

Programbeskrivning för programmet

## **Swedish Smart Grids and Storage Centre**

### **Svenskt centrum för smarta elnät och lagring (SweGRIDS)**

**2013-2017**

Beslutsdatum  
**2013-11-27**

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Programmets inriktning</b>	<b>5</b>
2.1	Vision.....	5
2.2	Syfte.....	5
2.3	Mål.....	6
2.4	Framgångskriterier.....	7
2.5	Forsknings, utvecklings- och teknikområden.....	9
2.5.1	SMARTPOWER.....	10
2.5.2	INSTINCT.....	12
2.5.3	CIPOWER.....	15
2.5.4	STORAGE.....	19
2.5.5	MATERIAL.....	22
2.6	Energirelevans.....	25
2.7	Samhälls- och näringslivsrelevans.....	26
2.8	Miljöaspekter.....	27
2.9	Projektgenomförare/projektdeltagare.....	28
2.10	Avnämare/intressenter.....	31
2.11	Arbetsätt.....	32
<b>3</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>Genomförande</b>	<b>38</b>
4.1	Tidsplan.....	38
4.2	Budget och kostnadsplan.....	38
4.3	Ansökningskriterier och hantering av ansökningar.....	39
4.4	Programråd/programstyrelse.....	41
4.5	Kommunikationsplan och resultatspridning.....	41
4.6	Syntes.....	42
4.7	Utvärdering.....	43
<b>5</b>	<b>Avgränsningar</b>	<b>45</b>
5.1	Forsknings-, utvecklings- och teknikområden.....	45
5.2	Andra anknytande program inom Energimyndigheten.....	45
5.3	Andra anknytande aktörer.....	46
5.4	Internationell samverkan.....	47
5.5	Ytterligare information.....	48

## 1 Sammanfattning

Ett klimatneutralt och hållbart Europa vid 2050 kräver att elsystemen i Sverige, Norden och Europa kan integrera stora mängder förnybar elproduktion samtidigt som man upprätthåller en hög tillförlitlighet, säkerhet och ekonomisk effektivitet. Det finns idag en stor utvecklingspotential inom smarta elnät och energilagring. Detta innebär att elkraftsystemet blir mer flexibelt, vilket ökar effektiviteten när mängden variabla energikällor ökar. Syftet med SweGRIDS program är att skapa ett svenskt forskningscentrum inom smarta elsystem och energilagring med ett aktivt industrideltagande. Visionen för SweGRIDS är att bli den mest intressanta forskningsmiljön i Europa inom dessa områden, och att bli en naturlig samarbetspartner för industri och universitet. SweGRIDS är dessutom utformat för att utgöra ett komplement till EITs KIC InnoEnergy som har sitt Europeiska styrkecenter för Smart Grids and Energy Storage i Sverige.

SweGRIDS, Centrum för svenska smarta elnät och lagring, är en nationell plattform för forskning och utveckling inom området elkraft, nät och lagring. Huvudpartner är KTH med Uppsala Universitet samt ABB, Vattenfall, Svenska kraftnät, och Fortum som huvudsakliga medfinansiärer från elindustrin. Centrumet avser att genomföra ett 10-årigt forskningsprogram, främst i form av doktorandforskningsprojekt vid olika universitet. Den första två-års-fasen av centrumet startade 2011-12-01 med en budget på 65 MSEK där industrin stod för 50%, Energimyndigheten 35% och universiteten för resten. Centrumet finansierade 40 forskningsprojekt där 29 var doktorandprojekt och 11 var postdoktorprojekt. De 40 forskarna var anställda vid KTH eller Uppsala Universitet. Det huvudsakliga syftet med centrumet är att utveckla den vetenskapliga kunskap och teknik som det svenska och europeiska elnätet kräver och som ska ha åtminstone följande tre egenskaper:

- kunna integrera variabel och distribuerad elproduktion av alla typer och omfattning, till skillnad från dagens huvudsakligen centraliserade och mer styrbar produktion.
- möjliggöra att kraftflödet går i flera riktningar till skillnad mot främst en riktning idag.
- styra systemet baserat på realtidsinformation till skillnad mot historiska data, och med hänsyn till kravet på ekonomisk effektivitet.

De doktorandprojekt samt postdoktor-projekt som påbörjades inom SweGRIDS tillhörde något av de fem tematiska inriktningarna inom KIC InnoEnergy Sweden - Smarta elnät från producent till konsument, IKT-verktyg för smarta elnät, styrbara och intelligenta kraftkomponenter, lagring av elektrisk energi samt materialteknik för smarta elnät. Dessutom kommer några av dessa projekt att ingå i någon av de stora demonstrationsplattformarna för smarta elnät, t.ex. Norra Djurgårdsstaden och Gotlands smarta elnätsprojekt.

Ett programråd bestående av medlemmar från KTH, Uppsala Universitet, ABB, Vattenfall, Svenska kraftnät, Fortum, KIC InnoEnergy-adjungerade, Elforsk-adjungerade, och Statens energimyndigheten-adjungerade har det slutgiltiga ansvaret för verksamheten vid centrumet. Den första två-årsfasen av projektet är utvärderad och det finns en rapport. SweGRIDS är på mycket god väg att uppfylla målen gällande strategi, innovation och kompetensutveckling.

Denna ansökan är för den andra fasen av projektet och avser de kommande fyra åren, där de flesta av de doktorandprojekt som startade under den första fasen kommer att slutföras. Dessutom kommer nya delområden och projekt att definieras inom de befintliga fem områden. Mer än 20 doktorander förväntas ta examen från centrumet under denna period. De flesta av dem kommer att ha möjlighet att nätverka med andra forskarstuderande i Europa genom KIC InnoEnergy-aktiviteter såsom gemensamt företagande och management-kurser, konferenser, och upp till 6 månaders besök hos en annan forskargrupp utanför Sverige.

<sup>1</sup>se avsnitt 5.4

<sup>2</sup>se avsnitt 5.2

<sup>3</sup>se avsnitt 5.3

## 2 Programmetts inriktning

### 2.1 Vision

Ett klimatneutralt och hållbart Europa vid 2050 kräver att elsystemen i Sverige, Norden och Europa kan integrera stora mängder förnybar elproduktion samtidigt som man upprätthåller en hög tillförlitlighet, säkerhet och ekonomisk effektivitet. Den tekniska utvecklingen samverkar här med de ekonomiska förutsättningarna och lagstiftningen. Kravet på en hållbar utveckling måste i detta sammanhang beaktas så att drivkrafterna för investeringar i och driften av elsystemen leder till de långsiktiga mål som samhället ställer upp. Detta inkluderar höga krav och nyutveckling inom områden som smarta elnät, effektiva ICT-system, innovativa elkraftkomponenter och material samt energilagring.

Visionen för SweGRIDS är att bli den mest intressanta forskningsmiljön i Europa inom dessa områden och vara en naturlig samarbetspartner för industri och universitet såväl inom som utanför KIC InnoEnergy<sup>i</sup>

### 2.2 Syfte

Syftet med programmet SweGRIDS är att skapa ett svenskt forskningscentrum inom smarta elsystem och energilagring med ett aktivt industrideltagande. Forskningscentrumet kommer att vara kopplat till KIC InnoEnergy's temaområden. Centrumet startade sin verksamhet under den första 2-års fasen genom att starta flera projekt inom tillämpad forskning som har hög fokus på innovationer och är mycket relevanta för industrin. I den andra fasen av projektet är centrumet på väg att examinera en ny generation av doktorer inom elkraftområdet, som kan skapa framtidens produkter och tjänster eller starta nya företag runt innovativa idéer som stödjer SweGRIDS vision.

Långsiktigt skall centrumet skapa den nya kunskap och teknik som krävs för att utveckla framtidens elsystem. Detta system ska ha åtminstone följande tre egenskaper:

- kunna integrera distribuerad elproduktion av alla typer och omfattning, till skillnad från dagens huvudsakligen centraliserade produktion.
- möjliggöra att kraftflödet går i flera riktningar, till skillnad mot främst en riktning idag.
- styra systemet baserat på realtidsinformation, till skillnad mot historiska data, och med hänsyn till kravet på ekonomisk effektivitet.

