

ÄRENDENR: 2020/3893 DATUM: 2020-11-04

# Forsknings- och utvecklingsplan 2021 - 2024



# Svenska kraftnät

---

Svenska kraftnät är ett statligt affärsverk med uppgift att förvalta Sveriges transmissionsnät för el, som omfattar ledningar för 400 kV och 220 kV med stationer och utlandsförbindelser. Vi har också systemansvaret för el. Vi utvecklar transmissionsnätet och elmarknaden för att möta samhällets behov av en säker, hållbar och ekonomisk elförsörjning. Därmed har Svenska kraftnät också en viktig roll i klimatpolitiken.

## Foto

Tomas Ärlemo, Johan Alp, Shutterstock

Org. Nr 202 100-4284

## SVENSKA KRAFTNÄT

Box 1200  
172 24 Sundbyberg  
Sturegatan 1

Tel 010-475 80 00  
Fax 010-475 89 50

[www.svk.se](http://www.svk.se)



Det nordiska kraftsystemet genomgår stora förändringar med en växande andel icke planerbar elproduktion, minskande andel konventionell elproduktion, samtidigt med ett ökat elberoende i samhället samt förändringar i elanvändningen och ett ökat utnyttjande av digitaliseringens möjligheter.

FoU är här en viktig förutsättning för att Svenska kraftnät ska ha en central roll för en hållbar och säker elförsörjning under den pågående omställningen av kraftsystemet. Svenska kraftnät behöver därför ta en aktiv roll i forskning och utveckling inom alla våra kärnkompetensområden.

Svenska kraftnät har uppdraget att bedriva forskning, utveckling och demonstration. Verket fullgör denna uppgift inom ramen för en årlig budget om 30 mnkr, som finansieras med tariffintäkter. Denna fyraåriga forsknings- och utvecklingsplan anger verksamhetens inriktning under perioden 2021 – 2024.

Under 2020 indelades FoU-organisationen i fyra strategiska FoU-områden, vilket speglas i FoU-planen. För de fyra FoU-områdena har för 2021 budgeterats.

Ny teknik 10,0 mnkr  
Systemutmaningar 9,0 mnkr  
Digitalisering 2,0 mnkr  
Kompetensförsörjning 9,0 mnkr

Dessa belopp är indikativa och kan komma att justeras under året om ändrade resursbehov motiverar detta. Svenska kraftnät får även använda delar av elberedskapsanslaget för FoU-verksamhet. Normalt disponeras ca 10 mnkr årligen. Den medelsanvändningen beskrivs inte i denna plan, utan redovisas separat inom ramen för elberedskapsverksamheten.

Sundbyberg den 4 november 2020

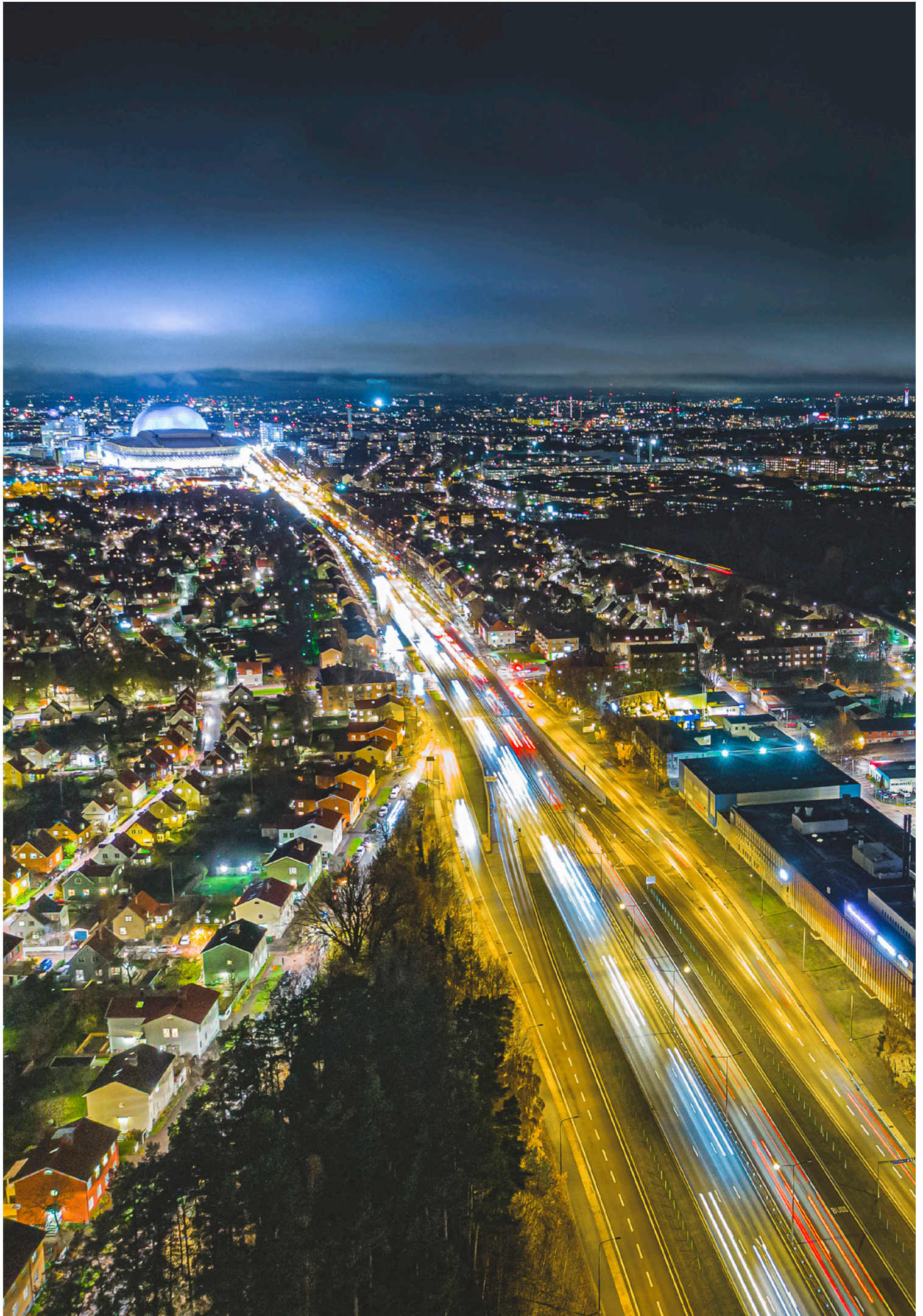
A handwritten signature in blue ink, reading "Lotta Medelius-Bredhe". The signature is fluid and cursive.

