrav (rekommendation 4.3.6)
- Standardisering och interoperabilitet (avsnitt 4.4.6)

5.5 Övriga behov av insatser för att främja smarta elnät

5.5.1 Kunskapsförsörjning och tematisk plan för forskning inom smarta elnät

Samordningsrådet ska analysera och bedöma behovet av forskning, utveckling och demonstration inom området smarta elnät. Utöver det ska vi utreda behov av ytterligare åtgärder för att säkerställa en god kunskapsnivå och en tillfredsställande kompetensförsörjning

för de nya arbetstillfällena som kan förväntas skapas. Samordningsrådet har genomfört ett antal kartläggningar och undersökningar som relaterar till kunskapsförsörjning, forskning och teknikutveckling inom smarta elnät.^{94 95 96 97 98}

Arbetet inom referensgruppen forskning, teknikutveckling och kompetensförsörjning har bl.a. resulterat i en tematisk plan för forskning inom smarta elnät som vi redovisar här.

Arbetsgång för framtagandet av den tematiska forskningsplanen

Den tematiska forskningsplanen baseras på arbetet i referensgruppen för Forskning, teknikutveckling och kunskapsförsörjning som identifierade olika utvecklingsområden som bedömdes ha stor vikt för utvecklingen av smarta elnät⁹⁹. Dessa utvecklingsområden inkluderar även forskning inom informations- och kommunikationsteknik samt informationsteknisk säkerhet och beteendeforskning.

Det är viktigt att betona att forskningsplanen avser just forskning, och inte teknikutveckling, innovation eller utbildning. Samhällsutvecklingen inom olika teknikområden beror på alla dessa aspekter, och relationen dem emellan är inte alltid linjär. Det vill säga att satsningar på forskning inte alltid leder till innovationer, utan att det också kan vara så att teknikutveckling leder till nya produkter och fenomen i samhället som i sin tur väcker forskningsfrågor. Speciellt inom området smarta elnät med mycket tillämpning av teknik från närliggande områden inom elsystemet kan utbildningsinsatser ha minst lika stor betydelse som satsningar på forskning för att påverka samhällsutvecklingen.

De satsningar på forskning som vi föreslår i denna forskningsplan ska därför ses i ljuset av att dessa inte ensamma kommer att leda till den önskade utvecklingen inom smarta elnät. Endast i

⁹⁴ Rapport till samordningsrådet, Ramböll, 2013, Smart Grid forskningsprojekt i Sverige.

⁹⁵ Rapport till samordningsrådet, Ramböll, 2014, Kompetensförsörjning inom smarta elnät.

⁹⁶ Rapport till samordningsrådet: STRI 2013, Utmaningar för det smarta elnätet.

⁹⁷ Rapport till samordningsrådet, KTH 2014, Analys av smarta elnätsteknologier inom kategorin elnätslösningar.

⁹⁸ Rapport till samordningsrådet, NEPP, 2014, Teknik för smarta elnät för själva elnäten – Kartläggning och behovsanalys.

⁹⁹ Fördjupad konsekvensanalys av Samordningsrådets scenarier- referensgrupp 3 forskning, kunskapsförsörjning och teknikutveckling” Version 2013-12-16.

samverkan med utbildningsinsatser och satsningar på demonstration och innovation kan utvecklingen påverkas i önskad riktning. Forskningsplanen ska alltså ses i jämförelse med t.ex. Vetenskapsrådets ämnesöversikt för elteknik¹⁰⁰ eller USA:s National Science Foundations forskningsplaner för Energy Power Control and Networks¹⁰¹.

Det är dessutom av största betydelse att i värderingen av olika forskningsområden skilja mellan den forskning som är direkt relevant för det svenska elsystemet, och det som är relevant för det globala elsystemet, och därigenom den svenska exportindustrin.

Vi beskriver här inledningsvis några av de faktorer i omvärlden som påverkat utformningen av denna tematiska forskningsplan, och de satsningar som vi föreslår.

Samhällsutveckling

Under 2008 blev *smart grids* ett modeord. Flera forskningsprojekt startades och demonstrationsanläggningar började byggas för att utforska nya möjligheter till effektivare energisystem, lägre priser och aktivare konsumenter. Inom vissa områden har lyckade resultat uppnåtts medan andra inte levt upp till förväntningarna. I samordningsrådets delrapport om Samhällsutvecklingens påverkan på införandet av smarta elnät¹⁰² konstateras att mängden intermittent produktion är av avgörande betydelse för införandet av smarta elnät i stort.