## 2.3 Mål

De utmaningar som samhället står inför vad gäller omställning av energisystemet, och utveckling av kraftsystemet är självklart för stora för att belysas ur endast ett perspektiv. Samhälle, myndigheter, kraftföretag och tillverkande industri samt universitet måste arbeta tillsammans. Utmaningarna kan inte endast lösas med ny teknik eller nytt regelverk, utan kunskap, teknik, metoder och regelverk måste utvecklas i samklang. Strukturen och samarbetsformerna inom SweGRIDS har formats för att fylla behoven av ny kunskap, ny teknik och nya metoder för att möta utmaningar inom de fem strategiska områdena (2.5.1–2.5.5). Centrumet har också viktiga generella strategiska mål relaterade till teknikutveckling, teknikspridning och ekonomisk tillväxt. Centrumet har utformats med utgångspunkt i de strategiska målen som kompletteras med innovationsmål och kompetensmål. Dess specifika mål stöds av delområden inom de fem strategiska områdena. De strategiska områdena är:

- SMARTPOWER – smarta kraftnätsystem från producent till konsument
- INSTINCT – IKT- verktyg för smarta elnät
- CIPOWER – Styrbara och intelligenta kraftkomponenter
- STORAGE – Elenergilagring.
- MATERIAL – Material till smarta elnät.

De strategiska målen, samt innovations- och kompetensmålen är samma som de som föreslogs i början av den första fasen av SweGRIDS. Flera projekt har startats för att möta dessa mål och i den andra fasen kommer dessa projekt att fortsätta som planerat och nya projekt kommer att initieras för att täcka eventuella luckor.

### *Strategiska Mål*

Skapa kunskap om de tekniska och marknadsmässiga problem som är förknippade med introduktionen av lokal och variabel generering, och utveckla teknik som underlättar att metoder och produkter som stöder detta kan kommersialiseras. Skapa kunskap och utveckla teknik som möjliggör en flexibel transmission och distribution av el som nyttjar realtidsinformation för en effektiv styrning. Skapa kunskap och utveckla nya tekniker som förbättrar utnyttjandet av elenergisystem genom bättre marknadsregler och underhållsstrategier.

### *Innovationsmål*

Det kollaborativa arbetet mellan universitet och industri i forskningsprojekten förväntas generera flera innovativa idéer, processer och laboratorie-prototyper inom följande områden

- Optimal drift och design av kraftsystem med ett stort antal variabla kraftkällor, Multi-Terminal HVDC- och DC-nät, elfordon, och aktiva kunder.
- Optimal design av robusta, säkra, samverkande och skalbara IKT-lösningar som medger styrning av kraftsystem med bibehållen eller förbättrad driftsäkerhet, samt ökad delaktighet för energianvändarna.
- Styrbara komponenter i nya utföranden som är effektiva, miljövänliga, ekonomiska och driftsäkra, samt som på ett säkert sätt kan hantera snabba belastningsförändringar.
- Lagringstekniker såsom batterier, svänghjul, pumpkraftverk, komprimerad gas och dess anslutning till nätet.
- Utveckla material som kan leda till ny isolering och nya kontakter som resulterar i mer högpresterande komponenter

### ***Kompetensmål***

**Säkerställa Sveriges behov av elkraftskompetens** genom att examinera 20 doktorander och 10 postdoktorer från centrumet vilka arbetat i forskningsprojekt medfinansierade av industrin. Dessutom kommer 25 nya doktorander/postdoktorer rekryteras till centrumet för att arbeta i forskningsprojekt som bidrar till att uppfylla centrumets mål.

I så stor utsträckning som möjligt **integrera centrumets doktorandprojekt i KIC InnoEnergys innovationsprojekt, så att doktoranderna kan delta i dessa projekt och i KIC InnoEnergy PhD skola som länkar SweGRIDS till ett av de största europeiska initiativen inom hållbar energi.**

## **2.4 Framgångskriterier**

### ***Tekniska***

- Påbörja minst 25 forskningsprojekt inom material, mekanik, elektromagnetism, kemi, IKT eller kraftsystem som är energirelevanta och där grupper från en eller flera discipliner sammanförs från såväl universiteten som industrin. Minst 10 av dessa projekt måste vara tvärvetenskapliga och inkludera ett eller flera av områdena.

- Utveckla sammanlagt minst två 'proof of concept' i laboratoriet inom två år med avseende på nya koncept inom kraftkomponenter, kraftsystemstyrning och energilagring. Därefter förväntas nivån bli ett nytt per år.
- Ge ut minst en vetenskaplig publikation per år från varje forskarstuderade i tidskrifter samt vid ansedda internationella konferenser som ett tecken på forskningens nyhetsvärde och kvalitet.

### *Utvecklingsrelaterade*

- Inom KIC InnoEnergy är svenska partners ansvariga för en ny masterutbildning SENSE (Smarta elnät och system), som startade år 2012 och drivs gemensamt av åtta europeiska universitet. Ny kunskap som skapats inom olika forskningsprojekt kommer att överföras till lämpliga kurser inom detta program.
- Under fas 2 kommer 30-40 nya forskarstuderande eller postdoktorer ha börjat inom SweGRIDS.
- Examinera mellan 20 och 30 doktorander och utbilda 10-20 postdoktorer inom smarta elnät och energilagring inom SweGRIDS fas 2.

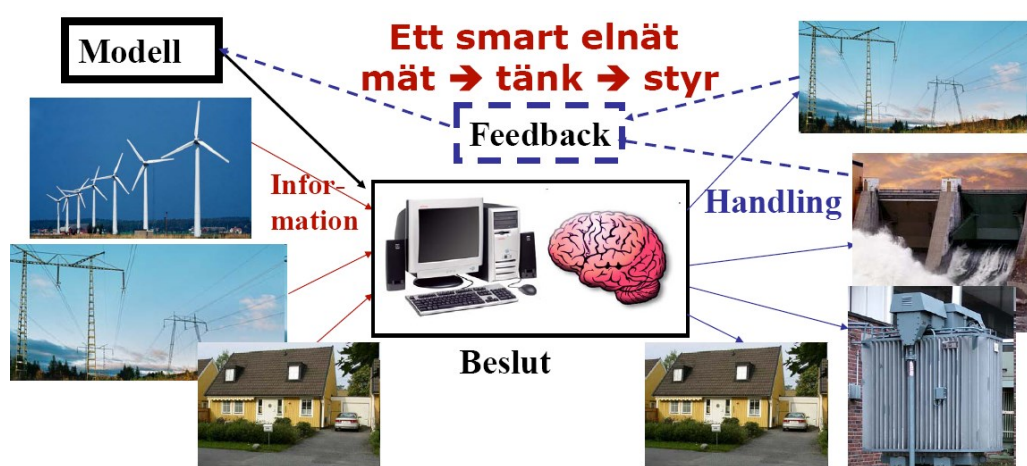
### *Nätverk/organisation*

- Ge möjlighet till framgångsrika studenter och postdoktorer att röra sig över gränserna mellan olika forskningscentra hos KIC InnoEnergy's olika samarbetspartners. Mer än 50% av studenterna ska ha tillträde till KIC InnoEnergy's doktorand-skola och ha möjlighet att delta i KIC-ens mobilitet, eller dess kurser.
- Utveckla SweGRIDS till ett heltäckande centrum för rekrytering av kompetent personal för kraftindustrin. Minst 40 personer från SweGRIDS skall rekryteras av branschen inom 10 år (efter doktorand- eller postdoktorstudier)
- Leverera forskningsresultat från SweGRIDS till KIC InnoEnergy så att minst en patentansökning per år kan lämnas in och/eller minst en identifierbar produkt- och serviceförbättring kan göras per år från och med år 2014.



## 2.5 Forsknings, utvecklings- och teknikområden

Smarta kraftnät är en beteckning som på senare år har börjat användas i en allt större utsträckning för att beskriva hur man med ett större inslag av informationsteknik kan förbättra driften av kraftsystemet på olika sätt. I ett kraftsystem är syftet att på ett ekonomiskt, tillförlitligt, och miljömässigt sätt kontinuerligt upprätthålla balansen mellan produktion och konsumtion. Eftersom det inte finns någon egentlig lagring i själva elsystemet måste man kontinuerligt styra denna balans från sekund till sekund. I figuren beskrivs den principiella funktionen av hur detta samspel kan fungera.