Lotta Medelius-Bredhe  
Generaldirektör

# Innehåll

1	Inledning.....	7
1.1	Omvärldsanalys.....	7
1.2	Forskning och utveckling på Svenska kraftnät .....	8
1.3	Syfte med FoU-planen .....	9
1.4	Strategiska FoU-områden.....	9
1.4.1	Ny teknik.....	9
1.4.2	Systemutmaningar .....	10
1.4.3	Digitalisering.....	10
1.4.4	Kompetensförsörjning .....	10
1.5	Finansiering .....	10
2	Ny teknik.....	11
2.1	Om FoU-området.....	11
2.1.1	Stationer .....	11
2.1.2	Luftledning.....	12
2.1.3	Kablar .....	12
2.1.4	Strategisk förvaltning.....	13
2.1.5	Miljö och samhälle .....	13
2.2	Syfte och mål .....	13
3	Systemutmaningar .....	14
3.1	Om FoU-området.....	14
3.1.1	Systemstabilitet och driftsäkerhet .....	14
3.1.2	Energilager och förbrukningsflexibilitet .....	16
3.1.3	Elmarknad och styrmedel .....	17
3.1.4	Integration av förnybar elproduktion.....	17
3.2	Syfte och mål .....	17
4	Digitalisering .....	19

4.1	<i>Om FoU-området</i> .....	19
4.1.1	<i>Digital säkerhet</i> .....	19
4.1.2	<i>Digitalisering av modeller och analysverktyg</i> .....	20
4.1.3	<i>Övervakning och visualisering</i> .....	21
4.1.4	<i>Realtidsstyrning</i> .....	21
4.2	<i>Syfte och mål</i> .....	22
5	<i>Kompetensförsörjning</i> .....	23
5.1	<i>Om FoU-området</i> .....	23
5.2	<i>Syfte och mål</i> .....	23



# 1 Inledning

Denna forsknings- och utvecklingsplan (FoU-plan) utgår ifrån indelningen av FoU-verksamheten i fyra strategiska FoU-områden där två av områdena byter namn under 2020. I det följande ges en introduktion till FoU-planen. Därefter beskrivs behov av och syfte med FoU inom fyra strategiska FoU-områden. Kapitlen 2 – 5 är strukturerade på likformigt sätt. Planen sträcker sig över fyra år och revideras en gång efter två år.

## 1.1 Omvärldsanalys

Omvärlden ändras kontinuerligt. Det måste Svenska kraftnät förhålla sig till, för att kunna ligga i framkant avseende FoU för verkets ändamål. Följande är viktiga frågor som måste beaktas:

- > Klimatmål – Svenska kraftnät har en viktig roll för att bidra till att klimatmål på svensk, nordisk och europeisk nivå ska kunna nås. Ett svenskt transmissionsnät med utlandsförbindelser är viktiga möjliggörare för överföring av elektrisk energi.
- > Energiomställning och ökad elektrifiering – Elenergin produktionsmix förändras. Andelen volatila energikällor ökar samtidigt som andelen planerbar elproduktion förväntas minska. Till det kommer att många industrisektorer planerar att elektrifiera sin verksamhet. Ett exempel är transportsektorn, ett annat är stålindustrin.
- > Kraftsystemets egenskaper påverkas av dessa förändringar, vilket skapar både utmaningar och möjligheter.
- > Flexibilitet – Nya kunder och nya behov. Fler kunder med stor elförbrukning vill ansluta sig, t.ex. datorserverhallar. Samtidigt är elnätet inte dimensionerat överallt för nya storförbrukare, vilket ökar behovet av elförbrukare som kan vara flexibla och förändra sin förbrukning både i tid och volym.
- > Att bygga elnät tar kalendertid – En ungefärlig uppskattning är att det tar cirka tio år att bygga en transmissionsledning, varav åtta år är förberedelser (koncession, projektering, ...) och två år för själva byggnationen.
- > Svenska kraftnäts roll – Det ställs allt högre krav på samhällets olika aktörer. Verksamheterna bekostas till största delen av tariffer som aktörerna på elmarknaden betalar. Transparens och kostnadseffektivitet är nyckelord.

- > Teknikutveckling – Nya lagringstekniker blir allt viktigare, såsom användning av vätgas och batterilager. Även ödrift av elsystemet kan bli aktuellt.
- > Digitalisering – Utvecklingstakten av digital teknik ökar alltmer. Analys och utveckling av verktyg krävs i ett allt mer komplext kraftsystem för bättre övervakning och mer styrning. Tillgängliga och kommande digitala lösningar för ökad automatisering behövs. Här återkommer frågan om användandet av Artificiell Intelligens (AI) och s.k. maskininlärning (eng. Machine Learning) för att effektivisera våra arbetssätt samt förstärkt User Experience (UX).
- > Cybersäkerhet – Digitala lösningar måste vara säkra. Speciellt samhällskritiska infrastrukturer, såsom eltransmission och – produktion, måste kunna ha motståndskraft (eng. resilience) mot digitala angrepp.

## 1.2 Forskning och utveckling på Svenska kraftnät

Forskning och utvecklingsarbete (FoU-arbete) handlar om att ta fram ny kunskap och att hitta nya lösningar. Mycket arbete som utförs inom linjeverksamheten har utvecklings- och innovationsinslag och kan till stor eller viss del betraktas som FoU, t.ex. arbete med ny nordisk balanseringsmodell (NBM). Denna plan gäller dock endast verksamhet som ligger inom ramen för FoU-budgeten.

FoU ska vara en naturlig del av verksamheten och i förlängningen bidra till att uppnå Svenska kraftnäts åtaganden. Enligt Svenska kraftnäts instruktioner och regleringsbrev ska Svenska kraftnät bedriva forskning, utveckling och demonstration. År 2009 fastställdes en FoU-policy som ligger till grund för FoU-verksamheten på Svenska kraftnät. Policyn är fortfarande giltig och den betonar vikten av att FoU-verksamheten stödjer Svenska kraftnäts långsiktiga prioriteringar och anger även att FoU-verksamheten ska bidra till en tryggad kompetensförsörjning samt att deltagande i internationellt FoU- och standardiseringsarbete är viktigt. Samordning mellan FoU-verksamheten och interna utvecklingsprojekt (som bedrivs utanför ramen för FoU-budgeten) är nödvändig för att nå samordningsvinster.

Svenska kraftnät deltar även i internationella FoU-projekt som verkar för vår FoU-policy och långsiktiga prioriteringar. För närvarande kan nämnas deltagandet i CoordiNet, IEC TC57 och MultiDC. Svenska kraftnät är även aktiv i CIGRE, ENTSO-E:s FoU-arbete, IEEE och samnordiska FoU-arbeten.

Det uppdrag som FoU-arbetet har på Svenska kraftnät kan sammanfattas med:

- > Säkerställa ett hållbart driftsäkert elsystem med hög tillgänglighet och rätt kapacitet



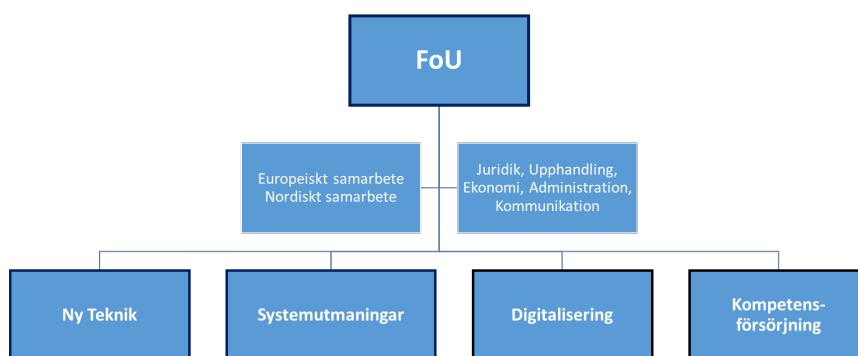
- > Utöva tekniskt ledarskap i framkant inom våra kärnområden
- > Driva innovation som möter framtidens utmaningar
- > Utveckla och attrahera kompetenta medarbetare

### 1.3 Syfte med FoU-planen

Svenska kraftnäts FoU-plan syftar till att fastställa viktiga områden för Svenska kraftnät att bedriva FoU inom och därigenom säkerställa att FoU-policyn följs samt att FoU-verksamheten stödjer Svenska kraftnäts långsiktiga utvecklingsmål och behov.