Utbyggnaden av förnybar elproduktion i det svenska kraftsystemet går i vissa avseenden långsammare än tidigare förutspått. Utanför Sveriges gränser finns däremot exempel på att ökningen varit större än väntat. I södra Tyskland har t.ex. utbyggnaden av solcellsanläggningar lett till att den lokala produktionen under perioder överstiger den lokala förbrukningen. Ett annat område som tagit längre tid på sig än förväntat är införandet av elfordon

¹⁰⁰ Vetenskapsrådets ämnesöversikt Naturvetenskap & Teknik, <http://www.vr.se/download/18.65001ace131e9a45eea8000302/1340207542675/NT-amnesoversikt.pdf> [2014-11-20]

¹⁰¹ National Science Foundation, 2014, NSF program on Energy Power Control & Networks, Tillgänglig via: http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=13380 [2014-11-20]

¹⁰² Samordningsrådets rapport, NEPP, 2014, Analys av vad i Samhällsutvecklingen som driver utvecklingen av smarta nät.

som fortfarande inte lett till stora mängder rena elbilar eller hybridfordon, även om tillväxten ökar konstant. På global nivå har introduktionen av nya energikällor, t.ex. skiffergas, lett till en förändring i energipriserna som tillsammans med den ekonomiska nedgången förändrat det ekonomiska klimatet för investeringar i elsystemet. Energieffektivitet fortsätter att ha hög prioritet, och flera direktiv har utfärdats i Europa för detta ändamål.

Samtidigt sker mycket stora investeringar i elsystemen utanför Sverige och Europa. I Kalifornien utnyttjas till exempel 250 MW i förbrukarledet för hantering av belastningstoppar genom efterfrågeflexibilitet, och arbete pågår för att utöka styrningen till andra situationer. I Kina kommer planerade satsningar på vindenergi leda till omfattande nybyggnad och utbyggnad av stamnäten med både lik- och växelströmsteknik.

Teknisk utveckling sedan 2008

Sedan 2008 kan man se att den tekniska utvecklingen inom några områden mognat, t.ex. smarta elmätare och höghastighetsensorer som mäter de elektriska vågorna i elnätet, med hjälp av en gemensam tidpunkt för synkronisering (fasvinkelmätutrustning), och dessa tekniker införs nu ut på bred front. Tillgång till mätning från stora delar av elsystemet tillsammans med billiga beräkningsresurser förbättrar radikalt möjligheterna att styra på flera nivåer i kraftsystemet. Kommunikationsmöjligheten har ökat kontinuerligt även på avlägsna platser vilket möjliggjort avancerad kontroll och styrning för olika tillämpningar i näten. Men det tar tid att införa dessa avancerade tekniker eftersom elnätsföretagen prioriterar tillförlitlighet och stabilitet. Många företag kan också ha svårigheter att finansiera utvecklingsarbete inom ramen för gällande reglering.

Det finns positiva exempel där elnätsföretag installerat avancerade system för att förbättra kvaliteten och korta avbrottstider. Ett exempel på detta är installation av detaljerad mätning och feldetektering i lågspänningsnät på Gotland. Mer information om dessa och andra satsningar finns i rådets rapport om teknik för de smarta näten¹⁰³. Ännu ett teknikområde som växt mycket sedan

¹⁰³ Rapport till samordningsrådet, NEPP, 2014 Teknik för smarta elnät för själva elnäten-Kartläggning och behovsanalys.

2008 är algoritmer och system för analys av stora datamängder (big data). Detta område har betydelse för att utvärdera den data som sensorer, t.ex. elmätare och fasvinkelmätare, genererar. Här har tekniken ännu inte mognat, och mycket återstår att göra.

Totalt sett har området smarta elnät mognat och tidigare visionära synsätt har delvis infogats i konkret utveckling, medan andra förpassats till väntrummen igen. Utvecklingen har också blivit tydlig genom de konkretiseringar som återfinns i ENTSO-E:s utvecklingsplaner¹⁰⁴, och de nätkoder som är under utveckling. Denna mognad är mycket positivt, eftersom den medger en fokusering på grundläggande utmaningar som tidigare kan ha försvunnit i visionerna. I nästa avsnitt presenterar vi tre sådana grundläggande utmaningar som är centrala för forskningsbehovet inom smarta elnät.

Grundläggande drivkrafter

Utvecklingen av elsystemet leder i grunden till att variationerna i parametrar som spänning, effektflöde och frekvens ökar och detta på alla spänningsnivåer. I transmissionsnäten, ökar variationerna på grund av ökat elutbyte över gränserna och ökade sammankopplingar mellan tidigare svagt kopplade områden. En annan orsak är den högre andelen intermittent förnybar elproduktion. I distributionsnäten, på lägre spänningsnivåer, ökar variationerna på grund av utbyggnad av småskalig produktion som sol- och vindkraft, och genom olika lösningar på kundsidan som styrning av värmelast och elfordon. Variationerna behöver inte skapa omedelbara problem, men ökade krav på tillförlitlighet och kvalitet på elförsörjningen tvingar nätoperatörerna att överväga nya metoder för skydd, styrning och optimering.