I kraftsystemet kan man kontinuerligt **mäta** flera storheter, t ex spänning, överföring, produktion och konsumtion. Denna information kan sedan användas för olika typer av beslut. Besluten syftar till att på ett så effektivt (smart) sätt som möjligt **styra** produktion, konsumtion och överföring så att driften av elsystemet uppfyller de krav man ställt gällande ekonomisk effektivitet, tillförlitlighet och miljöpåverkan. Det viktiga är att det inte är styråtgärden i sig som är ”smart” utan **konsekvensen** av styråtgärden. För att veta om en viss möjlig styrning är ”smart” eller inte måste man ha en **modell** av sitt system. Detta är i praktiken en form av beräkningsmodell där man kan uppskatta konsekvensen av ett visst beslut. **Besluten** kan vara antingen automatiska och utföras av datorer/processorer, eller utföras av människor som studerar situationen och skickar ut styr signaler.

Denna principiella funktion är inte ny, men teknisk utveckling generellt, inkluderande en stark kostnadsreduktion av informationstekniken, har gjort det möjligt att utnyttja helt nya möjligheter och att radikalt effektivisera denna process. För att förverkliga en vision om ett smartare elsystem behövs en stark nyutveckling inom områden som smarta elnät, effektiva IKT-system, innovativa elkraftkomponenter och material, samt energilagring.

De doktorandforskningsprojekt som genomförs i SweGRIDS regi är länkade till innovationsområden i KIC InnoEnergy's svenska nod. Dessa innovationsområden utgörs av smarta kraftnätsystem från producent till konsument (SMARTPOWER), IKT-verktyg för smarta elnät (INSTINCT), styrbara och intelligenta kraftkomponenter (CIPOWER), elenergilagring (STORAGE) samt material till smarta elnät (MATERIAL).

## 2.5.1 SMARTPOWER

### *Inledning*

Smart Grids är en beteckning som används för att beskriva hur man med ett större inslag av informationsteknik kan förbättra driften av kraftsystemet på olika sätt. De systemtekniska utmaningarna som måste lösas för att förverkliga de strategiska energipolitiska målen ingår i området SMARTPOWER. Visionen är att utveckla nya metoder för effektiv design och drift av kraftsystem med stora mängder variabel produktion, styrbarhet i nät och förbrukning samt större inslag av Multi-Terminal HVDC och DC-nät.

### *Inriktning*

För att kunna utnyttja potentialen med smarta nät måste nya metoder för hur dessa ska utnyttjas tas fram. Detta område utvecklar metoder för att bestämma vilken styrning som är mest rationell vid varje tillfälle, inklusive hur dessa möjligheter används vid design och planering av kraftsystemets olika delar, d.v.s. produktion, överföring och förbrukning. Eftersom informationstekniken blir allt mer kostnadseffektiv, och behovet av flexibilitet ökar när mängden variabel elproduktion ökar, kan mängden intelligenta lösningar förväntas öka. Inriktningen på projektet SMARTPOWER är att uppskatta var, när och hur detta ska göras.

### *Forskningsområden*

Forskningen är organiserad i fyra olika områden: Integration av variabla energikällor, Integration av laststyrning och elfordon, Multi-Terminal HVDC och DC-nät, samt Effektiv kraftsystemstyrning.

### **Integration av variabla energikällor:**

Integration av variabla energikällor såsom vind- och solkraft kräver ny intelligens i kraftsystemet för såväl planering som drift. Följande delområden kommer att stödja de olika målen i kapitel 2.3:

- Nya metoder för driftsplanering av kraftsystemet vid stora mängder variabla energikällor.
- Nya metoder för transmissionsplanering vid stora mängder variabla energikällor. (I Mahir Sarfatis SweGRIDS-projekt)

- Nya metoder för prissättning vid stora mängder variabla energikällor. (I Kristina Östmans SweGRIDS-projekt)
- Nya metoder för distributionsnätsplanering vid stora mängder variabla energikällor.
- Nya metoder för effektiv kortsiktig balanshållning vid stora mängder variabla energikällor. (I Harold Chamorros SweGRIDS-projekt)
- Nya metoder för felhantering vid stora mängder variabla energikällor och få synkronmaskiner, d.v.s. liten direktkopplad roterande massa.
- Drift av kraftvärmesystem vid stor prisvolatilitet för effektivt utnyttjande vid stora mängder variabel kraftproduktion. (I Ilias Dimoulkas SweGRIDS-projekt)
- Effektiv hantering av risken för effektbrist i multinationella elsystem med olika ansvar i olika länder, där handel med grannländer måste beaktas.

#### **Integration av laststyrning och elfordon:**

Smarta elnät inkluderar möjligheten att slutkunder på ett aktivt sätt anpassar sin elkonsumention till tillståndet i kraftsystemet. Detta inkluderar såväl teknisk styrning som att kunderna reagerar på en prissignal. Ett viktigt exempel på en styrbar elförbrukning är elfordon, där laddningstidpunkten kan väljas och det ibland även finns en teknisk möjlighet till inmatning. Följande delområden kommer att stödja de olika målen i kapitel 2.3

- Design av marknadsregler för laststyrning.
- Nätägarens planering av nätutbyggnad med beaktande av laststyrning.
- Effektiva tekniska och ekonomiska styrsignaler för att utnyttja elfordonens flexibilitet ur systemperspektiv.
- Laststyrningens påverkan på distributionsnätets tillförlitlighet

#### **Multi-Terminal HVDC och DC-nät:**

Den tekniska utvecklingen har inneburit att det idag finns möjlighet att bygga upp stora elsystem baserade på Multi-Terminal HVDC-teknik, MTDC, där olika länkar är sammankopplade till ett DC-nät. Detta är bland annat intressant vid större mängder off-shore vindkraft. På detta sätt kan stora mängder elkraft överföras över långa avstånd, och hur nätet används är betydligt mer styrbart än för motsvarande AC-nät. Följande delområden kommer att stödja de olika målen i kapitel 2.3:

- Effektiv terminal-styrning av omriktare mellan DC-nät och AC-nät vid felsituationer.
- Design av lämplig topologi för MTDC-nät.
- Ekonomisk styrning av MTDC-nät med beaktande av balansregleringskrav i de olika anslutna områdena.
- Uppskattning av tillförlitlighet hos det sammanlänkande MTDC-AC-nätet.

### **Effektiv kraftsystemstyrning:**

Förutom MTDC så finns det flera möjligheter till styrning i kraftsystem genom FACTS (Flexible AC transmission), HVDC och i generatorer. På senare år har användningen av PMU (Phase Measurement Units) blivit allt mer utnyttjade, men det finns en stor möjlighet att förbättra såväl driftsäkerheten som ekonomin vid systemdriften genom att på ett effektivt sätt nyttja signalerna från dessa PMU-er. Följande delområden kommer att stödja de olika målen i kapitel 2.3

- Metoder för realtidssimulering av system med information från PMU-er.
- Effektiv PSS (Power System Stabilizers) med hjälp av PMU-signalerna.
- Metoder för on-line-styrning där bättre information gör att man kan köra närmare tekniska gränser utan att äventyra säkerheten.
- Utvecklande av "early-warning-system" där man från oscillationsmätningar kan identifiera när en åtgärd måste utföras.
- PMU-baserad modell-reduktion som kan användas för 'Dynamic Security Assessment'
- PMU-baserad realtidsstyrning av kraftsystem
- Effektiv styrning i kraftsystem med liten mängd svängmassa. (I Harold Chamorros SweGRIDS-projekt)
- Mät- och modell-baserade prognoser i kraftsystem
- Design av dynamiska nättariffer, dvs tariffer som ändras i takt med den faktiska situationen i nätet. (I Kristina Östmans SweGRIDS-projekt)

Doktorandprojekt i SMARTPOWER med stöd från industrin är listade i Bilaga 3.