### 1.4 Strategiska FoU-områden

Forsknings- och utvecklingsarbetet på Svenska kraftnät är indelat i fyra strategiska områden: *Ny teknik*, *Systemutmaningar*, *Digitalisering* och *Kompetensförsörjning*, se Figur 1-1.



Figur 1-1. Svenska kraftnäts FoU-verksamhet 2020 – fyra strategiska områden.

#### 1.4.1 Ny teknik

Området Ny teknik innefattar forskning och utveckling som syftar till att utveckla ny teknik och ny kunskap som bidrar till ett mer personsäkert, driftsäkert, kostnadseffektivt och, inte minst, miljöanpassat transmissionsnät.

### 1.4.2 Systemutmaningar

Området Systemutmaningar innefattar forskning och utveckling som syftar till att Svenska kraftnät, med bibehållen driftsäkerhet för elkraftssystemet, ska kunna hantera de systemutmaningar som blir en följd av energiomställningen som bl.a. innebär en ökad andel icke planerbar elproduktion och en lägre andel konventionell elproduktion i det nordiska kraftsystemet. Samtidigt pågår även en stor förändring av förbrukningens lokalisering, volym och mönster genom de planer som finns på en omfattande elektrifiering av industrin och transportsektorn och samhällets ökande digitalisering.

### 1.4.3 Digitalisering

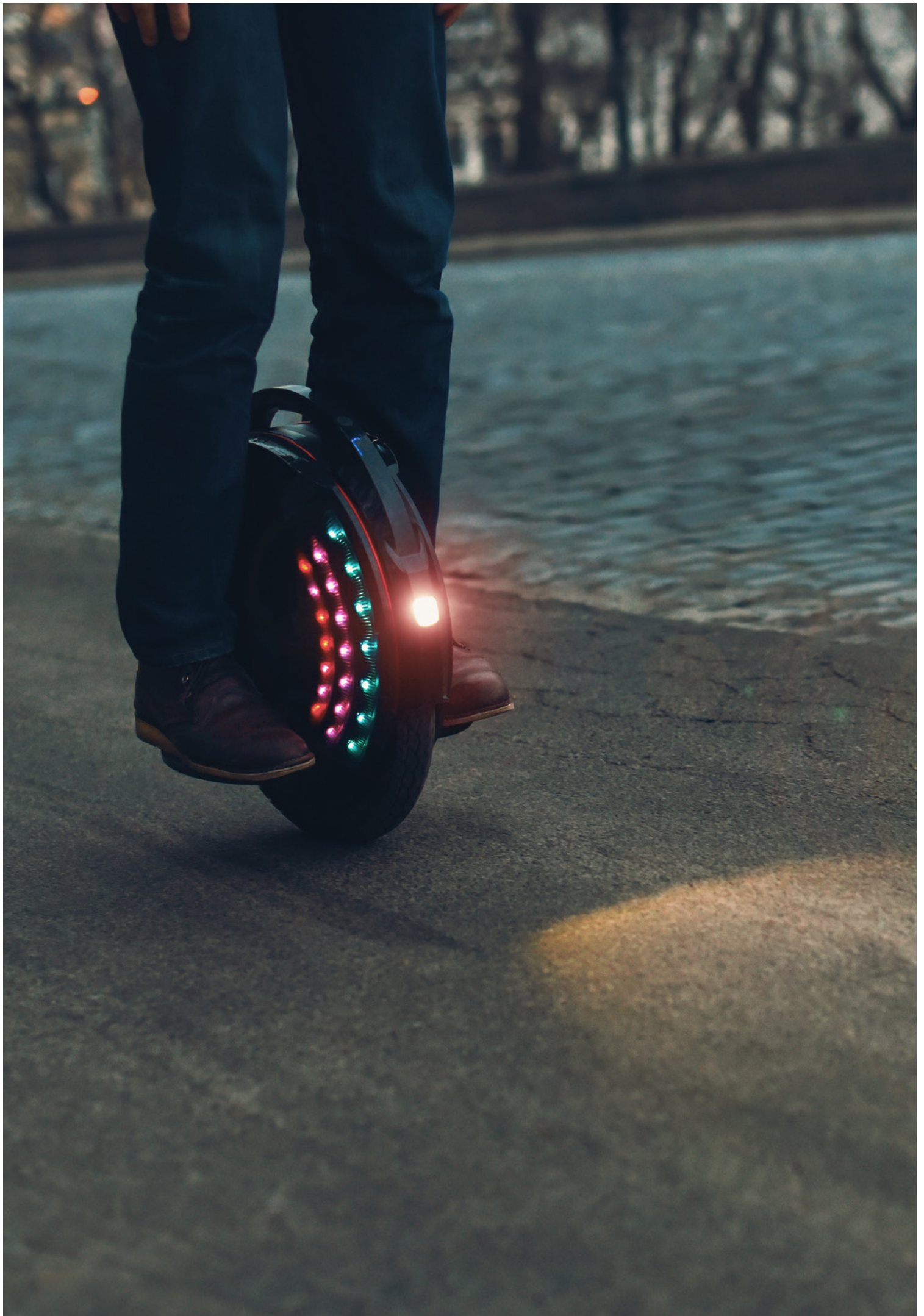
Området Digitalisering innefattar forskning och utveckling inom övervakning, styrning och automatisering av kraftsystemet. Övervakning av kraftsystemets drifttillstånd sker genom mätning och estimering baserad på systemmodeller. Från denna information är det viktigt att uppskatta kraftsystemets driftsäkerhet samt att vidta åtgärder för att upprätthålla eller förbättra den, både före och i drifttimmen. Här finns en stor potential till utveckling av Svenska kraftnäts verktyg för övervakning och styrning. Därtill är den digitala säkerheten kring IT-lösningar samt hur information hanteras av stor betydelse för bibehållen säker drift av kraftsystemet. Det pågår även flera digitaliseringsaktiviteter inom de andra FoU-områdena.

### 1.4.4 Kompetensförsörjning

Forskning och utveckling inom elkraftteknik har varit framgångsrik i Sverige och viktig för att skapa kunskap och förmåga för kraftföretagen och tillverkande industri. Verksamheten inom området Kompetensförsörjning syftar till att trygga den långsiktiga kompetensförsörjningen för elkraftbranschen i Sverige i allmänhet och för Svenska kraftnät i synnerhet.

## 1.5 Finansiering

Svenska kraftnäts FoU-budget är 30 mnkr för 2020, vilken finansieras av tariffintäkter. Därutöver finns 10 mnkr från beredskapsmedel att använda för FoU-åtgärder inom elberedskapsverksamheten.



## 2 Ny teknik

Svenska kraftnäts stationer, luftledningar och kablar bygger upp det svenska transmissionsnätet för el. Svenska kraftnät, och dess föregångare Statens vattenfallsverk, har genom historien varit framgångsrika i att tillsammans med högskolor, forskande företag och tillverkande industri utveckla nya tekniker.