För det andra, utvecklingen på elmarknaden ger utrymme för nya aktörer och förändrade roller där alla strävar efter optimering inom sin egen del av systemet. Denna utveckling kommer att påverka hur elsystemets delar samverkar, även om det underliggande elkraftsystemet förblir detsamma. Detta kan skapa ett dilemma, eftersom enskilda marknadsaktörers agerande och mål inte

¹⁰⁴ ENTSO-E, 2012, Research & Development Roadmap 2013-2022. Writing History Again.

nödvändigtvis överensstämmer med tekniska mål för effektivitet och stabilitet på systemnivå.

Utvecklingen av mekanismer för att hantera dessa utmaningar pågår t.ex. genom framtagning av gemensamma nätkoder på EU-nivå. Denna utveckling och liknande initiativ kan leda till nya marknadskoncept för flexibilitet, hantering av överbelastning, styrning av reaktiv effekt och spänning på alla spänningsnivåer i systemet.

Den tredje drivkraften är att tillgången på kommunikations- och beräkningskapacitet ökar radikalt samtidigt som kostnaden sjunker. Denna utveckling gör det möjligt att automatisera och kontrollera processer mycket mer noggrant och högupplöst och på många fler platser till minskade kostnader. Automation, styrning och optimering av kraftsystem kommer i framtiden bestå av mycket mer mätning, databehandling och kontroll för ökad observerbarhet och styrbarhet, vilket ger kostnadseffektivare och tillförlitligare drift av näten.

Föreslagna områden

Nedan presenterar vi de forskningsområden som föreslås vara fokus för satsningar i Sverige under de kommande åren. Återigen ska noteras att dessa områden inte kan jämföras med traditionella utvecklingsområden i andra planer för forskning och utveckling (s.k. R&D roadmaps) för smarta nät. Våra områden utgör grundläggande forskningsområden, vilka dock i sin tur bidrar till utvecklingen av smarta elnät inom flera angränsande områden såsom informations- och kommunikationstjänster och informations-säkerhet. Utvecklingen av informations- och kommunikationstjänster utgör i sin tur en viktig drivkraft för utvecklingen av smarta elnät¹⁰⁵.

I slutet av varje avsnitt finns en kort redogörelse, baserad på exempel, som tydliggör hur de olika forskningsområdena stödjer utvecklingen av smarta elnät.

¹⁰⁵ Smartare elektroniksystem, 2013, Strategiskt innovationsprogram för Smartare elektroniksystem för Sverige. Forsknings- och innovationsagenda för smarta elektroniksystem 2013.

Materialteknik och komponentutveckling med inriktning på kraftelektronik

Kraftelektronik är en nyckelkomponent i de smarta elnäten. Med komponenterna kan man snabbt kontrollera energiflöden i näten. Dessa behöver dock vidareutvecklas ytterligare för att minska förluster i näten och få ner kostnader för tillverkning och användning. Samtidigt måste komponenterna och materialen bli mindre känsliga för temperaturvariationer. Det görs genom att utveckla både nya komponenter av så kallade "wide bandgap materials" (t.ex. SiC, GaN, diamant) och moduler kring sådana komponenter samt de omvandlar-topologier som kan utnyttja dem. Sverige är världsledande inom detta område och har unika laboratorieresurser för den utvecklingen. Kraftelektroniken utnyttjas främst i likströms applikationer, t.ex. högspänd likströmsöverföring (HVDC nät) och i flexibla växelströmsöverföringssystem (FACTS för reaktiv effektkompensering), samt även till att ansluta generatorer i vindkraft samt motorer inom industrin. Kraftelektroniken har dessutom en stor betydelse i användningsledet för hushåll och kommersiella fastigheter, samt för anslutning av mikroproduktion. Snart sagt alla lasttyper i hemmet använder sig av kraftelektronik, och minskade förluster i omvandlingen är en bidragande faktor till ökad energieffektivitet.

Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) är en utförare med stark kompetens inom både materialteknik och halvledarkomponenter samt hur dessa samverkar i system. Vid Uppsala universitet bedrivs omfattande grundforskning vid Ångströmlaboratoriet vilken har tillämpning på området. Båda dessa utförare ingår dessutom i Energimyndighetens forskningscentrum SweGRIDS, där material och halvledarteknik är starka fokusområden.¹⁰⁶

Utvecklingen inom detta område antas få stor betydelse för laddinfrastruktur för fordon, små- och storskalig energilagring, konsumentapparater för flexibel användning och energieffektivisering styr-, kontroll- och skyddssystem för transmissions- och distributionsnät samt generell utveckling mot ökad effektivitet inom nuvarande teknik. Området motsvaras i European Technology

¹⁰⁶ Samordningsrådets delårsrapport 2013.

Platforms Smartgrids forskningsstrategi för 2035¹⁰⁷ av området Power Electronics Technologies som fått högsta prioritet i strategin.