## **2.5.2 INSTINCT**

### ***Inledning***

IT-lösningar som är tätt integrerade med primärutrustningen i elkraftsystemet är en ytterst viktig beståndsdel i framtidens "smarta" elkraftsystem. IT-systemen är en förutsättning för den kostnadseffektiva styrning och automatisering som är nödvändig för omställningen till ett elsystem med en hög grad förnybara produktionskällor och dynamisk förbrukning. Samtidigt får IT-systemen inte äventyra kraftsystemens tillförlitlighet och säkerhet. Utformningen av IT-systemen måste således omfatta aspekter som går bortom själva funktionaliteten, som t.ex. driftsäkerhet, datakvalitet, IT-säkerhet, interoperabilitet och prestanda. Det är dessutom IT-systemen som gör det möjligt för användaren att styra sin elkonsument. Dessa IT-lösningar behöver dock inte vara desamma som används av elkraftindustrin. I stället är det de redan befintliga kommunikationslösningarna, t.ex. bredband, från andra branscher som är mer sannolika kanaler för att nå användaren. Dock är det så att oavsett var systemen installeras och vem som äger och driver dem, så måste de kunna samverka med och vara skalbara och öppna för

föränderliga affärsmodeller, samtidigt som de har hög säkerhet för att skydda kundens integritet.

Under SweGRIDS första fas har 4 projekt startats inom detta program, tre av dessa är doktorandprojekt och det fjärde ett postdokprojekt. De industriföretag som är engagerade i projekten är Svenska Kraftnät - för postdokprojektet - och Fortum respektive Vattenfall i de tre doktorandprojekten. Projekten spänner över områden som prestanda och säkerhet i kommunikationsnät för transmissionsnätstyrning, flexibilitet i laster för Demand response, distribuerad styrning och övervakning av lågspänningsnät, samt IT säkerhet.

### ***Inriktning***

Forskningsområdets övergripande målsättning är, liksom under fas 1, att ta fram verktyg och metoder för att modellera, analysera och utveckla kostnadseffektiva IT-system för styrning av kraftsystemet. Utvecklingen av programmet har följande syften:

- Effektiva metoder för utformning av robusta och integrerade IT-system.
- Informationsmodeller för samverkan mellan olika kraftsystems domäner (produktion, distribution, slutanvändning).
- Metoder för bedömning av driftsäkerhet, cybersäkerhet samt IT-infrastrukturens robusthet.

### ***Forskningsområden***

Forskningen kommer att bedrivas på tre olika konceptuella nivåer, IT Infrastruktur, IT arkitektur, samt Marknadsmodell.

### ***Infrastruktur***

Den IT infrastruktur-struktur som ska användas för att framtida smarta elnät ska kunna fungera måste vara öppen, flexibel och interoperabel för att kunna anpassas till framtida behov. Samtidigt behöver den vara säker för att inte obehöriga ska kunna påverka denna kritiska infrastruktur. Dessa faktorer står till en del i konflikt med varandra, och ett av syftena med projektet är att utarbeta optimeringsmodeller för att hitta avvägningar för optimal utformning av systemen.

Utformning av smarta elnät med hänsyn till tillförlitlighet, säkerhet och robusthet hos informations- och styrsystem.

Syftet med detta arbete är att utveckla arkitekturmodeller till informations- och styrsystem som hanterar, och som kan användas för att bedöma, tillförlitligheten hos IT-system integrerade med elkraftkomponenter, typiskt i ställverksautomation och styrsystem. Inom detta område har under fas 1 ett doktorandprojekt startats som studerar modeller för utvärdering av IT-säkerhet i system för styrning och

övervakning av distributionsnät, i vilket Fortum är engagerat. Detta projekt och eventuellt tillkommande inom samma delområden kommer att stödja de olika målen i kapitel 2.3:

- Modelleringspråk för IT- tillförlitlighet med tillhörande verktygstöd
- Verifierade modeller av olika systemlösningars statistiska tillförlitlighetsegenskaper.

### **Arkitektur**

Syftet med detta område är att utveckla arkitekturer för distribuerade styrsystem med stor driftsäkerhet och snabb återhämtningsförmåga, som medger samordnad styrning av ett distributionsnät mellan flera olika intressenter (nätägare, elhandlare, producenter, stora kunder etc). Ett specifikt syfte är att utveckla styrsystemlösningar för distributionsnät med stora mängder distribuerad generering.

#### Multi-agent plattform för marknadsdriven distribuerad styrning av distributionssystem

Service Level Agreements (SLA) är ett vanligt sätt att formellt dokumentera kraven mellan flera parter på en marknad. Med detta koncept kan samverkan mellan aktörer i ett distributionsnät simuleras vilket ger indata till utformningen av systemarkitekturen för styrsystemen (se ovan). Genom att använda konceptet med SLA, kan multi-agentsystem programmeras och användas för simuleringar av hur flera parter samverkar kring styrning av ett distributionsnät. I ett senare utvecklingsskede kan ett styrsystem utvecklas med dessa simuleringar som bas. Under fas 1 av SweGRIDS har ett projekt startats inom detta område. Projektet fokuserar på lågspänningsnät och hur dessa ska styras och övervakas, med avseende på elkvalitet och spänningsvariationer när det föreligger stora variationer i last eller lokalproduktion, som t.ex. solceller. Under fas 2 är avsikten att starta ytterligare projekt inom området, särskilt då med avseende på tillförlitlighet och robusthet i system för distribuerad styrning. Detta delområde kommer att stödja de olika målen i kapitel 2.3:

- Multi-agent plattform för simulering av aktörers (kunder, producenter, nätägare) beteende i ett distributionsnät med stor andel lokalproduktion.
- Integrationsmönster för att använda datamodeller i existerande styrsystem som underlag för Multi-agentsystemets styrning.

#### Virtual Powerplants –Virtuella kraftverk

Virtuella kraftverk består av ett flertal distribuerade energikällor inom ett begränsat geografiskt område. Syftet med ett virtuellt kraftverk är att samla ihop dessa källor till en skala som är hanterbar och tillräckligt kostnadseffektiv för att konkurrera på marknaden. Syftet med detta arbete är att utveckla ett virtuellt kraftverksstyrkoncept, vilket provas som prototyp för ytterligare utveckling till regional nivå. Arbetet består av simulering av typiska kraftverkskonstellationer,

samt identifiering av lämpliga styrparametrar. Under fas 1 av SweGRIDS har inget projekt startats inom delområdet, detta kvarstår dock som ett intressant område, och kan aktualiseras under fas 2. Detta områden kommer att stödja följande mål i kapitel 2.3:

- Styrparameterar för distribuerad kraftproduktion i ett område, samordnade delvis utifrån marknadsaspekter och tekniska drifttegenskaper.

### **Marknadsmodell**

Syftet med detta forskningsområde är att studera konsekvenserna av olika marknadsmodeller på utformningen av IT-systemens arkitektur och gränssnitt. Med införande av smarta elnät och smart mätning har kundernas möjligheter att själva medverka i driften av kraftsystemen ökat markant. De kan minska konsumtionen om det förekommer flaskhalsar i överföringen eller i de lokala näten och/eller när systemets driftskostnader ligger högt. De kan också öka konsumtionen när det finns tillgänglig kraft till låga priser, exempelvis vid låg efterfrågan och hög produktion i vind- och/eller solkraftverk. Ofta föreslås för denna typ av tjänster en aggregators-tjänst som sammanlagrar många små konsumenters beteende till en helhet.

#### Kundmodeller för sammanlagring av flexibel efterfrågan i kraftsystem

Ett forskningsprojekt med syfte att fastställa en bedömnings- och utvärderingsmetod, vilket ger möjlighet att fatta beslut om investeringar i IT-infrastruktur och system för marknadsmodeller som använder sig av aggregatorstjänster för att sammanlagra elkonsumention. Resultaten från modellen kan tjäna som ingångsdata till myndigheter som vill få en bättre förståelse för hur man motiverar en utveckling av smarta elnät inom olika distributionsområden. Följande delområden kommer att stödja de olika målen i kapitel 2.3:

- Probabilistiskt simuleringsverktyg för att analysera olika marknadsmodellens påverkan på IT-systemens utformning.

Alla punkter ovan stödjer Kompetensmålen. Doktorandprojekt/forskningsämnen i INSTINCT med stöd från industrin är listade i Bilaga 3.