### 2.1 Om FoU-området

Svenska kraftnät vill fortsättningsvis vara ett affärsverk för transmissionsnätet som bidrar till och driver på utvecklingen av ny teknik, vilket är till nytta för verket och branschen som helhet. Idag är det energieffektivitet, överföringskapacitet, tillgänglighet och miljö som är de övergripande målsättningarna med forskning och utveckling inom FoU-området Ny teknik.

FoU-området Ny teknik delas upp i nedanstående underområden.

- > Stationer
- > Luftledningar
- > Kablar
- > Strategisk förvaltning
- > Miljö och samhälle

Svenska kraftnät står inför en rad utmaningar. Inom FoU-området Ny teknik handlar dessa utmaningar bl.a. om att det transmissionsnät som verket förvaltar blir äldre och är i behov av förnyelse. Samtidigt finns ett ökat behov av att bygga nya förbindelser och stationer för att möjliggöra en ökad integrering av ny elproduktion, framförallt förnybar sådan.

För att kunna åstadkomma samtidig förnyelse och nybyggnad behövs förbättrade arbetsmetoder, ny teknik och nya material som ger ökad person- och driftsäkerhet, lägre kostnader, kortare genomförandetider, förenklat underhåll och inte minst bättre miljö. Det gäller både den globala miljöaspekten i form av exempelvis lägre energianvändning vid byggnation, drift och underhåll och den lokala i form av exempelvis mindre visuell påverkan och lägre elektriska och magnetiska fält.

#### 2.1.1 Stationer

Forskning och utveckling avseende stationsanläggningar syftar huvudsakligen till att öka person- och driftsäkerheten, samt att minska stationernas miljöbelastning under hela deras livscykel, från planering till projektering, uppförande, drift och underhåll samt avveckling och skrotning.

Många apparater i transmissionsnätets stationer innehåller material, oljor och gaser som kan vara skadliga för miljön om de inte hanteras på ett korrekt sätt. Forskning och utveckling som syftar till att ersätta dessa material, oljor och gaser med mer miljövänliga alternativ är därför prioriterat inom Svenska kraftnät.

I transmissionsnätets stationer finns viktig och omfattande utrustning för övervakning, styrning och kontroll. Den utveckling som sker inom data- och telekommunikation ger möjligheter till digitalisering av många delar av eller hela stationers kontrollutrustning, vilket kan möjliggöra införandet av nya funktioner för övervakning, styrning och kontroll av stationerna och transmissionsnätet.

### 2.1.2 Luftledning

Svenska kraftnät arbetar kontinuerligt med att utveckla nya och förbättra befintliga stolpar och grundläggningar för både 400 kV och 220 kV. Målsättningen med detta arbete är att standardstolpar och fundament ska underlätta alla stadier under kraftledningens livscykel, från planering till projektering, uppförande, förvaltning, samt avveckling och rasering.

Arbetet med att utveckla och förbättra standardstolpar och grundläggning för luftledningar sker främst i linjeverksamheten utanför ramen för FoU. Forskning och utveckling inom luftledningar som görs inom ramen för FoU är därför huvudsakligen inriktat på att ta fram ny kunskap som kan användas som beslutsunderlag för arbetet med standardstolpar, samt att utveckla och förbättra metoder för diagnostisering och utveckla nya och förbättrade hjälpmedel och metoder för förvaltning, drift och underhåll.

### 2.1.3 Kablar

Precis som när det gäller luftledningar arbetar Svenska kraftnät kontinuerligt med att utveckla och förbättra verkets kabelanläggningar. Även avseende kabelanläggningar är detta utvecklings- och förbättringsarbete inriktat på att ta fram standardlösningar, exempelvis avseende förläggnings- och installationsprinciper. Förhoppningen är att detta ska underlätta och förbättra alla stadier under kabelanläggningens livscykel, från planering till projektering, förläggning, förvaltning, samt avveckling och skrotning.

Även för kabelanläggningar sker mycket av arbetet med att utveckla och förbättra standardlösningar i linjeverksamheten. Forskning och utveckling som görs inom ramen för FoU är därför huvudsakligen inriktad på att ta fram ny kunskap som kan användas som beslutsunderlag för arbetet med att förbättra dessa standardlösningar, utveckla och förbättra metoder för diagnostisering, samt utveckla nya och förbättrade hjälpmedel och metoder för förvaltning, drift och underhåll. Forskning och utveckling

för kablar syftar också ofta till kunskapsuppbyggnad inom ett för Svenska kraftnät relativt nytt teknikområde.

#### 2.1.4 Strategisk förvaltning

Forskning och utveckling inom strategisk förvaltning syftar till att ta fram ny teknik och ny kunskap för att stödja verkets förvaltning och underhåll av transmissionsnätets anläggningar så att de fungerar som avsett under hela deras livstid på ett kostnadseffektivt och miljöanpassat sätt utan att kompromissa med personsäkerhet eller tillförlitlighet.

Svenska kraftnäts strategi för att uppnå detta innebär att man vill veta mer om tillståndet på våra anläggningar för att kunna optimera utbyten och underhåll. Fokus för den forskning och utveckling som bedrivs är därför att utveckla metoder, modeller och ny kunskap för att på ett effektivt sätt kunna införa ett tillståndsbaserat underhåll.

