Hur energisektorns innovationskraft kan accelerera omställningen till ett hållbart samhälle

AFRY
ÅF PÖYRY

Innehåll

04 Låt innovationskraften accelerera klimatomställningen

07 Tekniksprång genom tiderna

13 Ett utvecklat energisystem

17 Tekniksprång i framtiden

27 Statens ansvar – ett ramverk för att främja innovationer

Låt innovationskraften accelerera klimatomställningen

Jonas Gustavsson
Vd och koncernchef AFRY

Klimatförändringarna är en av mänsklighetens största utmaningar. Konsekvenserna av den globala uppvärmningen riskerar att bli förödande. Stigande havsnivåer till följd av smältande polarisar, extremväder och utslagna ekosystem riskerar att förändra levnadsvillkoren på vår planet för alltid. De utsläpp av koldioxid som är följden av förbränning av fossila bränslen är den viktigaste orsaken till klimatförändringarna. Trots detta faktum är över 80 procent av den globala energitillförseln fossila bränslen och fortsatt sker över 60 procent av dagens globala elproduktion med fossila bränslen. Det är en ohållbar situation. Om världens länder inte förändrar sin elproduktion kommer Parisavtalets målsättning om att hålla temperaturökningen under 1,5 grader inte att nås. Det står därmed klart att vi måste ställa om vårt samhälle – från fossila bränslen till rena energikällor.

Världen behöver ren energi för att ställa om till ett hållbart samhälle. De flesta experter anser att elektrifieringen är en central pusselbit för att bryta vårt fossilberoende, både globalt och nationellt här i Sverige. Sedan länge har Sverige en elförsörjning som vilar på fossilfri energi. Vårt elsystem består till allra största delen av energikällor som inte släpper ut koldioxid i atmosfären – vi har vattenkraft, kärnkraft, vindkraft och biobaserad kraftvärme.

Vi behöver bygga vidare på denna framgångssaga och elektrifiera fler sektorer för att kunna nå målsättningen om netto noll-utsläpp till år 2045. För att det ska uppnås behöver Sveriges elproduktion fördubblas. Under varje år i ett par decennier kommer vi behöva i genomsnitt cirka 10 TWh nytillkommande elproduktion, vilket motsvarar tillkomsten av en stor svensk kärnkraftsreaktor varje år. Den kraftigt utbyggda elproduktionen kommer att vara en del av klimatomställningen, men även andra delar av energiförsörjningen behöver förändras radikalt för att säkerställa försörjningstryggheten och bibehålla svensk konkurrenskraft. När vi fasar ut den fossila energin från exempelvis industri och transporter behöver ren energi tillföras. Som komplement till elen behöver energi i andra former som vätgas och biobränslen finnas med i ekvationen.

AFRYs mission om att accelerera omställningen till ett hållbart samhälle startade tidigt. Redan 1895 bildades Sveriges första industriförening för att utföra kontroller av säkerheten i ånggeneratorer. Vi arbetade då med att förhindra industriolyckor under namnet Södra Svenska Ånggeneratorföreningen. Föreningen bildades till stor del utifrån att industrin ville ta ansvar för att motverka olyckor med ångpannor och på så vis undvika statlig reglering av ångpannor och andra tryckkärl.

Initiativet visade på kraften när marknadens aktörer både tar ansvar, och av staten tillåts ta ansvar för att lösa problem – den gången för att säkerställa bevarandet och utvecklingen av ångpannan. Initiativet är också talande för AFRYs vision - Making Future. Vi genomsyras av teknikoptimism och en tilltro till marknadens förmåga att lösa framtidens problem. Vi ser att Sverige och världen behöver lösningar som breddar marknaden, som ser till att människor får tänka friare, och som litar på företags innovationskraft.

Staten har en självklar och avgörande roll som möjliggörare och regelsättare, med utgångspunkt i marknads- och innovationsfrämjande åtgärder som främjar flexibilitet, som river rådande hinder, som uppmuntrar och möjliggör framtida teknikskiften och som satsar på forskning och innovation. Detta innebär att staten har en viktig roll att sätta långsiktiga spelregler - att peka ut en tydlig inriktning som ger stabilitet och skapar förutsättningar för innovation och utveckling. Där har till exempel koldioxidskatt och elcertifikat drivit på omställningen, bland annat fjärrvärmesektorns omställning från kol till biobränslen.

Frågan om energiförsörjning för att främja klimatomställningen är både dynamisk och komplex, och kräver en förståelse och respekt för problembilden i sin helhet. Lösningar på ett isolerat problem får ofta konsekvenser för fler delar av systemet, och denna brist på helhetsperspektiv dämpar såväl innovationskraft som investeringsklimatet för företag.

Med den här rapporten vill vi visa hur många smarta lösningar som redan finns och som kommer finnas i framtiden för att lösa klimatutmaningen och vår framtida energiförsörjning. Tekniken har redan givit oss förutsättningar att klara av klimatomställningen genom flera disruptiva teknologiskiften. Det är också teknikskiften som i framtiden kommer ge oss nya och ännu bättre förutsättningar att möta de utmaningar vi står inför. Vi vill att fokus för det energipolitiska samtalet ska ligga på att främja företag och innovation – det är de verkliga drivkrafterna för samhällets omställning.

Oro i omvärlden och i ekonomin får inte heller göra att vi ändrar riktning utan vi måste även i tuffare tider premiera hållbara lösningar. Om Sverige kan fokusera på att främja marknadens dynamik och möjliggöra ett sunt innovations- och investeringsklimat så kommer vi på allvar ha chansen att producera tillräckligt mycket ren el för att nå klimatmålen.

Tekniksprång genom tiderna

Historiska tekniksprång inom energisektorn har utvecklats med hjälp av innovation, påhittighet och företags vilja att ligga steget före sina konkurrenter. Gemensamt för många av dessa tekniksprång är att ramverken och villkoren för teknikskiftena var goda och uppmuntrades av staten. I flera fall var det faktiskt staten som tog initiativ till att genomföra de nya tekniksprången. Under 1900-talet förändrades statens roll i takt med att vår marknadsekonomi utvecklades. Idag agerar staten möjliggörare, snarare än initiativtagare, men gemensamt för dessa roller är att det inte hade varit möjligt för staten att vare sig uppmuntra eller initiera tekniksprång om tekniken inte drivits fram av företagen.

I detta avsnitt kommer vi därför att behandla ett antal av de tekniksprång som lett till att vi i Sverige har en ren elproduktion, i princip fri från fossila bränslen.