## **2.5.3 CIPOWER**

### ***Inledning***

Vägen mot ett samhälle med mer hållbart energiutnyttjande går genom ett förbättrat energisystem på alla nivåer från producenterna till konsumenterna. De tekniska utmaningarna som måste lösas för att förverkliga de strategiska energipolitiska målen är hanterade i området CIPOWER. Visionen är att utveckla innovativa kraftkomponenter med avancerad styrning och övervakning för att bereda vägen mot en optimal transmission och distribution.

### ***Inriktning***

För att kunna utnyttja potentialen med smarta nät måste kraftkomponenter också vara mer flexibla. Detta område exploaterar möjligheterna att sprida intelligens och styrbarhet till kraftkomponenter som används i nätanslutning, överföring och distribution av elenergi. Detta kan vara i form av nya funktioner eller ny design av komponenter. För att utvidga gränserna för komponenterna med avseende på robusthet, säkerhet och tillförlitlighet, kommer miljövänlig design samt komponenter med minskade förluster och bra energikvalitet också att utforskas.

### ***Forskningsområden***

Forskningen är organiserad i olika områden: kraftkomponentkonstruktion, inklusive dränkbara kraftkomponenter, övervakning och diagnostik av kraftkomponenter, underhållsstyrning samt integration och växelverkan av kraftkomponenter.

### **Kraftkomponentkonstruktion:**

Smarta elnät kräver en ny typ av kraftkomponenter som har utökade funktioner med avseende på styrbarhet, intelligens och funktionell prestanda. Följande delområden kommer att stödja de olika målen i kapitel 2.3:

- Multi-fysikaliska modeller och mätningar lämpliga för centrala kraftkomponenter såsom transformatorer, effektomriktare och elektromekaniska kopplingsapparater och dess elektriska urladdningar i gaser. (Ara Bissals SweGRIDS-projekt, om modeller för kopplingsapparater; Venkatesh Doddapeneni SweGRIDS-projekt, om analys av gaser med hänsyn till kopplingsapparater.)
- Nya unika konstruktioner av kopplingsapparater som är avgörande för deras utökade funktioner i smarta elnät. (Jesper Magnussons SweGRIDS-projekt.)
- Modeller och metoder för att förbättra elektromagnetisk kompatibilitet i HVDC- och AC-transformatorstationer utrustade med styrbara och intelligenta komponenter.
- Konstruktioner av ny kraftelektronik med låga förluster, höga strömmar och hög spänningshållfasthet. Som exempel kan ges kiselkarbidkomponenter och kaskadkopplade HVDC-system med energilager. (Deepak Somans projekt.)
- Mer miljöanpassade lösningar för nya och/eller uppgraderade komponenter.



- Undersökning och förståelse av elkvalitetsproblem med storskalig integration av förnybara energikällor.
- Olika koncept av marina transformatorstationer för vågkraftparker och marina kraftparker. (Antoine Baudoins SweGRIDS-projekt.)
- Nya krafthalvledare i kiselkarbid och galliumnitrid samt nya metoder för integration och kylning.

### **Kraftkomponentsövervakning och diagnostik:**

Felrisken för en kraftkomponent är i stor utsträckning relaterad till lokala nedbrytningsfenomen i material som komponenten är konstruerad av. Målen med projekten i detta arbetspaket är att utveckla metoder som kan övervaka nödvändiga signaler, och sedan med befintliga kunskaper om relationen mellan signalresponsen och materialegenskaperna definiera innovativa diagnostiska metoder som kan vara användbara i prognos av risk för fel och snabb nedbrytning. För att uppnå dessa mål krävs ett antal delprojekt. Följande delområden kommer att stödja de olika målen i kapitel 2.3

- Design av smarta sensorer för beröringsfria spännings- och strömmätningar i distributions- och transmissionssystem.
- Teknik för integration av nya sensorer för kraftkomponenter. En inventering av möjligheten att använda moderna sensorteknologier för diagnostik/övervakning av kraftkomponenter ska genomföras.
- Nya metoder för ”on-line” diagnos av isolering. Antenner ska utvecklas som kan användas för att utföra mikrovågskarakterisering av isolationsmaterial i transformatorer. (Mohammad Ghaffarians SweGRIDS-projekt.)
- Metod för att utnyttja naturliga och kontrollerade transienter för diagnostik av kraftkomponenter. Ett labb-prototypsystem för mätning av partiella urladdningar före och efter överspänningstransienter ska utvecklas. (Roya Nikjoos SweGRIDS-projekt.)

### **Underhållsstyrning:**

Styrning av elkraftsystemet med avseende på underhåll, risk och värde handlar om att utnyttja befintliga resurser så bra som möjligt, och att göra nya investeringar där det är mest fördelaktigt. Detta innebär användning och utveckling av metoder för risk och tillförlitlighetsoptimering, identifiering av kritiska komponenter, uppskattningar av livstid och dynamisk lastbarhet. För att säkerställa att en bra avvägning mellan kostnader och tillgänglighet används ekonomiska analyser. Delprojekten ingår i ett större sammanhang (RCAM-gruppen) med syftet att

stärka hanteringen av information från komponentnivå till beslut baserade på systemprestanda. Detta leder bland annat till att projekten syftar till att identifiera värdet av olika mätningar och hur de bör användas. I strävan efter att finna rätt risknivå och tillförlitlighet till rätt kostnad används metoder och information om hur komponenter åldras. Följande delområden stödjer de olika målen i kapitel 2.3:

- Ramverk för ”dynamic rating” och åldrande av komponenter anpassade för lokalnät. Detta innebär sammanfogning av metoder från IKT, transmission och tillförlitlighetsområden (stödjer mål S1, S2, S4, I1 och I2). Dynamic rating har identifierats som ett viktigt FoU-område av branschen. Konceptet innebär att maxkapaciteten hos en komponent varierar som en funktion av olika parametrar såsom väderdata och online-mätningar. Värdet ligger i ökad nyttjandegrad av befintlig utrustning utan att överskrida gränser där risk för avbrott, trasiga komponenter eller för tidigt åldrande blir för höga. Utöver direkt ekonomisk nytta finns även miljö- och samhällsnyttor; exempelvis leder färre/mindre investeringar till minskad miljö/klimat-påverkan under hela tillverkningskedjan. (Carl-Johan Wallnerströms SweGRIDS-projekt.)
- Metoder för förbättrat utnyttjande av befintlig data för underhållsåtgärder på transmissionsnivå, samt stärkandet av informationsflödet från diagnostik till underhållsbeslut. (Per Westerlunds SweGRIDS-projekt).
- Metoder för förbättrade underhållsbeslut på lokalnätetsnivå (distribution), dels genom analys och utveckling av metoder baserat på befintliga system och statistik, och dels genom utveckling av nya metoder för optimalt underhåll. (Niklas Ekstedts SweGRIDS-projekt).

#### **Integration och växelverkan av komponenter:**

De dynamiska och transienta beteendena hos enskilda kraftkomponenter under olika driftsvillkor har inverkan på andra komponenter i elnätet. Målet är att förstå och modellera denna växelverkan och därmed minimera ogynnsam ömsesidig påverkan. Följande delområden kommer att stödja de olika målen i kapitel 2.3

- Metod för snabb detektering och hantering av kortslutning och kontrollerad inkoppling för att minimera transienter. Fördelarna är minskad störning hos känsliga generatorer och laster i systemet, vilket kan innebära förbättrad elkvalitet och starkare integration av förnybara källor.
- Algoritmer för snabb felprediktering och identifiering.
- Systemkonsekvensbedömning på grund av dynamisk belastning.

Alla punkter ovan stödjer Kompetensmålen. Fler detaljer om doktorandprojekt / forskningsprojekt är listade i Bilaga 3. Inom ämnena ovan anges även namn på

doktorander och postdok som redan nu arbetar i projekt som har blivit godkända under fas 1. Flera av delämnena kommer att tas upp under fas 2.

## 2.5.4 STORAGE

### *Inledning*

I det framtida intelligenta elnätet kommer både produktion och konsumtion ske på olika storleksnivåer. För att integrera intermittenta så väl stora som små förnybara energikällor krävs lagringsmöjligheter av varierande storleksordning och komplexitet.