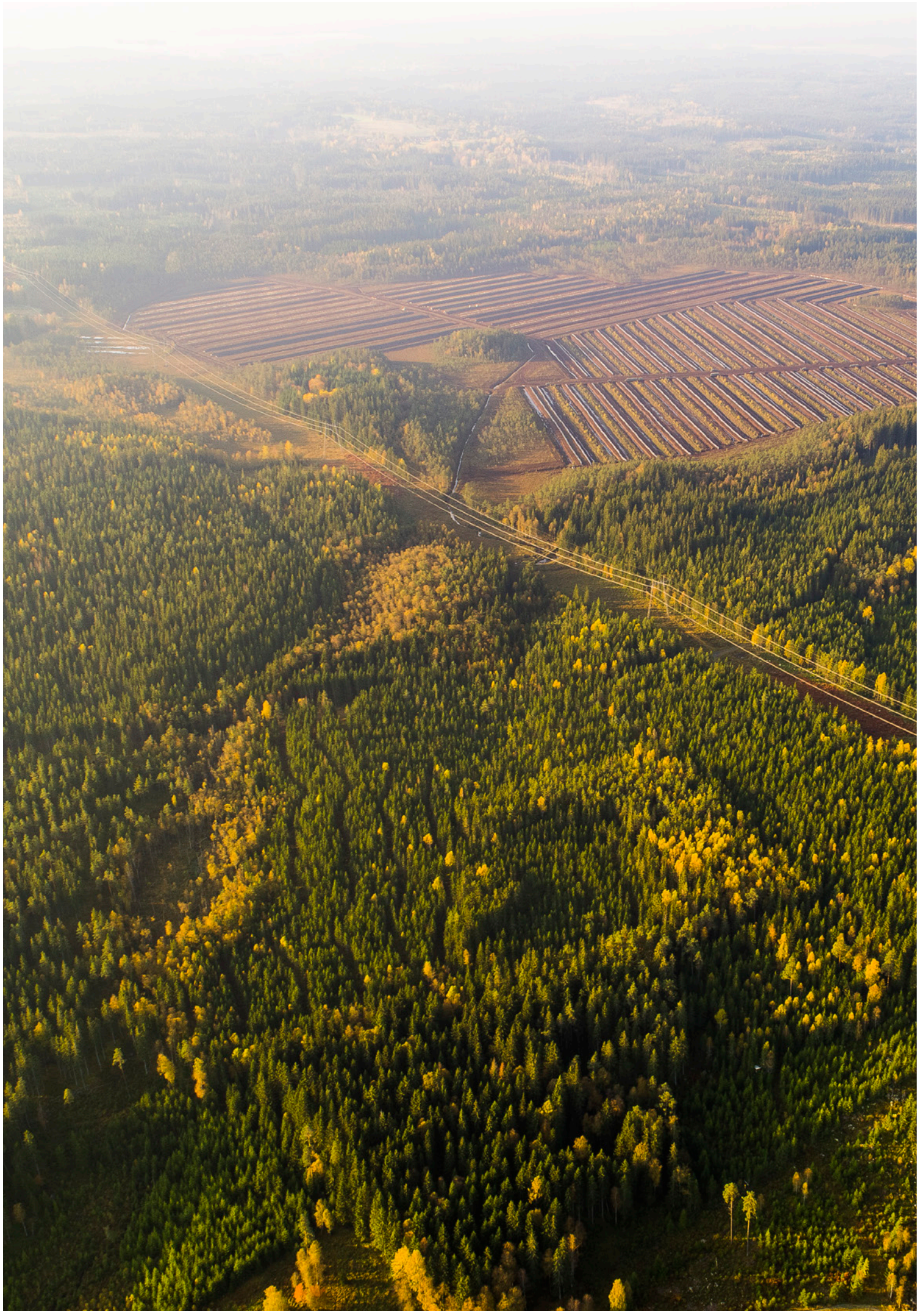
#### 2.1.5 Miljö och samhälle

Svenska kraftnäts verksamhet påverkar miljö, samhälle och människors hälsa. Speciellt vid uppförande av nya luftledningar blir detta tydligt. Forskning och utveckling inom området miljö och samhälle syftar därför till att ta fram ny teknik och ny kunskap för att så långt som möjligt minska denna påverkan för att öka samhällets acceptans för vår verksamhet och vår infrastruktur.

### 2.2 Syfte och mål

Syftet med FoU-verksamheten inom området Ny teknik är att bidra till utvecklingen av ny teknik och ny kunskap som bidrar till den övergripande visionen, att vara ledande för en hållbar och säker elförsörjning.

Målen inom området Ny teknik är framförallt kopplade till att skapa förutsättningar för att uppnå ett transmissionsnät med hög tillgänglighet och rätt kapacitet. Det ska gå att tillämpa och implementera nya tekniklösningar, utrustningar/apparater, konstruktioner, material eller arbetsmetoder som är ett resultat av de FoU-åtgärder som bedrivs inom området.



## 3 Systemutmaningar

Kraftsystemet genomgår stora förändringar vilka kommer att fortsätta framöver genom den pågående energiomställningen som bl.a. är en följd av den energiöverenskommelse som träffades 2016 och uppfyllande av de klimatpolitiska målen. Det innebär en fortsatt omställning till förnybar energi vilket förändrar kraftsystemet. Det som på ytan kan se ut som att ett produktionsslag ersätts av ett annat får betydligt djupare följder när det ses ur kraftsystemets drift- och leveranssäkerhetsperspektiv. Samtidigt med denna omställning av produktionssystemet planeras för en omfattande elektrifiering av olika industrisektorer och transportsektorn. Tillsammans med etablering av stora serverhallar så medför det sammantaget även stora förändringar av förbrukningens lokalisering, volym och mönster. De utmaningar som dessa stora förändringar av kraftsystemet för med sig leder till att många olika åtgärder måste utvecklas, utvärderas och sedan genomföras.

### 3.1 Om FoU-området

Det är viktigt att utveckla effektiva lösningar som möter systemutmaningarna. Sådana lösningar kan exempelvis bestå av teknikanpassningar, krav och regler för produktion, förbrukning och elnät samt anpassning av elmarknaden. Området spänner även över elkvalitets- och driftsäkerhetsfrågor. FoU-verksamheten inom Systemutmaningar kan delas upp i nedanstående underområden.

- > Systemstabilitet och driftsäkerhet
- > Energilager och förbrukningsflexibilitet
- > Elmarknad och styrmedel
- > Integration av förnybar elproduktion

#### 3.1.1 Systemstabilitet och driftsäkerhet

En större andel icke planerbar elproduktion, nedlagda kärnkraftsreaktorer och mer decentraliserad produktion är utvecklingar som medför ett antal systemutmaningar. De här utmaningarna har adresserats i och med den senaste omorganisationen och bildandet av fyra divisioner inom verket. En stor del av utvecklingsprojekten inom detta underområde har fokuserat på frekvenskvalitet och frekvensstabilitet. Frekvensen är ett område som måste hanteras nordiskt tillsammans med de andra TSO:erna och projekten har genomförts inom linjeverksamheten och har därför fallit utanför ramen för FoU-budgeten. Att utvecklingsarbetet till stor del görs i den interna organisationens arbete beror även på att kompetensen kring de här frågeställningarna



behöver finnas hos Svenska kraftnät. Det är karaktäriserande för många av systemutmaningarna att de behöver hanteras på nordisk nivå.

Upprätthållandet av en hög driftsäkerhet och säkerställande av systemstabiliteten, vilket innefattar spännings-, frekvens- och rotorvinkelstabilitet, är Svenska kraftnäts ansvar och har hög prioritet. Utveckling av innovativa metoder och verktyg samt analyser inom dessa områden är därför av stor vikt. Vidareutveckling av elmarknaderna behövs för att anpassas till dessa nya förutsättningar.

### **Frekvensstabilitet och balansering**

De stora förändringar i kraftsystemet som nämnts innebär att kraftsystemet får förändrade egenskaper som medför stora utmaningar. Systemet blir mer störningskänsligt och det kommer att vara en utmaning att bibehålla god frekvenskvalitet och hantera balansregleringen i det nordiska synkrona kraftsystemet med mindre konventionell produktion och mer icke planerbar produktion. Det finns en risk att det inte blir möjligt att upprätthålla frekvensstabiliteten när en del av dagens kärnkraftsreaktorer tas ur drift. Förnybar elproduktion som vindkraft ansluts dessutom asynkront och bidrar därför inte till systemets rotationsenergi. Dessa frågor behöver hanteras på nordisk nivå och gör att forskning och utveckling inom området är mycket högt prioriterade.

### **Effektbrist**

Att hantera en på lång sikt ökande risk för effektbrist är en utmaning som blir aktuell i och med nedläggningen av kärnkraft och utbyggnaden av den väderberoende vindkraften.

### **Spänning**

Kraftsystemets förändring med minskande bidrag till spänningshålningen från produktionsanläggningarna innebär att systemet blir störningskänsligare och spänningsstabiliteten försämras. För att kunna upprätthålla acceptabla nivåer för spänningen behöver lösningar utvecklas och etableras. Det är viktigt att det finns tillräckligt med reaktiva resurser i kraftsystemet samt att produktion fortsatt bidrar med reaktiv effekt.