Vattenkraften – brytpunkt i den energitekniska historien

Vattenkraftens historia är lång och teknikens bidrag till energisystemet har varit stort. Vattenkraften började användas i slutet av 1800-talet för att producera el till industrier och bostäder, men tekniken uppfanns redan för cirka 2000 år sedan och var då en viktig brytpunkt i teknikhistorien. Inledningsvis användes vattenhjul, men det var i och med vattenturbinen som vattenkraften så småningom började producera elektricitet. Genom att släppa vattnet genom en turbin som roterar kunde vattnets lägesenergi omvandlas till elektricitet. Eftersom elen utvinns ur vattnets naturliga kretslopp, samtidigt som det kan lagras i dammar, är vattenkraften klimatsmart och fungerar som både reglerbar kraft och baskraft i vårt svenska elsystem.

Utbyggnaden av vattenkraften drevs inte primärt av marknaden, men i en tid av krig och lågkonjunktur tog staten ett viktigt ansvar för att säkerställa den ökade efterfrågan på el. I samband med andra världskriget sköt efterfrågan på elektricitet i höjden. Samtliga prognoser över behoven överskreds och utbyggnaden av vattenkraften tog fart. Vattenfall, som på den tiden hette Statens Vattenfallsverk, hade genom framsynta beslut förvärvat fallrätter långt tidigare, vilket möjliggjorde utbyggnaden. Fallrätterna var inköpta efter en rad tvister i början på 1900-talet om rätten till de stora älvarna, en strategi som tillsammans med utnyttjandet av den då nya generationens vattenkraft kunde säkra det svenska elbehovet.

Vattenkraften kan ses som en viktig brytpunkt både i teknikhistorien och den energitekniska historien, men den kan också ses i ljuset av hur innovationskraft, idérikedom och teknikfrämjande kan medföra stora nyttor för samhället. Idag bidrar vattenkraften fortsatt med en stor del av den svenska elproduktionen då knappt hälften av all vår el kommer från vattenkraften.

Vattenkraften bidrar också med lagring av energi genom de vattenmagasin som finns i anslutning till kraftverken. Det möjliggör i sin tur en hög grad av flexibilitet där produktionen av vattenkraft kan ökas eller minskas för att hantera toppar och dalar i efterfrågan eller i väderberoende kraftproduktion som vindkraft.

Utbyggnaden av elnäten – ryggraden i Sveriges elektrifiering

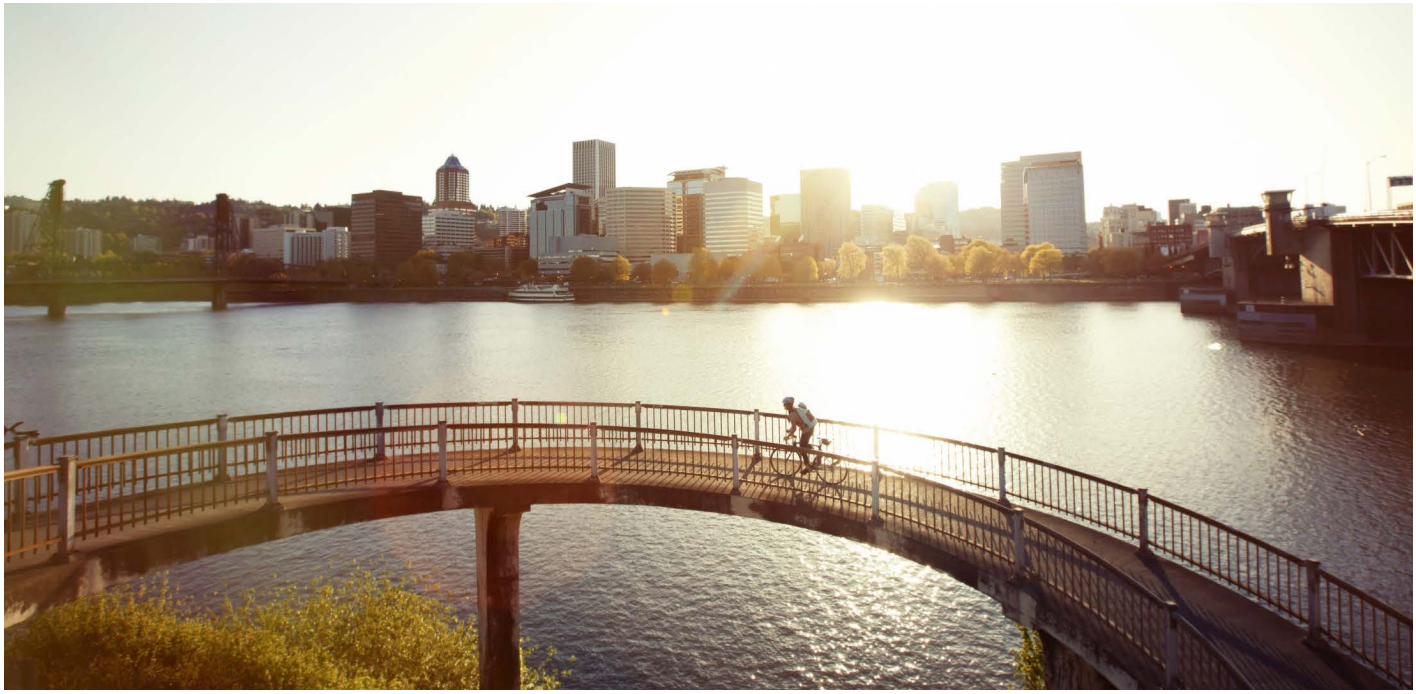
Det svenska stamnätet är idag baserat på växelströmsteknik, men så har inte alltid varit fallet. Innan växelströmmen etablerades var högspännig likström den dominerande tekniken för elöverföring. Tekniken prövades först i Tyskland i början av 1940-talet, men det var i och med HVDC-tekniken (High Voltage Direct Current), som likströmmen på allvar startade sitt bidrag till den svenska utbyggnaden av elsystemet.

Den nya tekniken hade egenskaper som gjorde den användbar för att överföra stora effekter av el långa avstånd. De låga effektförlusterna och möjligheten att göra stora överföringar på avstånd över 50 mil lämpade sig väl efter andra världskriget när det svenska elbehovet ökade dramatiskt. HVDC-tekniken har även andra fördelar som att man kan styra effektuttagen i anslutningspunkten. Det gjorde den mindre känslig för att överföra störningar och därmed skapa kvalitetsproblem vid överföringen av elen. Dessutom bidrog tekniken till att göra elen tillgänglig för fler – något som både ökade samhällsnyttan och bidrog till att modernisera Sverige.