Tillförlitliga inbyggda realtidssystem för kraftsystemstyrning

Det elektriska kraftsystemet är både knutet till det fysiska elsystemet och ett diskret kommunikations- och styrsystem. På engelska kallas dessa sammankopplade system ofta för cyber-physical systems (CPS). Ett sådant CPS innehåller alltså mätning, kommunikation och databehandlingskomponenter tätt kopplade med en dynamisk fysikalisk process – kraftsystemet. Utvecklingen inom CPS har de senaste åren utnyttjat den ökade tillgången till kommunikations- och beräkningskapacitet över hela elsystemet. Området kan därför dra nytta av lokal mätning och datorresurser, men också av optimering på systemnivå tack vare förbättrad observerbarhet och styrbarhet. I området ingår även utveckling av robusta och kostnadseffektiva sensorer som fungerar i miljöer med elektromagnetiska störningar. Detta innebär både utveckling av kostnadseffektivare alternativ till existerande tekniker genom ökad effektivitet i tillverkning och användning av material, men också helt nya typer av sensorer som utnyttjar exempelvis optisk eller termisk avkänning. I utvecklingen av sensorer ingår även aspekter som strömförsörjning, vilket säkerställer funktionalitet även under strömavbrott. Elsystemet är dessutom geografiskt utbrett och det leder till ökade krav på långa driftcykler och minimalt behov av underhåll för dessa nya typer av sensorer.

Utvecklingen inom detta område inkluderar integration av tidigare separata områden inom reglerteknik och optimering tillsammans med utveckling inom inbyggda realtidssystem och analysalgoritmer. Tvärvetenskaplig forskning från dessa discipliner gör det möjligt att utveckla nya algoritmer som utnyttjar formalismer från datavetenskap och kan driftsätta dessa på tillförlitliga plattformar.

KTH och Lunds tekniska högskola har stark kompetens inom detta område. Vid KTH är mycket av kompetensen samlad i Linnécentret Access men även i SweGRIDS och inom andra organisa-

¹⁰⁷ European Technology Platform Smart grids, 2013, Summary of Priorities for Smartgrids Research topics: Version 19 June 2013.

tioner. I Lund finns motsvarande fokusering inom LCCC – Lund Center for Control of Complex Engineering Systems¹⁰⁸. Mellan dessa utförare finns dessutom samarbetsprojekt finansierat av Strategiska forskningsstiftelsen – ICT- Platform for Sustainable Infrastructures (ICT-PSI). Sveriges tekniska forskningsinstitut (SP) bedriver omfattande verksamhet kring mätning för elkraft-tillämpningar, särskilt om sensorer.

Utvecklingen inom detta område antas få stor betydelse för områdena laddinfrastruktur för fordon, små- och storskalig energilagring, konsumentapparater för flexibel användning och energieffektivisering styr-, kontroll- och skyddssystem för transmissions- och distributionsnät samt även informationsteknisk säkerhet och informations- och kommunikationsteknologi. Området motsvaras i European Technology Platforms Smartgrids forskningsstrategi för 2035¹⁰⁹ av områdena ”Modelling Power Systems and ICT together” samt ”Distributed self-organisation vs. central control” som båda fått högsta prioritet i strategin.

Realtidsmetoder för analys av stora datamängder

Inom kraftsystemet ökar ständigt mängden data som sensorer genererar. Den stora mängden data blir om den hanteras rätt en ovärderlig källa för kunskap om tillståndet i elsystemet. Detta ger möjlighet att analysera såväl tekniska driftegenskaper som marknadsaspekter, t.ex. kunders användningsprofiler, och därigenom dra slutsatser om framtida styrning på kort eller lång sikt. De driftlägen som det framtida kraftsystemet kan antas uppvisa, med t.ex. stora mängder intermittent elproduktion, kan också analyseras, och därigenom göras säkrare, med hjälp av realtidsanalys av stora datamängder från sensorer runt om i elsystemet.

Det här kräver utveckling av offline-algoritmer för optimering av marknadsaktörers deltagande, och analys av nätutbyggnadsplaner, men även realtidsapplikationer som stabilitetsanalys och samordnat skydd mot kollaps i kraftsystemet. Till det kommer behovet

¹⁰⁸ Lund Center for Control of Complex Engineering Systems, <https://www.lccc.lth.se> [2014-1120]

¹⁰⁹ European Technology Platform Smart grids, 2013, Summary of Priorities for Smartgrids Research topics: Version 19 June 2013.

att analysera förbrukningsprofiler för att identifiera möjligheter till energieffektivisering, och anpassning till lokal produktion.

Utvecklingen inom detta område antas få stor betydelse för utvecklingen av nya styr-, kontroll- och skyddssystem, effektiviserad drift- och underhållsteknik, generell utveckling mot minskade förluster i elöverföringsnätet samt utveckling av nya tjänster, tekniker och metoder riktade till energianvändare. Området motsvaras i European Technology Platforms Smartgrids forskningsstrategi för 2035¹¹⁰ av områdena ”Monitoring and control technologies to observe and control the 2035 pan-European network” och ”Energy Cloud” som fått högsta prioritet i strategin.