### **Elkvalitet**

Omställningen av produktionsapparaten innebär att kraftsystemet får en lägre kortslutningseffekt. Det kommer att få en påverkan på elkvaliteten med avseende på spänning och frekvens och tillsammans med den ökande mängden kraftelektronik kommer det även att skapa ökande utmaningar med resonansfenomen i systemet. Det är viktigt för Svenska kraftnät att bevaka denna utveckling och sätta relevanta gränser

för hur mycket störningar i elkvaliteten (övertoner och flimmer) utrustning får skicka ut samt hur mycket utrustning ska tåla.

### **Bättre systemutnyttjande**

Exempel på projekt kan vara möjligheterna att med hjälp av förbättrade data och datainsamling och ökade möjligheter till realtidsövervakning undersöka om det går att utnyttja belastningsförmågan hos apparater och ledningar mer dynamiskt utifrån rådande omgivningsförhållanden.

För att kunna utnyttja systemet bättre behöver flexibiliteten i systemet öka utan att driftsäkerheten äventyras.

### **Tillförlitlighet och risk**

Riskbedömningar görs kontinuerligt i drift- och planeringsskedena och detta kommer att bli ännu viktigare i framtiden. När kraftsystemet blir allt mer komplext och svårare att förutse kommer förmågan att kunna göra relevanta riskbedömningar utifrån den information som finns tillgänglig bli allt viktigare för att kunna hålla och återföra kraftsystemet till normaldrift. För att kunna göra sådana bedömningar krävs ingående kunskap om komponenternas såväl som hela systemets tillförlitlighet. Forskning och utveckling som syftar till att utveckla riskkoncept och att utvärdera och öka tillförlitligheten i systemet behöver prioriteras.

### **Rotorvinkelstabilitet**

Det är viktigt att identifiera fenomen som kan uppträda i kraftsystemet och som äventyrar driftsäkerheten. Ett sådant exempel är effektpendlingar. Den förändring av kraftsystemet som pågår förändrar dämpningen av pendlingar. Dessutom kan nya typer av pendlingar uppkomma. Det kommer att vara allt viktigare att ha en medvetenhet och beredskap för att säkerställa att rotorvinkelstabiliteten upprätthålls så att effektpendlingar inte blir ett fenomen som skapar störningar och avbrott i systemet. Detta område omfattar behov av ökad kunskap och utveckling av effektiva åtgärder som säkerställer systemets dämpning.

### **3.1.2 Energilager och förbrukningsflexibilitet**

Förbrukningsflexibilitet kan bli en viktig balansregleringsresurs i framtiden och är därför ett viktigt område inom Systemutmaningar. Om man i större utsträckning än idag lyckas få in förbrukningens flexibilitet som primärregleringsreserv på den nordiska reglerkraftsmarknaden innebär det dessutom att vattenkraftskapacitet frigörs till andra delar av reserven. Ett genomslag av användningen av energilager, exempelvis i form av hemmabatterier, kan i kombination med småskalig decentraliserad produktion och förbrukningsflexibilitet innebära stora förändringar för

förbrukningsmönstren och av förbrukningens storlek. Det är viktigt att Svenska kraftnät medverkar i denna utveckling och har kunskap inom dessa områden då de kan utgöra möjliga lösningar i det framtida kraftsystemet.

Exempel på FoU är pilotprojekt där förbrukningsflexibilitet används i balanseringen. FoU inom detta område kan även handla om hur man på bästa sätt kan använda energilager för att leverera stödtjänster eller för att spara in på nätinvesteringar.

### 3.1.3 Elmarknad och styrmedel

#### **Integrering av elmarknaderna**

Utvecklingen av en gemensam europeisk elmarknad gör att Svenska kraftnät behöver bevaka och arbeta proaktivt med detta område.

#### **Anpassning av elmarknaden**

Den ändrade produktionsmixen innebär att en anpassning av dagens elmarknad blir nödvändig. Det är viktigt att utformningen av elmarknaden görs på ett sådant sätt att den stöttar kraftsystemet.

#### **Hantering av stödtjänster**

Att skapa olika system för ekonomisk ersättning vid leverans av de nya stödtjänster som kommer att krävas kommer att vara avgörande för hanteringen av en del av de systemutmaningar som blir en följd av den ändrade produktionsmixen.

### 3.1.4 Integration av förnybar elproduktion

För att lyckas med integrationen av förnybar elproduktion behöver de anläggningar som ansluts till kraftsystemet anpassas för att uppfylla de krav som ställs. FoU stöttar framtagandet av nya krav. Det pågår forskning rörande exempelvis hur vindkraft och vattenkraft kan användas mer effektivt för balansreglering utan ökat slitage på anläggningarna.

## 3.2 Syfte och mål

Forsknings- och utvecklingsaktiviteter inom området Systemutmaningar syftar till att verka för effektiva lösningar på systemutmaningarna som blir en följd av en ökad andel icke planerbar elproduktion och en lägre andel konventionell elproduktion i det nordiska kraftsystemet samt en allt större marknadsintegration.

Verksamheten inom Systemutmaningar ska därmed skapa förutsättningar för

- > Transmissionsnät med hög tillgänglighet och rätt kapacitet

- > Elsystem med hög drift- och leveranssäkerhet
- > Väl fungerande marknadslösningar

FoU som syftar till att hantera förändringar av systemstabiliteten och driften av det nordiska kraftsystemets framtida systemutmaningar med en stor andel vindkraft i systemet och förbrukningsflexibilitet har särskild prioritet inom området Systemutmaningar. Dessutom har pilotprojekt som avser att uppnå en högre teknisk mognadsnivå (TRL – Technology Readiness Level) hög prioritet.

Några prioriterade områden för FoU-verksamheten inom Systemutmaningar under de närmaste åren är följande.

- 1) Fortsätta satsningen på möjligheter och utveckling av verktyg för förbättrad övervakning och styrning av kraftsystemet
- 2) Delta i utvecklingsprojekt för etablering av flexibilitetsmarknader
- 3) Stötta projekt som syftar till att leverera stödtjänster från nya aktörer
- 4) Utveckla och vidareutveckla metoder för att kunna analysera och ställa krav på och utvärdera systemets rotorvinkel och spänningsstabilitet
- 5) Utveckla nya lösningar och åtgärder för att säkerställa systemets rotorvinkel- och spänningsstabilitet
- 6) Förbättra mätning och analyser av elkvalitet
- 7) Utveckla och anpassa kraven på elkvalitet i det framtida kraftsystemet.



## 4 Digitalisering

Samhällskritiska funktioner såsom energiförsörjning, kommunikation, transport, handel och tillverkning är idag i stor utsträckning beroende av informationsteknologi. Tillförlitliga och säkra IT-system är således en förutsättning för ett väl fungerande samhälle.

Digitalisering lägger grunden för mycket av utvecklingen och leder till nya möjligheter. Ett större informationsflöde och insamling av allt större mängd mätdata har vidareutvecklat områden så som maskininlärning och artificiell intelligens. Digitalisering kan göra det möjligt att kombinera olika systems information och mätdata vilket öppnar för nya lösningar.

### 4.1 Om FoU-området

Övervakning av kraftsystemets drifttillstånd sker genom mätning av för kraftsystemet centrala parametrar och estimering av konsekvenser baserat på systemmodeller. Från denna information är det viktigt att kunna bedöma driftsäkerheten och kraftsystemets tillstånd samt att vid behov kunna vidta åtgärder för att förbättra den, både före och i driftperioden. Därtill är säkerheten kring IT-lösningar samt hur information hanteras av stor betydelse för bibehållen säker drift av kraftsystemet.