Harsprångslinjen som sträcker sig mellan vattenkraftverken vid Luleåälven och Hallsberg var världens första högspänningslinje med 400 kilovolts (kV) spänning. Stamledningen var 100 mil lång och togs i drift 1952. Vattenkraften var då den största produktionskällan, men utan möjligheter till större överföringar som kunde koppla ihop systemet över större ytor kunde energiutnyttjandet inte optimeras.

Vattenfall, som i och med beslut från riksdagen hade fått monopol på utbyggnaden av stamnätet, vände sig till ABB för att leverera deras då nya och oprövade HVDC-teknik till de stora planerade utbyggnationerna av elnätet. 1954 togs den första HVDC-länken i drift efter samarbetet mellan ABB och Vattenfall och på mindre än 20 år byggdes hela sex stycken stamnätsledningar från Indalsälven och söderut. Som jämförelse finns idag tolv, varav den sista färdigställdes 1989.

Den oprövade HVDC-tekniken var både dyr och kom inledningsvis med en stor risk för Vattenfall, men att använda växelström skulle ha lett till enorma energiförluster och ledningarna var ännu dyrare. Även om likströmmen inte hade prövats i större projekt tidigare skulle det i teorin medföra stora fördelar. Modet och viljan att pröva den nya tekniken är till stor del vad som skapat förutsättningar för stamnätsutbyggnaden och inneburit att Sverige fått ett tillförlitligt och robust stamnät som skapar goda förutsättningar för en omfattande elektrifiering.



Kärnkraften – Sverige i framkant av den vetenskapliga sensationen

Forskningen om atomklyvningen hade gjort stora framsteg under 1930-talet. 1938 skedde ett genombrott då den svensk-österrikiska kärnfysikern Lise Meitner kunde lansera hypotesen att uranatomer kunde klyvas genom neutronbestrålning och att stora mängder energi därmed kunde utvinnas. Forskningen tillämpades främst i militära syften och det var först efter andra världskrigets slut som forskningen på allvar tillämpades för syftet att använda atomklyvningen för energiframställning.

1947 inrättade regeringen en atomenergiforskningsorganisation, AB Atomenergi. Fem år senare – 1954 – togs Sveriges första experimentreaktor i drift, samtidigt som världens första kommersiella kärnkraftverk startades i Storbritannien. Genom att klyva uranatomer och skapa en kedjereaktion av atomklyvningen frigörs energi som skapar värme. Värmen används för att värma vatten som driver en turbin kopplad till en generator, som i sin tur omvandlar rörelseenergin till elektricitet.

Staten var starkt bidragande till den svenska utvecklingen av kärnkraft, men den gjordes möjlig genom stora forskningsframsteg och innovationsrikesdom. När behovet av ytterligare elproduktion var stort agerade staten möjliggörare för den nya tekniken. Både staten och industrin var överens om behovet och arbetade tillsammans för att lösa det.

Kärnkraften svarar idag för knappt en tredjedel av det svenska elbehovet och har varit en viktig faktor i den svenska klimatomställningen. Tekniken är både stabil och fossilfri. Dess höga kapacitet att producera fossilfri energi tillsammans med det faktum att kärnkraftverken kunde placeras där de behövdes som mest gjorde att elproduktionen kunde öka kraftigt under 1970-talet, samtidigt som vi minskade vårt beroende av kraftigt stigande oljepriser.

Fjärrvärme ersätter oljepannorna – hushållen tar ett stort steg mot minskad klimatpåverkan

Fjärrvärmen fick sitt stora genombrott i Sverige på 1970-talet. Under oljekrisen 1973 sköt oljepriserna i höjden. De höga priserna gjorde det mycket kostsamt att värma upp hushållen eftersom oljepannorna hade varit hushållens primära uppvärmningskälla sedan andra världskriget. Regeringen drev igenom allmänna ransoneringslagar för att spara energi och uppmanade allmänheten att minska elkonsumtionen. Det svenska klimatet medger dock inte alltför stora energibesparingar. Hushållen behövde värme och alternativa energikällor började debatteras.

Fjärrvärmen hade prövats i slutet av 1940- och början av 1950-talet i ett flertal svenska städer. I mitten av 1960-talet fördubblades den från 5 till 10 TWh per år. Men det var i och med oljekrisen som utvecklingen tog fart på allvar. Från 1975 till 1985 ökade fjärrvärmens kapacitet till 35 TWh per år. Som en reaktion mot stigande priser på fossila bränslen hade Sverige, möjligen oavsiktligt, tagit ett första stort steg mot att minska hushållens klimatpåverkan. På 1990-talet när klimatdebatten tog fart på allvar påbörjades en stor övergång mot att nyttja biobränsle i stället för kol för att generera fjärrvärmen, men redan det föregående årtiondet hade flera fjärrvärmeverk börjat använda sig av en mix av bränslen.

Fjärrvärmen kan också ta hand om spillvärme från till exempel industrin. För att öka verkningsgraden, alltså effektiviteten, produceras vanligtvis även el i fjärrvärmeverken. Omkring fem procent av Sveriges elproduktion kommer från fjärrvärmen.

Den stora omställningen må ha drivits av något slumpartade och utomstående skäl i form av de stigande oljepriserna, men tekniken i sig var egentligen ingen nyhet. När fjärrvärmen prövades i Sverige efter krigets slut berodde det till stor del på några professorers övertygelse om fjärrvärmens unika potential. Staten lyssnade till vetenskapen och litade på tekniken. På så vis fick ett stort antal svenska hushåll en billigare värmekälla som samtidigt var såväl enkel som trygg och miljövänlig.

Ett utvecklat energisystem

Sveriges energisystem har byggts starkt. Innovationskraften i samhället har gett upphov till teknikspång som bidragit till att vi kommit långt på vägen mot att fasa ut fossila bränslen. Samtidigt är många spännande tekniker under utveckling. Fler knackar redan på dörren för att bli en del av vår mix av ren energi. Trots det står vårt energisystem inför stora utmaningar. Få länder i vår omvärld har lika goda grundförutsättningar som Sverige för att lyckas med klimatomställningen, men AFRY ser ett antal grundläggande utmaningar som vi gemensamt behöver lösa.