Området har ännu inte några starka miljöer även om det hos de flesta utförare finns enstaka projekt inom området, exempelvis I-Tesla¹¹¹. Dessutom finns vid KTH både kraftsystemkompetens och kunskap om världsledande analysmetoder för stora datamängder tack vare att KTH är en av fyra parter i Swedish E-science center¹¹². Där utvecklas metoder för analys av stora datamängder tillsammans med Stockholms universitet, Karolinska institutet och Linköpings universitet. Detta center har i dag ingen verksamhet inom kraftsystemområdet, men det finns en grund för nysatsningar inom området. Kunskaps- och innovationsplattformen EIT ICTLabs spelar också en nyckelroll i att stärka samarbetet mellan företag inom IT och kommunikationsteknik och energisektorn inom detta område.

Multi-domän modellering och simulering för utveckling av nya material

Under de senaste åren har prediktiv materialutveckling accelererat. Det som för fem år sedan sågs som en utopi är i dag verkligt. Forskarmiljöer kan designa potentiella material med förbättrade egenskaper och man kommer kunna tillverka material utifrån applikationen. För de smarta elnäten behöver flera produkter bättre material. Kablar, kondensatorer, transformatorer och brytare

¹¹⁰ European Technology Platform Smart grids, 2013, Summary of Priorities for Smartgrids Research topics: Version 19 June 2013.

¹¹¹ iTesla, <http://www.itesla-project.eu> [2014-11-20]

¹¹² Swedish E-science center, <http://www.e-science.se> [2014-11-20]

behöver bättre material för framtidens högspända likströmsnät. Förbättrade material som ökar energitätheten och minskar kostnaden för energilagring behövs också. Förbättrade isolationsmaterial kräver forskning inom förädlade materialegenskaper, dvs. materialens elektriska, termiska och mekaniska karaktäristik. Men det innefattar också utveckling av tillverkningsprocesser och designmetoder ur ett elektrotekniskt perspektiv. Inom isolationsområdet finns tre huvudområden: dielektrisk ytbeläggning för att öka kapacitansens energitäthet, förbättrad isolation och fältreglerande material för ökad tillförlitlighet och minskade förluster i kablar samt förbättrade elektriska och termiska egenskaper i isolationsmaterial i transformatorer.

För att driva utvecklingen mot nya material och materialegenskaper är det centralt att använda och utveckla simulerings- och modelleringsverktyg för att undersöka och utveckla de önskade egenskaperna. Materialen är komplexa till sin kemiska sammansättning, och därför krävs simulering i flera skalor från nano till makroskalan för att med tillräcklig noggrannhet kunna förutsäga materialens egenskaper. De kritiska kompetensområden som behövs för forskningen är därför fysikalisk kemi, flödesdynamik, beräkningskemi och även simulering av elektromagnetiska fält och mekanik.

Uppsala universitet och KTH har stark kompetens inom detta område. De samverkar inom materialområdet med fokus på elkrafttillämpningar i flera centrum och projekt, inklusive SweGRIDS¹¹³ och STandUP¹¹⁴ där material har stort utrymme.

Utvecklingen inom detta område får stor betydelse för små- och storskalig energilagring, kraftelektronik för hela elsystemet, material (t.ex. grafen, isolations- och högtemperaturmaterial) samt generell utveckling mot minskade förluster i elöverföringsnätet. Området har i European Technology Platforms Smartgrids forskningsstrategi för 2035¹¹⁵ ingen specifik motsvarighet eftersom planen har större fokus på forskning än ETP-strategin.

¹¹³ SweGRIDS, <http://www.kth.se/en/ees/omskolan/organisation/centra/swegrids> [2014-11-20]

¹¹⁴ STandUP for Energy, <http://www.standupforenergy.se> [2014-11-14]

¹¹⁵ European Technology Platform Smart grids, 2013, Summary of Priorities for Smartgrids Research topics: Version 19 June 2013.

Marknads- och incitamentsmodeller och beteendeforskning

För att hantera ett elsystem där användningen behöver anpassas till den tillgängliga produktionen i stället för som traditionellt tvärtom, måste marknadsmekanismerna utvecklas. En sådan anpassning bör t.ex. omfatta tilldelning av tillgänglig överföringsförmåga, hantering av kapacitet i distributionsnät samt hur flexibilitet i användning och produktion kan användas effektivare för att balansera elsystemet. Detta område ligger i gränslandet mellan teknik, samhällsvetenskap och beteendevetenskap, då alla dessa discipliner måste kombineras för att skapa marknadsmekanismer som leder till det resultat som eftersträvas. Även om den faktiska utvecklingen och genomförandet av marknadsförändringar till stor del är en politisk fråga, kan forskning inom området klarlägga de tekniska och organisatoriska möjligheter och begränsningar som föreligger.