Målet är att utveckla och demonstrera nya komponenter, nya kontrollstrategier och lösningar för hur lagring i liten, medel och i stor skala ska kunna integreras i det existerande och det framtida elnätet.

### *Inriktning*

Inom STORAGE kommer Porjus kraftstation att användas som en teststation för studier av ett antal olika lagringskomponenter. Porjus utgör en unik testmöjlighet i Europa då det är en vattenkraftanläggning som inte är kopplad till elnätet men är uppbyggd för testning, forskning och utbildning. Olika typer av förnybar elproduktion kommer att simuleras i Porjus för testning av energilager. I doktorandprojekten kommer nya komponenter som magnetiska lager för kraftöverföring, batterier, kondensatorer, bränsleceller och svänghjul att testas med syfte på integrering i nätet. Samtidigt kommer nya komponenter att utvecklas på laboratorienivå inom de olika doktorandprojekten som ingår i forskarskolan. Detta eftersom utveckling av enskilda komponenter och delkomponenter i olika lagringstillämpningar också är viktiga innovationer som dessutom leder till en fördjupad utbildning.

Transportsektorn är inte inkluderad i STORAGE, men har enbart fokus på "large scale storage". Forskargrupperna vid Uppsala universitet och KTH samarbetar inom StandUp for Energy (regeringens satsning), SHC (Swedish Hybrid Vehicle Centre), och inom FFI-projekt (Fordons forsknings initiativet) med svensk fordonsindustri. Denna forskning kommer att berika STORAGE-projektet.

Innehållet i det doktorandprogram som har startats vid Uppsala universitet och KTH inom STORAGE är uppdelat i ett antal delområde som beskrivs här var för sig.

### *Forskningsområden*

#### **Marknadens behov av ellagring och krav på olika typer av komponenter:**

Det är viktigt att få en generell översiktsbild av hela lagringsområdet utifrån olika tids-, effekt och energiskalar. Hur skall lagringssystemen kopplas mot elnätet och

vilka restriktioner finns det på lagringslösningar utifrån ett användarperspektiv? Detta är frågor som ett doktorandprojekt skall svara på. En översikt över olika lagringsmöjligheter skall produceras (t ex batterier, pumpad vattenkraft, svänghjul, komprimerad luft, kondensatorer, vätgas, etc.). I denna skall de olika lagringstillämpningarnas tekniska begränsningar och möjligheter beskrivas, samt i vilka sammanhang de passar. Det ingår också att analysera marknadens behov av ellagring, dvs en extern marknadsanalys (global, EU och lokala marknader) där frågor ska belysas om hur stora marknaderna är, vilka potentiella kunddefinitioner som bör användas, vilka tillverkare som finns, vilka legala frågeställningar som styr, etc. och vilka krav som man har på olika typer av ellagring. Resultaten skall delges övriga doktorander inom programmet STORAGE under arbetets gång.

### **Komponentutveckling (svänghjul, magnetiska lager, olika typer av batterier/kondensatorer samt bränsleceller)**

Genom att integrera *svänghjul* som lagringsmedia i ett elnät kan de snabba transienterna, som ger höga effekter vilka kan orsaka problem, kontrolleras både i lokalnät vid elproduktionsanläggningar, samt i avgränsade nät (av typen, en stad, en stor konsument, en separerad ö, etc.). Nya komponenter och styrning för svänghjul ska utvecklas. Några frågeställningar som projektet ska besvara är: Vilka krav ställs på ett svänghjul utifrån ett nätperspektiv? Vilken intern kraftstationskontroll behövs? En demonstrator ska utvecklas.

I doktorandprojektet *magnetiska lager* skall komponenter och kontrollstrategier utvecklas och integreras i elektriska lagringssystem. I projektet ingår att bygga prototyper samt att utföra testningar vid anläggningen i Porjus. Arbetet med magnetlager har framskridit under fas 1 inom SweGRIDS och börjar nu närma sig en experimentell installation där vi kommer att kunna studera aktiv styrning med kontrollerbar magnetisk styvhet och dämpning som byggs in i lagren. Total levitation kommer att kunna åstadkommas genom snabb kontroll. Studier av kontrollsystemet blir avgörande för att få ett stabilt system, och en drivkraft i projektet är att utveckla magnetlager som en aktiv dämpare av vibrationer. Målsättningen inom magnetlagerforskningen är att ha en doktorand och en postdoktoral person arbetande inom projektet.

Under de två senaste åren har batteri/kondensatorprojekten baserade på hållbara polymer/cellulosamaterial utvecklats till att anta två olika fokus: Det ena mot utveckling av hållbara litiumjonbatterier och det andra mot pappersbaserade kondensatorer:

Ett doktorand/postdokprojekt som initieras i SweGGRIDS fas 2 inom *litiumjonbatteriområdet* baseras på katoder som framställs genom att förankra högkapacitiva, elektroaktiva karbonylgrupper till individuella monomerer hos ledande polymerer, och därmed bildar miljövänliga, mekaniskt flexibla

energilagringmaterial med hög kapacitet. De syntetiserade strukturerna utvärderas sedan i battericeller. Denna utvärdering innefattar, bland annat, kapacitets- och stabilitetsstudier av befintliga anoder och av organiskt modifierade polymer-cellulosaanoder som vi utvecklar parallellt i ett annat projekt. Utvecklandet av celltestningsmetoder och nya testprotokoll med avseende på storskalig lagring ska levereras. Cellkemin kommer också vara unikt utvecklad med avseende på nya typer av elektrolyter. Målet är ett ”svenskt”, billigt, säkert, och miljövänligt batteri med hög energitäthet.

Två doktorand/postdokprojekt inom området *Polymer-cellulosabaserade kondensatorer* fortsätter/initieras. I SweGRIDS fas 1 har självurladdningsförloppet analyserats och tillverkningsprocessen optimerats med avseende på kapacitet och livslängd. I kommande två projekt skall cellresistanserna minimeras och testning av miljövänliga strömuppsamlare göras. Därefter ska tillverkningsprocessen uppskalas, med målet att skapa en grund för storskalig produktion av miljövänliga, pappersbaserade kondensatorer. Dessa ska kunna ta hand om snabba transienter och fungera tillsammans med dagens litiumjonbatteri samt nya typer av miljövänliga litiumjonbatterier, vilka på ett hållbart sätt ska kunna ta hand om intermittenta så väl som medelstora och små förnybara energikällor för framtidens smarta nät.

Ett doktorandprojekt om *bränsleceller* har målet att identifiera bränslecellens fördelar jämfört med andra teknologier för storskalig lagring när överskottsproduktion av el används för att tillverka vätgas. En PEM-testanläggning vid Porjus för injektion av ström i AC-nät ska utvecklas. Syftet är att studera om vätgaskedjan kan operera när nätet utsätts för en dynamisk input av förnybar intermittent energi med olika laster. Parallellt sker labbskaleexperiment. *Porjusanläggningen* innebär en unik möjlighet att i verklig skala testa och utveckla nya produkter. Tillgång till 10+10 MW lokal generering, samt ett internt 400V-nät är ovärderlig. Porjusanläggningen används inte som produktionsanläggning, därför kan anläggningen styras utifrån de behov man har av att testa nya lagringsprodukters potential. Alla doktorandprojekt kommer att ha stor nytta av kopplingen till Porjusanläggningen, antingen i doktorandkurser om storskalig lagring, eller som direkta testmöjligheter för olika koncept och produkter nära marknaden.

Alla punkter som nämns ovan stödjer målen 2.3. Doktorandprojekt/forskningsämnen i STORAGE med stöd från industrin är listade i Bilaga 3.