Sveriges framtida energisystem behöver:

Mer kraft på kort tid

Kraftproduktionen är den mest infekterade frågan inom energidebatten för tillfället. Kraftslag ställs mot varandra och politiska förslag läggs fram för att premiera investeringar av vissa energislag – och för att missgynna andra. Samtidigt visar rådande prognoser att elproduktionen kommer att behöva fördubblas, motsvarande cirka 10 TWh per år, fram till 2045 om vi ska nå målet om nettonollutsläpp.

Det står i dagsläget flera nya tekniker redo att skalas upp. Nya generationer av förnybar energi, vätgas och små modulära kärnreaktorer utgör några exempel som kan komma att bli viktiga för den framtida energiproduktionen. Andra, mer etablerade kraftslag, som vindkraft, både land- och havsbaserad, brottas i sin tur med långa och krångliga tillståndsprocesser och möter stort motstånd från lokala opinioner.

Samtidigt finns det andra lösningar som är tekniskt väletablerade, till exempel biogaskraftverk, som skulle kunna användas för att täcka kortare perioder med hög efterfrågan eller när andra kraftslag inte räcker till.

Vi menar att alla dessa energikällor behöver uppmuntras och få goda villkor i framtiden.

Ökad flexibilitet och mer digitalisering

En större flexibilitet i användningen av el skulle frigöra mer kapacitet i systemet. Likaså skulle en mer effektiv användning frigöra kapacitet. Flexibilitet och ett effektivt utnyttjande är starkt sammanflätade. Det finns flera energiintensiva branscher och företag vars affärsmodeller möjliggör ett flexibelt och mer effektivt utnyttjande av vårt elsystem, men som idag inte kan utnyttja den potentialen på grund av stelbenta regelverk. På samma sätt skulle hushållens energianvändning kunna effektiviseras genom ett mer flexibelt användande.

Låt oss föreställa oss en utveckling där fordonsflottan fullt ut elektrifierats i Sverige. Människor som använder bilen i arbetet kommer hem efter jobbet och laddar sin elbil på natten. Belastningen på elsystemet för den enskilda laddningen är låg, men allt eftersom vi skalar upp elbilsflottan kommer belastningen på elsystemet vid givna tider, när många laddar sin elbil samtidigt, successivt att öka. Om vi därtill adderar människor som efter arbetet ägnar sig åt energiintensiva hushållssysslor som att tvätta sina kläder, diska och använda varmvattenberedaren för att duscha kommer till slut belastningen på systemet bli så stor att det kollapsar.

Att elsystemet kommer att behöva byggas ut i takt med att elektrifieringen ökar för att möta klimatomställningen är ofrånkomligt, men att möjliggöra ett mer flexibelt system där resurserna utnyttjas mer effektivt kommer också att vara centralt. Framväxten av Internet of Things eller Industrial Internet of Things (IoT och IIoT) tillåter exempelvis industrier att samla in data från ett antal funktioner och smarta sensorer kan bidra till att automatiskt ställa om och optimera energianvändningen.

Den exponentiella teknikutvecklingen och digitaliseringen i kombination med den variabla förnybara energin driver nu på de moderna och flexibla elnätens utveckling. För att klimatomställningen ska fungera behöver det bli enkelt för människor att bli en del av den. Vi kan inte förvänta oss att människor själva ska kunna följa med i när effektanvändningen är hög eller låg – återigen behöver tekniken vara vårt hjälpmedel.

Digitaliseringen och Internet of Things möjliggör både smarta hem och industrier där vi med hjälp av automatiska lösningar och sensorer kopplade till elnätet kan balansera användningen av elproduktionen. Elbilen kan laddas, husen kan värmas upp och industrier kan effektiviseras automatiskt när kapaciteten i systemet är hög och priset är lågt för att sedan slås av när kapaciteten är lägre och priset därmed högre.

Säkerställ ökad lagringskapacitet och förbättra elnätet

El har historiskt inte kunnat lagras i större mängder och elproduktion och förbrukning måste vara i balans i varje givet ögonblick. Däremot är möjligheterna att lagra energi och därmed generera el vid behov inbyggt i konstruktionen av flera energislag, exempelvis genom vattenkraftens dammar. Med mer väderberoende elproduktion kommer produktionen av el att variera i större utsträckning än idag. Till följd av detta ökar behovet av lagring i syfte att kunna jämna ut toppar och dalar i produktionen. Vi kommer därför behöva stärka den energilagring som är möjlig redan idag, samtidigt som det kommer vara centralt att se över andra lösningar för att lagra energi.

Möjligheterna att lagra energi i större utsträckning kan bidra till kraftigt ökad flexibilitet på energimarknaden, förbättrat utnyttjande av olika kraftslag och en större stabilitet i energisystemet. Lagring kan finnas både vid förbrukning och produktion för att hantera de flaskhalsar som finns i systemet. Det är också viktigt med en ändamålsenlig överföringskapacitet för att jämna ut variabilitet i tillgång och efterfrågan. Dessutom bidrar en utbyggnad av elnätet till att vi har större förutsättningar för att distribuera elen till rätt plats vid rätt tidpunkt och ger en ökad möjlighet att balansera elsystemet. Med mer kapacitet till överföring ökar möjligheten att förflytta överskott i ett område till ett annat, där det för tillfället är hög förbrukning av el.

Teknikspång i framtiden

Innovationskraften i samhället har varit starkt bidragande till att fasa ut fossila bränslen. Nu står vi inför en större utmaning än vi någonsin tidigare stått inför. Framtidens teknik kommer om möjligt att spela en ännu större roll genom de innovationer som just nu utvecklas av företag runt om i världen. Energisektorn kommer i framtiden se lösningar som både har stora likheter, och skiljer sig väsentligt, mot dagens lösningar och där framtidens elsystem kommer vara mer decentraliserat, diversifierat och digitaliserat än idag.

Initiativen är många och teknikutvecklingen sker i rasande fart. För att illustrera utvecklingen vill vi lyfta fram ett antal tekniker som vi ser komma höra till framtiden – både lösningar som redan rullas ut i verkligheten och tekniker som ligger längre in i framtiden. Det är en kombination av nya och utvecklade metoder för att producera fossilfri el, samt att fördela energin över tid och rum för att säkra ett elsystem i balans. Det är tekniker som ska täcka behov av såväl momentan flexibilitet, så kallade balanstjänster, som balansering på längre sikt, som dagar, veckor och månader, och utgör därmed en palett av lösningar.