Utvecklingen inom detta område kan få stor betydelse för områdena laddinfrastruktur för fordon, små- och storskalig energilagring, konsumentapparater för flexibel användning och energi-effektivisering, styr-, kontroll- och skyddssystem för transmissions- och distributionsnät samt även utveckling av nya tjänster, tekniker och metoder riktade till energianvändare. Området motsvaras i European Technology Platforms Smartgrids forskningsstrategi för 2035¹¹⁶ av områdena ”Pan-European market tools for 2035 ancillary services and balancing needs” och ”Market mechanisms for ensuring system adequacy and efficiency in electric systems by 2035” som fått högsta prioritet i strategin.

KTH med sin verksamhet inom elmarknader och regleringsmodeller är en stark utförare inom området. Inom energimarknader i stort finns flera starka utförare inom landet, exempelvis Linköpings universitet, Uppsala universitet, Chalmers tekniska högskola och Lunds universitet. I sammanhanget bör också det nu avslutade mångåriga forskningsprogrammet Market Design¹¹⁷ lett av Elforsk nämnas. Här har mycket kunskap byggts upp inom området, och tillkommande satsningar bör göras med utgångspunkt från resultat av programmet.

¹¹⁶ European Technology Platform Smart grids, 2013, Summary of Priorities for Smartgrids Research topics: Version 19 June 2013.

¹¹⁷ Elforsk, <http://www.elforsk.se/marketdesign> [2014-11-20]

Slutsats

Förutom de specifika områden som beskrivits ovan finns några generella aspekter på forskningsstöd för smarta elnät.

Sverige har sedan en lång tid ett antal starka utförare inom både elkraftområdet och informations- och kommunikationsteknik. Fleråriga industriella och samhällsliga satsningarna på dessa utförare har lett till att de i många fall har världsledande kompetens inom sina specialområden. För att få bästa avkastning är det mycket viktigt att nya satsningar sker samordnat med redan pågående verksamhet. De redan etablerade utförarna bör stärkas ytterligare eftersom den internationella konkurrensen inom området är mycket hård och endast starka forskningsutförare kan nå framgång. Forskningen ställer också höga krav på infrastruktur, t.ex. laboratorier för materialutveckling samt realtidssimulatorer m.m. för att kunna producera relevanta resultat.

Forskningen liksom den svenska exportindustrin agerar på en global arena. Detta innebär att en ensidig fokusering på det svenska elsystemets behov inte leder till att relevanta forskningsprojekt formuleras och startas. Endast med ett globalt perspektiv kan vi nå framgång inom spetsforskning och bygga upp kunskap för den svenska exportindustrin.

Denna tematiska forskningsplan ska ses i relation till liknande strategier från organisationer och länder i omvärlden. De områden som föreslås i denna plan överensstämmer till stora delar med andra planer och forskningsstrategier sett till utvecklingsområdena i stort. Men samordningsrådets plan går längre genom att specifikt fokusera på den forskning som är en nödvändig komponent för samhällsutvecklingen.

5.5.2 Kommunikationsinfrastruktur, säkerhet och integritet

Vi beskriver här hot och risker som kan uppstå vid övergången till smarta elnät, och hur frågor kring IT- och informationssäkerhet och integritet bör hanteras.

Sverige ställer om sitt elsystem till ett smart elnät, liksom resten av våra grannländer i Europa och övriga världen, genom betydande moderniseringar och förändringar. Detta är ofta likställt med att

föra in ny teknik, digitala och elektroniska automationsdelar i elproduktion och elnät.

Ett elnät är ett distribuerat komplext realtidssystem som till stora delar förlitar sig på en fungerande IT-infrastruktur. En stor mängd IT-system krävs också för att hålla reda på hur mycket el kunderna konsumerar, och i vissa fall även producerar. Informationstekniken i elnäten är alltså dels så kallade administrativa system, dels industriella styrsystem.

Elsystemet är beroende av att aktörerna för produktion och distribution bedriver ett systematiskt informationssäkerhetsarbete för att behålla en hög driftsäkerhet och undvika incidenter samt i värsta fall strömavbrott. Beroendet av ett systematiskt informationssäkerhetsarbete kommer att öka avsevärt med smarta elnät på grund av kraftigt ökad komplexitet, ökad mängd aktörer och ökad mängd IT-system.

I utvecklingen mot smarta elnät kommer ytterligare ett kommunikationslager att växa fram ovanpå det redan komplexa maskineriet som elnätet utgör. Detta kommunikationslager förväntas göra det möjligt att utnyttja och styra alla delar av elnätet effektivare.

Kommunikationsinfrastrukturen drivs av företagen som väljer mellan olika tekniker för informationsöverföring beroende på olika förutsättningar. Det vanligaste är att utnyttja befintligt infrastruktur (Power Line Communication eller PLC) eller trådlös kommunikation (GSM/GPRS-kommunikation eller nätstandarden Zig Bee som fick sitt genom brott vid installationen av smarta mätare).