## 2.5.5 MATERIAL

### *Inledning*

Materialteknik är av fundamental betydelse för framtidens system för generering, transmission och distribution av elkraft (s.k. 'Smart Grid'). Dessa system ställer nya, mer utmanande krav på materialval. För uppbyggnad av ett HVDC transmissionsnät av kablar krävs isolationsmaterial med signifikant ökad elektrisk hållfasthet. Nya typer av kontaktmaterial för effektiv och säker brytning av höga strömmar är också önskvärda. En integration av olika sensorer för en snabb och flexibel återkoppling av spänning, ström och eventuella felkällor i isolationssystemen (s.k. 'smarta material') är också att eftertrakta. Utvecklandet av framtidens smarta elnät i Europa kommer att kräva radikala innovationer. Inkrementell utveckling baserad på nuvarande teknologi kommer inte att vara tillräcklig. Det är viktigt att de framsteg som har gjorts inom andra materielområden också kan tas tillvara på inom energirelaterade material, och speciellt inom material för smarta elnät. Syftet med projektet är att underlätta utvecklingen av smarta elnät genom nya material och tillverkningstekniker.

### *Inriktning*

Material som kan förenkla utvecklingen av smarta elnät kan utvecklas inom en mängd områden. En viktig del i modern materialforskning är att designa nya material som lever upp till de krav som ställs på en specifik tillämpning. Samtliga projekt inom MATERIAL är fokuserade på utveckling av nya tillverkningsmetoder, vars syfte är att optimera egenskaper för komponenter som är centrala för generering, transmission och distribution av elkraft. Flera av projekten kombinerar experimentella metoder med teoretisk modellering. Målet med delprojekten inom MATERIAL är att leverera färdiga processer för produktion av viktiga komponenter som kablar och kontakter.

### *Forskningsområden*

Projektet är organiserat i fyra olika områden: Förbättrade elektriskt fältstyrande material för HVDC kabelsystem, avancerade isolationsmaterial baserade på biobaserade källor, nya tunnskiktmaterial för elektriska kontakter, samt nya permanentmagnetmaterial som inte får innehålla sällsynta jordartsmetaller.

### **Förbättrade elektriskt fältstyrande material för HVDC kabelsystem**

Polymera nanokompositer kan revolutionera materialtekniken inom en mängd olika teknikområden. Exempel på tillämpningar är kabelisolation för HVDC och maskin/motorisolation. De kan även användas för elektrisk fältstyrning, vilket behövs för att tillverka kompakta elektriska komponenter. Syftet med detta projekt är att designa nya polymera kompositmaterial genom att skräddarsy nanopartiklarna i kompositen.

I fas 1 har vi framgångsrikt bekräftat grundläggande koncept av polymer nanokomposit med icke-linjär resistivitet designad för elektrisk fältstyrning i HVDC kabeltillbehör. Vi har utfört materialsimuleringar för elektriskt fältstyrande material för HVDC kabelsystem och utvecklat en kod som kopplar materialegenskaper på olika längdskalor (*ab initio*, molekylär dynamik, perkolationsfenomen och FEM). Beräkningar har bekräftats med experimentella data. Vi har också utvärderat tillförlitlighet av polymer nanokompositer för isolation och då speciellt effekt av temperatur och fukt. Under fas 2 avser vi att inom Wåhlander, Li och Nilssons SweGRIDS-projekt att:

- Utveckla förbättrade elektriskt fältstyrande material som tillåter mer kompakt design och högre spänningsnivåer på HVDC kabelsystem (2016).
- Implementering av ett materialsimuleringsverktyg för en snabbare och mer effektiv utveckling av polymera elektriska isolationssystem (2015).
- Utveckla 'Partikelfabriken' – Uppstart av företag runt en ny kontinuerlig *in-situ* syntes av oorganiska nanopartiklar. Dessa används som tillsatser i ny polymerisolation för högspända kabelsystem.

#### **Avancerade isolationsmaterial baserade på biobaserade källor.**

Målet för detta arbetspaket är att kontrollera och förstärka isoleringsegenskaperna hos nya cellulosebaserade material. Utmaningen är att finna rätt materialmorfologi och kemi för tillämpningen. Projektet utförs i nära samarbete med ABB:s fabrik i Figeholm.

Under fas 1 har vi inom projektet utvecklat experimentella uppställningar för karaktärisering av propagering av elektriska yturladdningar på isoleringsmaterial (färdigställdes 2011). Vi har också identifierat de effektivaste sätten att förbättra elektriska egenskaper av cellulosa-fibrer (2013). Under fas 2 kommer vi att inom David Arizas SweGRIDS-projekt att:

- Öka den elektriska hållfastheten av cellulosebaserade prover (bekräftat koncept).
- Utveckla en prototyp med förbättrade elektriska egenskaper, baserade på avancerad cellulosebaserad pressboard.
- Utveckla en industriell process anpassad för tillverkning av de biobaserade materialen.

#### **Nya tunnskiktmaterial för elektriska kontakter**

I detta projekt utvecklas avancerad tunnfilmsteknologi för nya materielsystem i komponenter som t.ex. elektriska kontakter. Målet med arbetspaketet är dels att utveckla en ny metod för att snabbt kunna testa stora mängder av nya materialkombinationer, samt att implementera lovande kandidater i elektriska komponenter som är viktiga för det smarta nätet. Den nya metoden kommer att vara baserad på så kallad kombinatorisk materialvetenskap vilket innebär att ett

stort antal materialsystem kan ”screenas” på ett kostnadseffektivt sätt under kort tid. Med metoden kan materialutvecklingen radikalt effektiviseras.

Under fas 1 har vi inom Fang Maos SweGRIDS-projekt byggt upp en för Sverige unik tillverkningsutrustning, baserad på en kombinatorisk arbetsmetod. Vi har också byggt upp metoder och tekniker för att mycket snabbt utvärdera egenskaperna hos nya material. Under 2013 har effektiviteten i arbetssättet demonstrerats med ett modellsystem för elektriska kontakter. Under fas 2 avser vi att:

- Optimera minst 1 nytt material för elektriska kontakter.
- Demonstrera funktionen i utvald komponent för ”Smart grid”.
- Utveckla kostnadseffektiv uppskalningsprocess för tillverkning av materialet.

#### **Nya permanentmagnetiska material utan sällsynta jordartsmetaller.**

Forskningen inom magnetiska material har växt lavinartat under det senaste årtiondet. Nya magnetiska material står vid tröskeln till samhällsnytta och användningen av funktionella magnetiska material inom det smarta nätet kan bana väg för nya innovationer.

I ett projekt som börjar 2013 ska vi utveckla starka permanentmagneter som inte får innehålla sällsynta jordartsmetaller. Införandet av vindkraft och elfordon begränsas av osäkerheten beträffande tillgång till starka permanentmagneter baserade på sällsynta jordartsmetaller. Över 97% av produktionen av sällsynta jordartsmetaller sker idag i Kina och exportbegränsningar har fördubblat priserna under de senaste två åren. Genom framtagning av nya effektiva permanentmagneter utan, eller med minimal, användning av sällsynta jordartsmetaller undanröjs denna begränsning vilket medför en snabbare övergång till förnybar elproduktion och en energisnålare fordonsflotta i Sverige. Hittills under 2013 har vi identifierat flera föreningar, t.ex.  $\text{Fe}_2\text{P}_{1-x}\text{B}_x$ ,  $\text{Fe}_5\text{PB}_2$  och  $\text{Fe}_5\text{SiB}_2$ , med potential att kunna utvecklas till starka permanentmagneter. Under resterande del av året och under fas 2 avser vi att inom Sofia Kontos SweGRIDS-projekt:

- Optimera systemens magnetiska egenskaper genom substitution och genom att använda tillverkningsmetoder som möjliggör förminskning av materialens kornstorlek ner till endomängränsen.
- Utveckla kostnadseffektiv uppskalningsprocess för tillverkning av materialet.
- Demonstrera funktionen i utvald permanentmagnetbaserad generator.

Doktorandprojekt inom MATERIAL med stöd från industrin finns listade i Bilaga 3.



## 2.6 Energirelevans

Elkraft blir en allt mer central del i hela energisystemet. För närvarande omvandlas ca 40% av världens kommersiellt sålda energi till elkraft och denna andel ökar. Elkraft är även en allt viktigare del i användarledet. Ett exempel är hybridbilar som ofta drivs med fossila bränslen men där elen är en central förutsättning för en energieffektiv drift och låga utsläpp. De nya energikällor som idag ökar snabbt är elproducenter, t ex vindkraft och solceller. Även för trafikområdet ses en större elanvändning som en stor möjlighet för att effektivisera systemet och minska utsläppen. Detta gör att elsystemet har en mycket central roll när det gäller ett framtida hållbart samhälle. Elnäten är centrala i framtidens energisystem och överför energi från varierande och distribuerade källor till användarna. Med hjälp av elnät kan obalanser jämnas ut över kontinentala avstånd, och medge en renare och effektivare slutanvändning av elektriciteten genom t.ex. värmepumpar och batteridrivna fordon. Lagring av elektricitet är avgörande för effektiv användning av naturligt varierande förnybara energikällor.