Vätgas – energibärare med stor potential

På senare år har vätgas kommit att ta allt större plats i diskussionen om framtidens energisystem, men vätgas har använts inom flera områden det senaste seklet. Vätgasens bidrag till energisystemet liknas bäst vid elektricitet. Det är inte en energikälla i sig utan kan användas för att lagra och överföra energi och sedan omvandlas tillelektricitet eller användas direkt.

Direkt elektrifiering är idag oftast det mest energieffektiva sättet att ställa om samhället, men i de fall elen inte går att använda direkt kan man i stället nyttja elen till att producera vätgas som i sin tur kan användas för en mängd olika ändamål. I kombination med en bränslecell utvinns energin inom vätgasen och kan därmed nyttjas som elektricitet. Om energin som används för att framställa vätgasen är klimatneutral tillkommer inga utsläpp eftersom den enda restprodukten som bildas vid förbränningen är rent vatten.

Vätgasens användningsområden är stora. Att använda den inom industrin, till exempel i framställning av fossilfritt stål, är det mest uppmärksammade användningsområdet, men gasen används även inom bland annat den kemiska industrin för produktion av ammoniak och gödningsämnen och den petrokemiska industrin för omvandling av råolja till bensin och diesel. Det finns också en stor potential i att koppla vätgasproduktionen till vind- eller solkraft och därmed öka lagringskapaciteten och göra de väderberoende kraftslagen mer planerbara. Sannolikt skulle det komma med stora initiala kostnader, men nyttjandegraden av kraftslagen skulle öka och över tid skulle kostnaderna minska. Vätgas väntas etableras i större skala i flertalet sektorer främst som energibärare och fordonsbränsle i takt med klimatomställningen. Även den värme som bildas under energiomvandlingen kan tillvaratas för ytterligare energiutvinning.

Det möjliga bidraget från vätgastekniken för klimatomställningen är stort, genom möjligheterna att eliminera kol och andra fossila produkter inom flera sektorer, exempelvis för framställandet av fossilfritt stål. En ökad användning av vätgas skulle kunna bidra till att komplettera elektrifieringen och kraftigt minska klimatpåverkan, men tekniken behöver förfinas och elproduktionen som krävs för att framställa vätgasen behöver öka.

Nya generationens kärnkraft – små modulära och avancerade modulära reaktorer

Kärnkraften inrättades i Sverige i mitten av 1950-talet för första gången. Trots att tekniken har utvecklats under flera årtionden har ny kärnkraft brottats med både ekonomiska och politiska svårigheter. Små modulära reaktorer (SMR) syftar bland annat till att lösa frågan om ekonomi inom kärnkraftsbranschen. SMR är i grunden en mindre version av en stor kärnreaktor. Eftersom en SMR kan fungera utan flera av de system som är nödvändiga för att säkerställa att en större reaktor fungerar kan en SMR placeras mer flexibelt, till exempel närmare platser där behoven är som störst.

Behovet av mer energi på kort sikt är stort samtidigt som utbyggnaden av kärnkraft tar lång tid. Det råder mot den bakgrunden inga tvivel om att andra kraftslag bättre kan tillgodose det kortsiktiga behovet. För att klara klimatomställningen är det dock centralt att vi planerar för såväl de kortsiktiga som de långsiktiga behoven. När avvecklingsplanerna från 1980 ströks under 2000-talet har flera moderniseringar, säkerhetshöjande åtgärder och prestandahöjningar genomförts för att kärnkraftverken ska kunna drivas fram till 2040-talet. Samtidigt innebär det att dagens reaktorer inom en någorlunda närliggande framtid kommer att fasas ut, alternativt behöva större investeringar för att öka livslängden. Sverige behöver vara förberedda på den situationen och säkerställa att ny teknik kan ersätta befintliga reaktorer i god tid innan de tas ur drift. SMR kan finnas kommersiellt tillgängligt om cirka tio år. Det kommer alltså inte att vara en tekniklösning som åtgärdar dagens akuta problem men tekniken har potential att bli en viktig pusselbit längre fram i tiden.

Att reaktorerna kan byggas mindre med SMR-tekniken – den yta som krävs är ungefär lika stor som en fotbollsplan – leder, förutom ökad flexibilitet, till kortade ledtider. Den mindre storleken och den totala minskningen av komplexiteten gör att en SMR i princip kan byggas i en fabrik med standardkomponenter, vilket förkortar ledtiden samtidigt som det minskar den totala projekt- och affärsrisken.

Utöver SMR är även den så kallade AMR-tekniken (avancerade modulära reaktorer) under utveckling. AMR är ännu i sin linda, men utsikterna för tekniken är intressanta. AMR har ett effektivare bränsleutnyttjande än dagens reaktorer. Uppskattningar visar att AMR kan utnyttja bränslet upp till 100 gånger effektivare, vilket minskar tiden som det använda bränslet kommer att behöva slutförvaras.

Utvecklingen inom kärnkraften har gått in i ett nytt skede. Flera länder planerar stora investeringar. En utbyggnad av den nya generationens kärnkraftverk skulle avsevärt öka produktionen av el. Att bygga mindre är heller egentligen inte nytt. Det gjordes när industrin var i sin linda och inom den militära och marina sektorn. Branschen har helt enkelt gått tillbaka till ett mindre storskaligt tillvägagångssätt.

Batterilagring – i elnäten och för hemmabruk

Den mest kända typen av lagring av el sker i batterier. Genom batterier i elektroniska apparater i våra hem och i våra bilar har vi skapat oss en möjlighet att använda elen när den behövs. Idag är den enskilt största utmaningen med batterier, oavsett användningsområde, priset.

Utvecklingen av batterier går dock otroligt fort och liknas ibland med utvecklingen av mikrochips. Mer effektiva och kostnadseffektiva batterier innebär att marknaden för batterier växer år efter år. Inom elnätet är batterilager en flexibilitetsresurs som kan placeras på olika platser i elnätet, antingen i distributionssystemet, i anslutning till produktion eller hos konsumenten.

Många nyttor med batterilagring kan idag uppnås när de placeras hos konsumenten. Idag finns de flesta batterilager därför placerade i offentliga byggnader eller hos större fastighetsägare. Batterier för hemmabruk har ökat i en hög takt under de senaste åren, inte minst i och med att det sedan 2016 går att söka bidrag för att installera ett sådant system. Samtidigt finns flera forsknings- och utvecklingsprojekt för att installera batterier i det svenska energisystemet.