Trådlösa nätverksåtkomstpunkter kan med fördel användas för överföring av uppgifter från smarta mätare som lokalt loggar data om energiförbrukning. Men vilken kommunikationsinfrastruktur som till slut byggs beror på marknaden och flera lösningar kan samexistera.

Ett extra kommunikationslager innebär samtidigt ökad komplexitet och nya sårbarheter. Kommunikationslagret kan också utnyttjas av den som avsiktligt vill orsaka störningar, avbrott eller haverier (antagonist) eller utsättas för oavsiktliga mänskliga misstag och spontana fel i utrustning. Elnätet kommer till exempel att innehålla cirka fyra miljoner smarta elmätare vilka även kan utgöra en form av anslutningspunkter till det omfattande kommunika-

tionsnät som krävs för att indirekt styra och reglera hela elnätet. Beaktas all industriell styrutrustning och den nätverksutrustning som krävs för att styra all datakommunikation är det lätt att förstå att antalet ingångar till elnätet ökar kraftigt i framtiden. Samordningsrådets studie¹¹⁸ summerar de viktigaste bakomliggande orsakerna och riskerna vid övergången till smarta elnät i figur 5.19.

Figur 5.19 Orsaker och risker vid övergången till smarta elnät



Kommunikationssystemet kommer också att fyllas av stora mängder information om kundernas beteenden och deras energianvändning. För att värna kundernas integritet måste därför informationen hanteras med ett stort mått av systematiskt informationssäkerhetsarbete. Ett sätt att underlätta det är att bygga in funktioner i de tjänster som utvecklas som säkerställer enskildas personliga integritet, s.k. privacy by design, eller inbyggd integritet som det kallas på svenska.

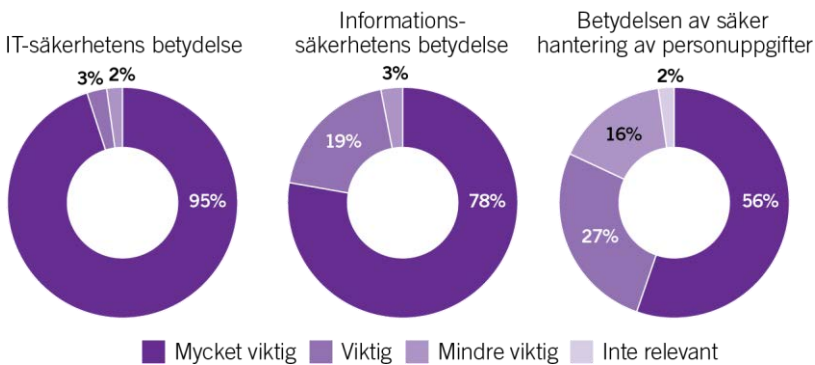
¹¹⁸ Rapport till samordningsrådet, 2013, 4C Strategies, 2013, Risker och sårbarheter i smarta elsystem – en förstudie.

Enkät om behovet av säkerhet och integritet i smarta elnät

Vid framtagandet av rapporten rörande säkerhet i smarta elnät¹¹⁹ genomfördes en enkät om behovet av säkerhet i smarta elnät som besvarade av 63 respondenter med olika befattningar i relevanta organisationer, främst inom elbranschen. Behovet av säkerhet i smarta elnät understryks av de svar som lämnades i den genomförda enkätundersökningen.

En absolut majoritet, 95 procent av de svarande, ansåg att IT-säkerhet är mycket viktig för smarta elnät. Informationssäkerhetens betydelse är även den mycket viktig enligt nästan 80 procent av respondenterna. När det gäller frågan om en säker hantering av personuppgifter anser en majoriteten att det är av stor vikt att personuppgifter hanteras på ett säkert sätt, då det annars kan leda till att förtroendet för det smarta elnätet riskeras och förtroendet för aktörerna som är involverade i produkter och tjänster inom smarta elnät urholkas. Utöver detta kan det uppstå problem och skador för personer som använder produkter och tjänster i det smarta elnätet.

Figur 5.20 Behov av god IT-säkerhet, informationssäkerhet och säker hantering av personuppgifter för att skapa säkra smarta elnät

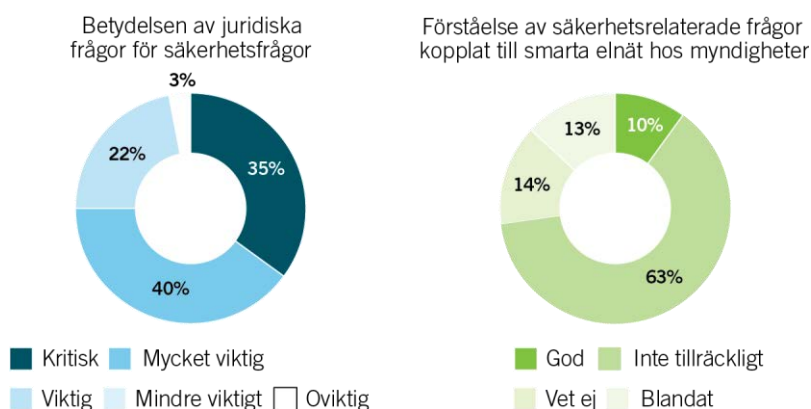


Enkätsvaren indikerar att IT-säkerhet är en kritisk framgångsfaktor för smarta elnät. Utöver det pekar man på betydelsen av att lagstiftning, föreskrifter, etc. tar hänsyn till säkerhetsfrågor i smarta