Digitalisering är uppdelad i nedanstående underområden.

- > Digital säkerhet
- > Digitalisering av modeller och analysverktyg
- > Övervakning och visualisering
- > Realtidsstyrning

Inom detta FoU-område är digital säkerhet och modellering två prioriterade områden.

#### 4.1.1 Digital säkerhet

Informations- och IT-säkerhet har blivit ett allt viktigare område för kraftsystemet genom att IT-system utnyttjas i allt större grad inom alla områden av kraftsystemets drift och förvaltning. Den ökade användningen av IT innebär att information eller funktioner som kan anses vara skyddsvärd eller hemlig utifrån olika aspekter kan finnas i flera olika system. Det finns också ofta behov att kommunicera denna information mellan olika typer av system internt och externt.

Utöver rent driftadministrativa system för planering och underhåll finns även driftkritiska system (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition) för central

styrning och övervakning av kraftnätet och produktionen. Därtill finns även IT-system i stationsutrustningar i form av kontrollanläggningar och skyddssystem. Samtliga dessa typer av system är i någon mån sammankopplade eller utbyter information. Det är därför av yttersta vikt för kraftsystemet att skydda information och funktionalitet i samtliga typer av IT-system.

Inom telekommunikation går utvecklingen framåt i snabb takt. Modern teknik införs och gammal fasas ut. Inom området satsar Svenska kraftnät FoU-medel för att stödja modernisering och införande av ny teknik. Frågor som bör analyseras är utvecklingen inom olika typer av skyddssystem där utvecklingen av vissa datakommunikationslösningar bör särskilt studeras.

#### 4.1.2 Digitalisering av modeller och analysverktyg

Det pågår ett stort arbete med att standardisera informationsutbyte inom modellering under rubriken CIM (Common Information Model). Inom detta finns olika namngivna branschstandarder för att t.ex. utbyta data mellan företag och inom applikationer inom företagen. Inom våra stationer tillämpas modeller och kommunikation enligt standard IEC61850. Vidareutveckling av CIM och ökande användningsområden är i behov av FoU för att kunna dra nytta av standardiseringen.

Vidare behövs en genomgång av modeller, mätning av parametrar och känslighetsanalyser för att kunna genomföra bättre analyser och därigenom öka driftsäkerheten och överföringsförmågan. En del inom mätning är kalibrering och verifiering genom nya metoder som skulle kunna leda till behovsstyrt underhåll på mätutrustning.

För säkrare drift behövs metoder och verktyg för att analysera nuvarande driftssituation i kraftsystemet. Förbättrade väderprognoser blir allt viktigare i takt med att elproduktionens väderberoende ökar. Kopplat till detta behövs även metoder för att prognostisera driftläget för kommande timmar som kan bidra till förbättrad proaktiv styrning och optimerad drift. Bättre systemutnyttjande, samt integration av förnybar elproduktion, kommer att ställa krav på bättre informations- och driftsystem. Analysfunktionerna kommer att behöva utvecklas i takt med att elsystemet utvecklas och blir mer komplext. Dessutom finns fördelar och behov av att allt fler system utbyter standardiserad information på ett lämpligt format.

För att klara av en ökad byggtakt av både ledningar och stationer behövs flera effektiviseringar som underlättar informationshantering. Information är idag inte enbart dokumentation utan centralt i allt från förstudie till byggnation och förvaltning för att effektivisera på olika sätt.

En modell som kan öka effektivitet och kvalitet i genomförande och leverans av projekt är BIM (Building Information Model), ISO 19650. Intelligent 3D-modeller kan användas vid projektering och konstruktion, för att öka automatiseringen och visualisera sådant som inte ses på ritningar (t.ex. bygglogistik, tidplaner, avstånd, massbalanser och kartor med 3D-innehåll). Arbetet har främst drivits av utförarna, men behöver nu utforskas av beställare, för att effektivisera hanteringen före, under och efter lednings- och stationsprojekt.

### 4.1.3 Övervakning och visualisering

I takt med allt större variationer i effektflöden och produktion i kraftsystemet ökar behovet av förbättrad och utökad visuell presentation av drifttillståndet, "Situation Awareness" (SA). I övervakningen i kontrollrummet behöver aktuellt driftläge och händelser visualiseras på ett tydligt och strukturerat sätt i ett bra gränssnitt. Målsättningen är att förbättra kraftsystemets observerbarhet och skapa förutsättningar för ett effektivt arbetssätt, trots en ökad operativ komplexitet.

Samtidigt kan olika realtidsmätningar användas som input till nya realtidsstyrssystem, till exempel mACE (modernised Area Control Error). Därtill kan dessa mätningar användas för att verifiera modeller och mätdata. Utmaningen ligger i hur strukturen byggs upp för att dela data inom Norden samt hur realtidsdata kan användas på bästa sätt. Vad som är möjligt och vilka behov som finns behöver utredas.

### 4.1.4 Realtidsstyrning

Med allt fler styrbara komponenter ökar möjligheten att på ett effektivt sätt styra aktiva effektflöden samt reaktiva effekter och därmed spänningar. Hittills har dock tillämpningarna för att styra effektflöden i transmissionsnätet varit begränsade, mycket beroende på prisbild. Behovet ökar dock och en del utrustning är tagen i drift. Till exempel HVDC<sup>1</sup>-förbindelser och SVC<sup>2</sup>:er.

Det behöver undersökas hur de kan användas för detta ändamål. Huvuduppgiften för HVDC-förbindelserna är att överföra effekt men möjligheten till snabb effektstyrning kan användas för att förbättra driftsäkerheten i systemet. Med många styrbara komponenter ökar behovet av koordinering och att utveckla ny effektiva metoder för att utnyttja möjligheterna på bästa sätt. Svenska kraftnät behöver fortsättningsvis bygga upp kunskap inom dessa områden.