Batterilagring i elnätet har prövats av olika aktörer för att möta utmaningen med kapacitetsbrist. Utbyggnaden är snabb, flexibiliteten är god och möjligheterna bedöms stora. Flera företag driver batterilagringssystem i kombination med både vind- och solkraftsparker på flera platser i Europa och det har prövats att koppla batterier till solcellsanläggningar för att lagra överskottsproduktion av solel.

Allt eftersom vårt energisystem baseras på produktionen av variabla kraftslag som vind- och solkraft med effekttoppar och dalar som naturlig följd blir möjligheten till lagring ett flexibelt sätt att kapsla in effekttoppar på. Den ökade volatiliteten i elsystemet som en sådan övergång skulle medföra kan delvis hanteras av att framtidens vindkraft kommer att producera dubbelt så mycket effekt med samma antal verk till följd av större och mer effektiva anläggningar. Den ökade volatiliteten kan också avhjälpas med en utbyggd batterilagring vid dessa parker.

Dagens politiska debatt om de variabla energislagen handlar till stor del om hur volatiliteten ska hanteras. Det råder inga tvivel om de klimatmässiga fördelarna med de förnybara väderberoende kraftslagen. Om tekniken kan bidra till förbättrad frekvensreglering av de väderberoende kraftslagen och i elsystemet generellt har vi kommit en lång bit på vägen mot ett effektivare och mer stabilt användande av såväl vind- som solkraft.

Pumpkraftverk – storskalig lagring med genombrottet runt hörnet

Pumpkraftverk är en beprövad teknik som möjliggör storskalig lagring av el. Genom att använda den beprövade vattenkraftstekniken och vattenmagasin i till exempel övergivna gruvor kan ett pumpkraftverk anläggas för att lagra energi på ett helt nytt sätt. I grunden fungerar tekniken så att vatten pumpas till ett magasin i den övre delen av gruvan när tillgången på el är stor, för att sedan ledas tillbaka till ett lägre magasin när behovet av el ökar. På vägen mellan magasinen passerar vattnet elgenererande turbiner.

Tekniken är både flexibel och kostnadseffektiv samtidigt som den har god livslängd. Eftersom gruvorna redan finns på plats krävs inga nya utgrävningar och de krafter som producerar elen utgörs av vatten och gravitation. Den el som lagras är också klimatsmart, förutsatt att elen som används för att pumpa vattnet upp genom gruvschaktet producerats genom rena energikällor. Till följd av den flexibilitet som möjliggörs av att vattnet leds upp genom gruvan när elproduktionen är hög minskar också ansträngningen i elsystemet. Just nu pågår olika förstudier på olika platser i Norden, inklusive en möjlig demonstrationsanläggning på Åland, för att utreda möjligheter för byggande av storskalig energilagring i gruvor.

I tider där energiproduktionen står inför stora utbyggnader, bland annat av väderberoende produktion som sol- och vindkraft, i kombination med att energisystemet förändras samtidigt som behoven ökar snabbare än utbyggnaden kan leverera, behöver vi förlita oss till teknikutveckling. Eftersom energibehovet ökar för varje år, och vi behöver lösa bristen på frekvensreglering i det svenska elnätet, krävs mer lagrad energi. Pumpkraft är en del av den innovationskraft inom energilagring som vårt samhälle behöver mer av i vår kamp mot klimatutmaningen.

Compressed Air – mångsidig teknik för energilagring

Compressed air, eller lagring av komprimerad tryckluft, är likt pumpkraftverken flexibel lagringsteknik som utnyttjar det fönster där tillgången på el är större än efterfrågan för att lagra elen till senare tillfällen. Luften som komprimeras lagras i reservoarer, underjordiska grottor, i kärl eller i rörledningar. Genom upphettning expanderar luften och leds vidare till en konventionell turbingenerator som på så vis producerar elektricitet när efterfrågan på el är större än tillgången.

Vid sidan av pumpkraft är compressed air en av få storskaliga lagringstekniker som är kommersiellt gångbar, men tekniken har ännu sina utmaningar. Den värme som används för att hetta upp luften och som inte återvinns innebär ett betydande energibortfall. Det pågår dock framgångsrika försöksverksamheter och vissa demonstrationsanläggningar som prövar andra generationens teknik med kostnader och högre energieffektivitet.

Vind- och solkraft – fortsatt snabb utveckling

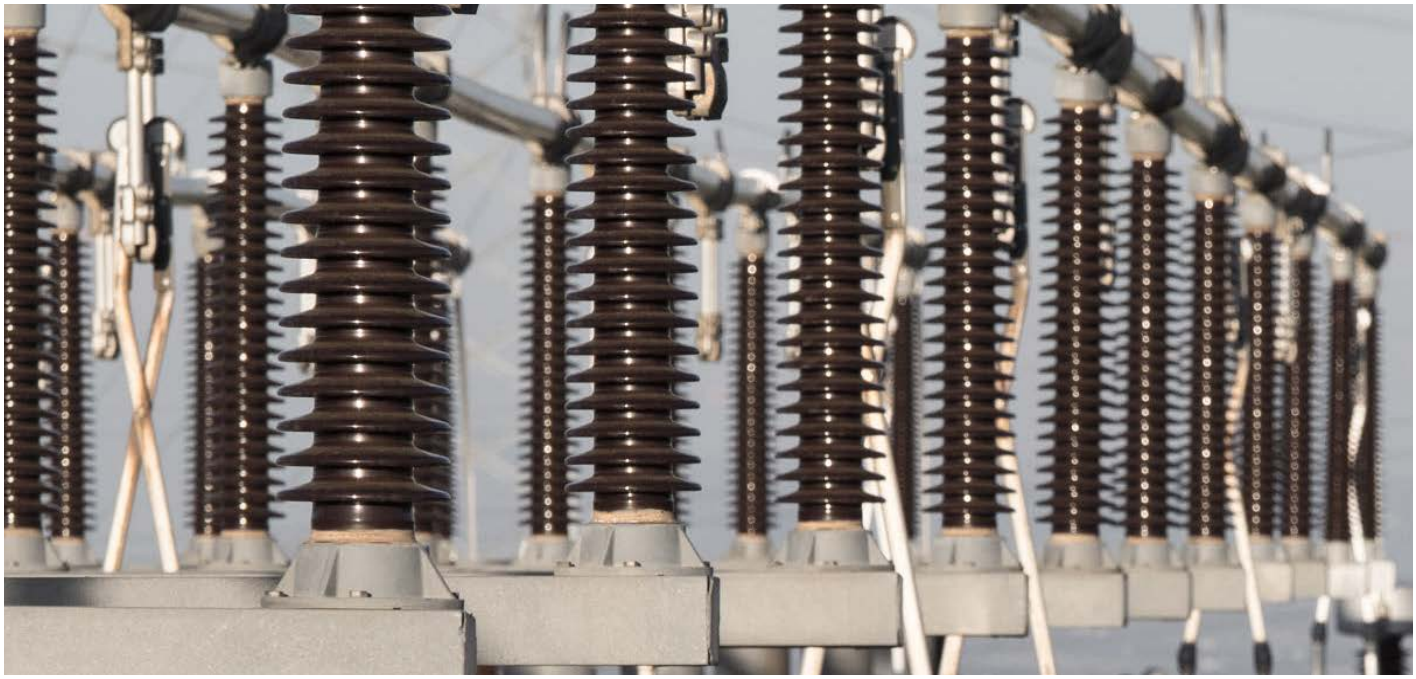
Vindkraft har gått från att vara en marginell företeelse i det svenska elsystemet till att nu stå för närmare 20 procent av den svenska elproduktionen. År 2008 var det endast 1 procent av elproduktionen som utgjordes av vindkraft. Teknikutvecklingen har varit snabb med effektivare vindkraftverk och lägre kostnader. Hittills har den absoluta majoriteten av vindkraften placerats på land, men det förväntas nu en stor ökning av havsbaserad vindkraft, vilket möjliggör större vindkraftsparker med god tillgång på vind. Kostnadsminskningarna har gjort att vindkraft under flera år har varit det kraftslag som varit mest fördelaktigt för investerare att bygga i Sverige.