¹¹⁹ Samordningsrådets rapport, Malmgren, R. och Johansson, E., 2014, Rapport rörande säkerhet i smarta elnät.

elnät. Enligt enkäten upplever också experter i branschen att svenska myndigheter inte är särskilt insatta i och förstår de säkerhetsrelaterade frågor och svårigheter som införandet av smarta elnät innebär. De frågor som respondenterna svarade på i detta sammanhang var om relevanta juridiska frågor såsom lagstiftning, föreskrifter, etc. tar hänsyn till säkerhetsfrågor och om svenska myndigheter är väl insatta i och förstår de säkerhetsrelaterade frågor och svårigheter som införandet av smarta elnät innebär för samhället.

Figur 5.21 Betydelsen av juridiska frågor och bedömning av myndigheters förståelse för säkerhetsrelaterade frågor



Vi har genomfört en översiktlig genomgång av de lagar, förordningar och andra regler av betydelse för smarta elnät som rör informationssäkerhet¹²⁰ och integritet¹²¹.

För att en juridisk genomlysning beträffande smarta elnät ska bli meningsfull behöver det klargöras hur en sådan infrastruktur kan förväntas bli utformad och vilka grundläggande funktioner som ska införas. För en bedömning av regelbehovet är det vidare av betydelse att klargöra vilken roll det allmänna ska spela, vilka gemensamma funktioner som behövs inom infrastrukturen för att den ska fungera och hur det kan förhindras att regler införas som motverkar innovation och konkurrens inom elmarknaden.

¹²⁰ Rapport till Samordningsrådet, Per Furberg, 2014, Rättsfrågor rörande smarta elnät.

¹²¹ Rapport till Samordningsrådet, Per Furberg, 2014, Persondataskydd i smarta elnät.

Också för tolkningen och tillämpningen av reglerna om persondataskydd blir behovet av att klargöra infrastrukturens närmare utformning tydligt. Det kan inte uteslutas att vissa av de behandlingar som behöver utföras med användning av personuppgifter måste ges stöd i lag. Även för de avtal och allmänna villkor som behöver utarbetas inom området är det en förutsättning att infrastrukturens närmare utformning tydliggörs.

En första åtgärd bör därför vara att ta fram mer konkreta beskrivning av den infrastruktur som ska införas. Detta bör ske i bred samverkan mellan berörda aktörer så att elkonsumenters och andra aktörers befogade intressen säkerställs. För att en sådan beskrivning ska kunna överblickas bör en grundläggande indelning göras i olika verksamhetsområden. Vi föreslår här en indelning i en Elnätsdomän, en Elkunddomän, en Servicedomän och en Elhandelsdomän.

Exempel på sådana förenklingar som kan fungera för juridiska överbåganden¹²² finns t.ex. i Kanada.

Genom en sådan indelning kan de juridiska frågorna också ges en tydlig struktur samt konkretiseras och anpassas till respektive område.

Sammanfattning

Sverige har stora möjligheter att skapa ett elnät där informations-säkerhet och integritet beaktats i ett tidigt skede. Sverige kan därmed också visa resten av världen hur man med planering kan skapa ett säkert och robust smart elnät. Bygger vi upp kunskap om hur man skapar säkerhet i smarta elnät kan svenska tjänster och produkter inom detta område bli efterfrågade utomlands.

På vissa områden behövs dock en bättre samordning och mera kunskap av säkerhets- och integritetsfrågor. Vi lämnar därför förslag om hur man kan förbättra säkerheten inom smarta elnät och värna om kundernas integritet.

- Säkerhet (avsnitt 4.2.4)
- Värna kundernas integritet (avsnitt 4.3.2)

¹²² Information and Privacy Commissioner, Ontario, Canada, 2011, Operationalizing Privacy by Design: The Ontario Smart Grid Case Study.

Utöver förslagen ovan är det också viktigt att informationssäkerhet och integritet inkluderas i de forsknings- och utvecklingsåtgärder som beskrivs i följande rekommendationer:

- Forskningsprioriteringar och samverkan (avsnitt 4.4.2)
- En samlad strategi för innovation inom smarta elnät (avsnitt 4.4.3)
- Villkor för test- och demoprojekt (avsnitt 4.4.4)
- En nationell främjandestrategi (avsnitt 4.4.5)
- Standardisering och interoperabilitet (avsnitt 4.4.6)