---

<sup>1</sup> High Voltage Direct Current

<sup>2</sup> Static Var Compensator



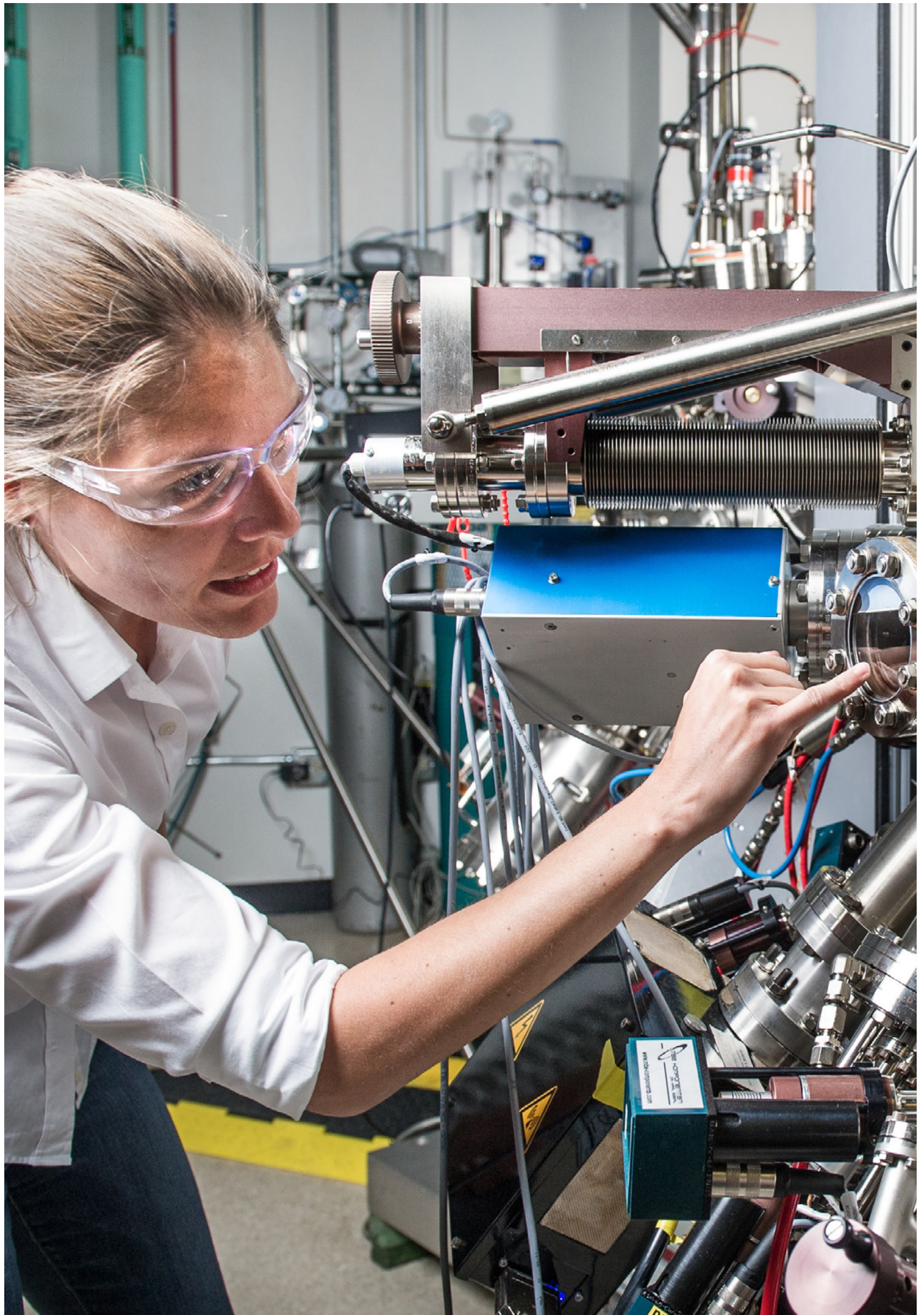
## 4.2 Syfte och mål

Området Digitalisering syftar till att utveckla metoder och tekniker för driftövervakning och styrning av kraftsystemet samt ta höjd för en ökad automatisering, även i planerings-, projekterings- och entreprenadfaserna. En viktig inriktning är mot kontrollrummet, där nya metoder och digitala verktyg behöver utvecklas för att ge stöd. Området innefattar även hur driftsäkerheten kan övervakas och förbättras, genom användningen av smarta algoritmer och artificiell intelligens; här undersöks hur väderprognoser kan bli mer noggranna. FoU-området understryker vikten av digital säkerhet.

Inom Digitalisering är kopplingen mot målhuset tydlig mot "Elsystem med hög leveranssäkerhet". FoU-området har som uppgift att hitta lösningar till utmaningarna i drift- och planeringsskedet i takt med framtidens förändringar av kraftsystemet. Utvecklingen mot framtidens kontrollrum går mot smarta applikationer baserade på realtidsmätning och styrning för att upprätthålla effektiv och säker drift.

Ett prioriterat område inom Digitalisering är att driva utvecklingen inom Wide Area Monitoring System (WAMS) på Svenska kraftnät. En milstolpe är att tillgängliggöra data från mätpunkter inom Norden samt tillhandahålla enklare verktyg. Framgent ska en större verktygslåda utvecklas för analyser och realtidapplikationer.

Vidare ska Svenska kraftnät fortsätta engagera sig i forskningssamarbeten inom digital säkerhet, såsom det som pågår på Chalmers, FOI, KTH och Linköpings universitet, där Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) finansierar merparten av forskningsarbetet. Arbetet bedrivs som ett center mellan de olika universiteterna och syftar till att skapa realistisk data från SCADA nätverk, analysera sårbarheter och detektera anomalier.



## 5 Kompetensförsörjning

Energibranschen har en stor bredd och ett stort kompetensbehov. Komplexa och tvärvetenskapliga problemställningar är den vardag som möts inom branschen. Utöver en bredd finns ett stort behov av förkovring för att kunna bibehålla Sveriges starka ställning och möjliggöra energiomställningen på ett säkert, samhällsekonomiskt och effektivt sätt.

### 5.1 Om FoU-området

Forskning och utveckling inom elkraftteknik har varit framgångsrik i Sverige och viktig för kraftföretagen och tillverkande industri. För den långsiktiga kompetensförsörjningen och för framtida forskningsresultat till nytta för energibranschen är det viktigt att ge stöd till utbildning och forskning vid landets tekniska universitet och högskolor.

Svenska kraftnät är och kommer att vara i behov av kvalificerad personal med adekvat tekniskt kunnande. Svenska kraftnät måste verka för att kompetensöverföring sker från en generation till den nästa, att erfarenhet kommer yngre, redan anställda och kommande medarbetare till godo.

Högskolor är beroende av extern finansiering för att klara sina åtaganden. Insatser inom detta område syftar till att stärka undervisning och forskning inom för Svenska kraftnät relevanta ämnesområden.

### 5.2 Syfte och mål

Syftet med FoU-området är att trygga den långsiktiga kompetensförsörjningen och visa på att vara del i FoU-arbetet kan vara ett steg i karriären på Svenska kraftnät. Genom en långsiktighet kan Svenska kraftnät ha kompetent personal för förnyelse, om- och nybyggnad samt förvaltning av transmissionsnätet och att systemet kan drivas på ett effektivt sätt. FoU bidrar även till kompetensförsörjning avseende elmarknadsfrågor.

Mål för Kompetensförsörjning är att per år handleda tio examensarbeten och stödja tio doktorandprojekt.

Samarbeten sker i branschen genom gemensamma forskningsprogram, där vissa är delfinansierade av Energimyndigheten. Löpande och under kommande år görs arbeten för att se över vilka FoU-insatser som blir nödvändiga för att stärka kompetensen och

måna om att tillräckligt många i branschen har kunskaper inom adekvata områden, t.ex. via arbeten av industridoktorander.

Vidare kommer Svenska kraftnät vara proaktiva mot gymnasieskolor, för att synliggöra att ett arbete inom energibranschen är spännande, intressant och med goda möjligheter att göra både karriär och skillnad för en hållbar klimatsituation.



---

Svenska kraftnät är ett statligt affärsverk med uppgift att förvalta Sveriges transmissionsnät för el, som omfattar ledningar för 400 kV och 220 kV med stationer och utlandsförbindelser. Vi har också systemansvaret för el. Vi utvecklar transmissionsnätet och elmarknaden för att möta samhällets behov av en säker, hållbar och ekonomisk elförsörjning. Därmed har Svenska kraftnät också en viktig roll i klimatpolitiken.

**SVENSKA KRAFTNÄT**

Box 1200  
172 24 Sundbyberg  
Sturegatan 1

Tel 010-475 80 00  
Fax 010-475 89 50

[www.svk.se](http://www.svk.se)