Vindkraftens väderberoende gör att andra lösningar måste täcka behovet när det inte blåser och här har vattenkraften spelat en viktig roll i Sverige. Elnäten gör det möjligt att täcka behov från andra regioner och länder samtidigt som det går att exportera överskott. Genom tillförseln av vindkraft har det svenska elsystemet som helhet varit nettoexportör av el sedan 2011 och de senaste åren exporterat drygt 15 procent av den svenska elproduktionen.

Solkraft står ännu för en liten del av elproduktionen i Sverige. Mindre än 1 procent av elproduktionen som är ansluten till elnätet utgörs av solkraft, men samtidigt matas stora delar av solelen inte ut på elnätet utan används direkt där den produceras.

Decentrala system – teknikutveckling och digitalisering för nya sätt att optimera

Traditionellt har elsystemet optimerats och balanserats av elbolag på nationell-, regional- och lokal nivå och även med samarbeten över landsgränser. På senare tid har nya sätt att optimera systemet växt fram. Decentraliserade lösningar där till exempel en fastighet optimerar sin el- och energiförbrukning och med hjälp av digitala lösningar och artificiell intelligens optimerar egenproducerad solkraft, uppvärmning, ventilation, elbilsladdning, fjärrvärme och el från elnätet i en helhet. Liknande lösningar kan även användas i en park av vindkraftverk som kan ha lagring, till exempel i form av batterier, för att göra den el som levereras från parken, inklusive batteriet, mindre väderberoende.



Statens ansvar – ett ramverk för att främja innovationer

Som vi har visat i rapportens tidigare avsnitt är energiförsörjningen en central fråga för klimatet, försörjningstryggheten och konkurrenskraften. Alla centrala förändringar i svensk energisektor har också sin grund i stora tekniska innovationer drivna ur en blandning mellan visionär framtidstro och stort, tidskritiskt förändringsbehov. I vissa fall har staten stöttat direkt, i andra har staten byggt ramverk för att uppmuntra innovationerna. I de historiska teknikskiftena på 1900-talet var stora delar av energisektorn statligt kontrollerade, medan vi nu har marknadsbaserade lösningar där staten kan peka ut en långsiktig riktning och skapa förutsättningar för innovation och utveckling.

Dagens marknadsmodell utvecklades för att genomföra en optimering av produktionen för kommande dag och modellen har fungerat väl för att styra produktionsoptimering på kort och lång sikt. Det är möjligt att marknadsmodellen kan behöva justeringar över tid, men framför allt är det viktigt med långsiktiga spelregler från staten.

Idag är utmaningarna enorma. Under loppet av ett par decennier behöver Sverige:

— Bygga tillräckligt med elproduktion för att matcha den kraftigt ökade efterfrågan.

— Säkerställa att elproduktionen är koldioxidfri.

— Bygga tillräckligt med elöverförings- och distributionskapacitet.

— Hantera stabiliteten och säkerheten i elsystemet.

— Säkra god tillgång på el till konkurrenskraftiga priser för företag och hushåll.

Dessutom behöver dessa saker genomföras så kostnadseffektivt som möjligt och tidsmässigt matcha behoven hos våra nya industrier.

Utifrån vår analys och exempel med tekniksprång kan vi konstatera att det inte är staten som kommer lösa dessa problem. Det är uppenbart att det är företag och människors innovationskraft som är drivkraften bakom och som kommer att skapa framtida teknologiska skiften. Trots detta faktum kretsar mycket av energidebatten fortsatt kring förslag som bättre skulle höra hemma i en planekonomi och kring särlösningar för specifika teknologier.

AFRY är naturligt teknikoptimistiska och marknadstillvända. Med vår erfarenhet av att arbeta nära energisektorns många företag ser vi att Sverige och världen behöver lösningar som breddar marknaden, som ser till att människors och företags innovationskraft får friare spelrum, snarare än att staten intervenerar ytterligare.

Om Sverige kan fokusera på att främja marknadens dynamik och möjliggöra ett sunt innovationsklimat, även i energisektorn, kommer vi på allvar ha en chans att producera tillräckligt mycket ren energi för att nå klimatmålen och ett samhälle med netto-noll utsläpp till 2045.

AFRYs tiopunktslista med policyrekommendationer för att energisektorns innovationskraft ska accelerera omställningen till ett hållbart samhälle

1. Inför stabila och teknikneutrala regleringar för kraftproduktion

Det finns inga motsättningar mellan de olika energislagen i en värld där vi behöver så mycket ren el som möjligt och där mer och mer ska elektrifieras. För att nå netto-noll utsläpp behöver vi många kraftslag i en optimal mix. Staten bör därför införa teknikneutrala och långsiktiga regleringar och målsättningar där ny kraftproduktion uppmuntras, och befintlig kraftproduktion kan utvecklas.

2. Effekthöj vattenkraften

Den pågående nationella planen för omprövning av vattenkraft (NAP) riskerar att leda till betydande förluster av effekt och reglerbar kraft. Som ett första steg behöver staten ta ett samlat ansvar för att ambitionerna om maximalt 1,5 TWh effektförlust säkerställs, men detta är inte tillräckligt. Staten behöver även säkerställa ett långsiktigt ramverk som gör det möjligt att effekthöja befintliga vattenkraftverk där det är möjligt. Beräkningar visar att befintlig vattenkraft skulle kunna effekthöjas med cirka tio procent. Varje effekthöjning som kan genomföras kommer vara värdefull för energisystemet.

3. Främja ett nytt regelverk för vätgas

För att understödja den tekniska utvecklingen av vätgas behöver incitament skapas som gör det möjligt för vätgasanläggningar att balansera kraftsystemet. Det behövs en ekonomisk struktur, till exempel genom tariffer, och en tydlighet kring hur vätgas ska beskattas. Idag finns en reglering av intäkterna för elnät och naturgasnätet. En liknande tydlighet behöver även finnas för ett framtida nät för vätgasledningar.

4. Teknikneutrala villkor för kärnkraft

Tills nyligen har de som förespråkat en utbyggnad av kärnkraften gjort det i traditionella termer: de nya kärnkraftverken skulle byggas med samma teknik som de befintliga. Denna debatt har sedan några år förflyttats till följd av tekniska framsteg. Idag är det primärt SMR-tekniken som lyfts fram, men politiska beslut gör det i praktiken omöjligt. Det är i grunden ett politiskt beslut om kärnkraft ska vara ett energislag som vi kan använda oss av. Om så ska vara fallet behöver kärnkraften ges teknikneutrala villkor för att möjliggöra byggnation om det visar sig ekonomiskt lönsamt. Exempelvis behöver begränsningen i miljöbalken kring på vilka platser kärnkraftverk får anläggas, och om antalet kärnkraftverk, tas bort. Även andra regleringar, såsom Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter, behöver uppdateras.

5. Korta och förbättra tillståndsprocesserna

Idag är tillståndsprocesserna alldeles för långsamma och oförutsägbara – allt för få ansökningar godkänns. Dessutom är acceptansen hos allmänheten alldeles för låg för byggnationer. Här måste hinder rivas och vi behöver nå en högre acceptans för utbyggnaden av olika kraftslag. Sverige behöver inte bara behålla utbyggnadstakten som vi haft det senaste decenniet – vi behöver öka takten för att möta den förväntade efterfrågan. Här finns det intressanta tankar inom EU kring så kallade go-to areas, som är utpekade områden som är förhandsgranskade och där mycket förenklade tillståndsprocesser skulle gälla.

6. En elnätsreglering som premierar innovation och teknikutveckling

Idag är intäkterna för nätet reglerat på ett sätt som inte gynnar teknisk innovation. De som ska bygga nätet måste investera för att möta den förväntade utvecklingen och inte behöva vänta på att det redan är för sent. Samtidigt ser vi ett gigantiskt behov av nya elnät. Sverige behöver en elnätsreglering som gör att teknisk innovation premieras.

7. Tillsätt en målkonfliktsutredning

I arbetet med nyetablering av industriföretag som skulle kunna bidra i klimatomställningen blir det ofta tydligt att konflikten står mellan lokala miljöintressen och långsiktiga klimatmål. Båda sidorna måste beaktas, men relationen måste bli tydligare. Vi föreslår därför att en statlig utredning går till botten med vilka intressen som ska prioriteras och att utredningen får i uppdrag att komma med förslag på hur klimatomställningen ska få företräde i omställningsarbetet.

Även andra intressen, exempelvis militära – som ofta står i konflikt med intressen i energiinfrastrukturen – bör beaktas. Vad gäller militära intressen måste vi också se till landets totala intressen av ett starkt försvar där ett robust energisystem bör vara en central komponent.

8. Möjliggör flexibla elnätsanslutningar

Effektbristen är stor vid givna tidpunkter. Energiintensiva sektorer och företag nekas därmed anslutning till elnät till följd av att kapaciteten inte räcker till. Företag som vill vara flexibla och kan anpassa sin verksamhet utefter kapacitetsvariationerna nekas detta eftersom lagstiftningen inte medger flexibla till- och frånkopplingar i elnätet. I förlängningen riskerar det att leda till att stora internationella etableringar som förutsätter tillförlitlig energiförsörjning uteblir, med förlorade arbetstillfällen, samt försämrad konkurrenskraft och samhällsutveckling som följd.

Motsvarande situation gäller även för ny elproduktion, där elproducenter kan tänka sig att själva reglera inmatningen till elnätet till en flexibel maxnivå, men där detta idag inte tillåts. Marknaden kan och vill lösa problemen på egen hand, men då måste den också tillåtas att göra det.

9. Stärk kompetensförsörjningen och främja forskningen

Likt andra sektorer skriker energibranschen efter medarbetare med rätt kompetens och erfarenhet. Det krävs ett helt ekosystem för att Sverige skall få fler ingenjörer. Vi måste börja tidigt i skolan, men också se till att styra resurstilldelningen bättre, skapa närmare samverkan mellan akademin och näringsliv, samt formulera ett nationellt mål om hur många som ska utbilda sig inom tekniska utbildningar.

10. Främja digitaliseringen

Inom många områden i ekonomin har digitaliseringen gått enormt fort. I energisektorn behöver mer göras. Användarflexibiliteten behöver utvecklas, framför allt i form av smarta tjänster. Ett sådant tydligt exempel är att byggnader kan värmas upp under andra timmar än toppbelastningstimmarna på ett dygn,helt enkelt eftersom byggnadstemperaturen ändras långsamt.

Digitalisering i elnät kan ge ökad flexibilitet och bättre utnyttjande av redan befintlig infrastruktur, vilken kan minska flaskhalsar och undvika eller senarelägga vissa investeringsbehov. Även tillståndsprocesser kan digitaliseras för att möjliggöra högre effektivitet och mer parallellt arbete för att korta ledtiderna.

AFRY är ett ledande europeiskt företag med global räckvidd inom teknik, design och rådgivning. Vi accelererar omställningen mot ett hållbart samhälle.

Vi är 17 000 hängivna experter inom infrastruktur, industri, energi och digitalisering, som skapar hållbara lösningar för kommande generationer.

Making Future

AFRY
ÅF PÖYRY