I april 2009 antogs EUs direktiv om främjande av energi från förnybara energikällor (2009/28/EG). Direktivet innehåller bindande nationella mål för de olika medlemsstaterna om att öka användningen av energi från förnybara energikällor till år 2020. Senast år 2020 ska 49 procent av den svenska bruttoenergianvändningen tillgodoses med förnybar energi enligt direktivet. När det gäller transporter ska andelen uppgå till minst 10 procent. I februari 2013 presenterade IEA sin utvärdering av den svenska energipolitiken, ([http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2013/sweden2013\\_excerpt.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2013/sweden2013_excerpt.pdf)). Av denna framgår att Sverige bör ”Utveckla och genomföra en långsiktig analys för en nollvision för år 2050 gällande nettoutsläpp av växthusgaser för att vägleda marknadsaktörer och utformning av politik”. Dessutom bör Sverige ”öka investeringar i ren energiteknik, inklusive smarta elnät”. Målet med SweGRIDS gällande integrering av förnybar energi och ny energilagring hjälper till att öka andelen förnybar energi och andelen elfordon i det svenska energisystemet. Detta gör att kraven i EUs direktiv lättare kan nås.

Snabba förändringar behövs i de elektriska kraftnäten för att kunna använda sig av olika typer av produktion och belastning som behövs för ett minskat beroende av fossila bränslen, samtidigt som driftsäkerheten bibehålls. Förändringar uppstår i den geografiska spridningen av energikällor, med vind- och vågkraft samt ytterst avlägsna källor som t.ex. ökenolen. Vissa viktiga förnybara energikällor karakteriseras av stora tidsmässiga variationer i sin generering vilket kommer att kräva storskalig energilagring, systemflexibilitet eller styrbar belastning för att balansera nätets in- och utgående effekt. Belastning som tidigare härrörde från

fossila källor som t.ex. uppvärmning och transport kan komma att övergå till elektricitet vilket ökar belastningen på nätet. Högre belastning samt ett ökande beroende av säkra elleveranser kommer att kräva robustare och stabilare elnät. Lagring av elektrisk energi för transporter och för att kapa topparna får hjälp genom utveckling av mindre, säkra, miljövänligare och lättare kemiska förvaringsformer.

Många delar av SweGRIDS forskningsområde kan komma att kräva kompetens i flera vetenskaps- och teknikgrenar. Det finns ett behov av omfattande gränsöverskridande arbete för att sammanföra materialvetenskap, nanoteknologi, högspänningsteknik, kommunikation, elektronik, kraftelektronik, mätning, magnetism, styrning, optimering och andra discipliner. En del långsiktig forskning har uppenbart stor betydelse, t.ex. avancerade isoleringsmaterial som skulle kunna göra det mycket mer praktiskt att överföra mycket höga spänningar över stora avstånd från förnybara energikällor (dvs. ett supergrid). Annan forskning med kortare tidsperspektiv om nya eller förbättrade komponenter skulle i synnerhet kunna dra nytta av ett nära intersektoriellt samarbete. Där skulle parter från elbolag och parter inom branschen kunna samarbeta med universitet som bidrar med egna forskare, kunskap om spetsteknik, sina tillverkningsanläggningar och fältmätningsskapacitet, samt riktlinjer för affärsproblem och lönsamhet för tillverkning och utplacering. Den varierande kompetens och de resurser som våra universitet och industriella forskningsanläggningar kan ställa upp med, tillsammans med ett djupgående engagemang från tillverkningsindustrin och olika elbolag inom området elnät, ger oss ovanligt stora möjligheter med SweGRIDS.

## **2.7 Samhälls- och näringslivsrelevans**

Konstruktion och tillverkning av komponenter och system för kraft och kommunikation är en av den svenska industrins starka sidor där endast ett fåtal andra företag i världen kan konkurrera. Den dramatiska tillväxten inom elkraftindustrin gällande förnybar kraft beläget långt ifrån lastcentrum medför en snabb utveckling av produkter och tjänster såsom högre spänning och strömstyrka när det gäller överföring av högspänd likström (HVDC). Såväl arbetstillfällen, utrikeshandel som utbildning förbättras när situationen för branschens samarbetspartners inom området smarta elnät och lagringsteknik bibehålls och stärks.

Detta är inte minst tydligt genom det särskilda råd för Smarta elnät som inrättats av regeringen. Rådet har till syfte att ge råd gällande eventuella förändringar i lagstiftning och regelverk, eller annat stöd som kan vara nödvändigt för att smarta elnät ska bli en svensk exportframgång. Genom aktivt deltagande i rådets

referensgrupper och samarbetsforum kan forskare inom SweGRIDS konkret bidra till att regelverk som är till nytta för den svenska energisektorn utarbetas.

Sverige är välkänt för innovationer i elkraftsektorn, t.ex. inom högspänd likström, trefassystemet, och flerfasmaskiner. ABB och Vattenfall är två internationella företag inom elsektorn i Sverige. Utexaminerade doktorer och postdoktorer från SweGRIDS kan förväntas hjälpa industrin med nästa generations innovativa produkter och metoder. En del av dessa personer kommer vara utbildade i entreprenörskap och management och kommer därmed kunna starta egna företag baserat på sin forskning. Genom samarbetet mellan KIC InnoEnergy och SweGRIDS erhålls en stark koppling till framgångsrika europeiska forskningsgrupper inom elkraftområdet, vilket gör SweGRIDS till en ledande forskningsmiljö för elkraftforskning i Europa. Detta är attraktivt för de bästa forskarna.

## **2.8 Miljöaspekter**

EUs 20-20-20 mål, vilka antogs 2009, innebär 20% minskning av CO<sub>2</sub>-utsläppen jämfört med 2009 års nivå, 20% ökad energieffektivitet och 20% förnybar energi i energiförsörjningen. Den europeiska och globala elkraftförsörjningen ger för närvarande stora bidrag till CO<sub>2</sub>-utsläppen. För att kunna uppnå EUs mål är det viktigt att man kan integrera betydligt större mängder förnybar energi, och att energianvändningen kan effektiviseras. Målsättningen med SweGRIDS är att bidra till denna utveckling och därmed underlätta uppfyllandet av EUs 20-20-20 mål.

Smarta elnät innebär definitionsmässigt att man ska nyttja befintliga resurser och samordna dessa via elnäten på ett mer effektivt sätt. Mer on-line-styrning i systemet innebär att man kan driva kraftsystemet närmare dess fysiska gränser utan att man för den skull minskar på tillförlitligheten. Detta minskar behovet av nyinvesteringar i kraftledningar vilket minskar resursanvändningen.

Genom nya metoder för planering och drift av elsystem med större inslag av variabla energikällor kan dessa integreras till en lägre kostnad, vilket ökar dess konkurrenskraft. Detta i sin tur ökar acceptansen att man får en större mängd, vilket på europainivå kan minska CO<sub>2</sub>-utsläppen. Centralt för de nya metoderna är att man kan beakta den miljölagstiftning som finns gällande, t ex, vattendomar på ett rationellt sätt.

Effektiva metoder för integration av elfordon där även värdet av deras bidrag till elsystemets reglering beaktas innebär att kostnaden för integrationen kan minska, konkurrenskraften öka och därmed kan utsläppen från trafiken minska radikalt.

Inom SweGRIDS utvecklas nya teknologier för olika komponenter. Vid denna utveckling är energieffektivitet och användning av material med låg miljöpåverkan centralt. Viktiga områden är här att minimera oljeutsläpp och utsläpp av växthusgaser såsom SF<sub>6</sub>. Med bra diagnostikmetoder kan tillförlitligheten i komponenterna öka, vilket minimerar behovet av extrainvesteringar. Detta minimerar i sin tur resursanvändningen.

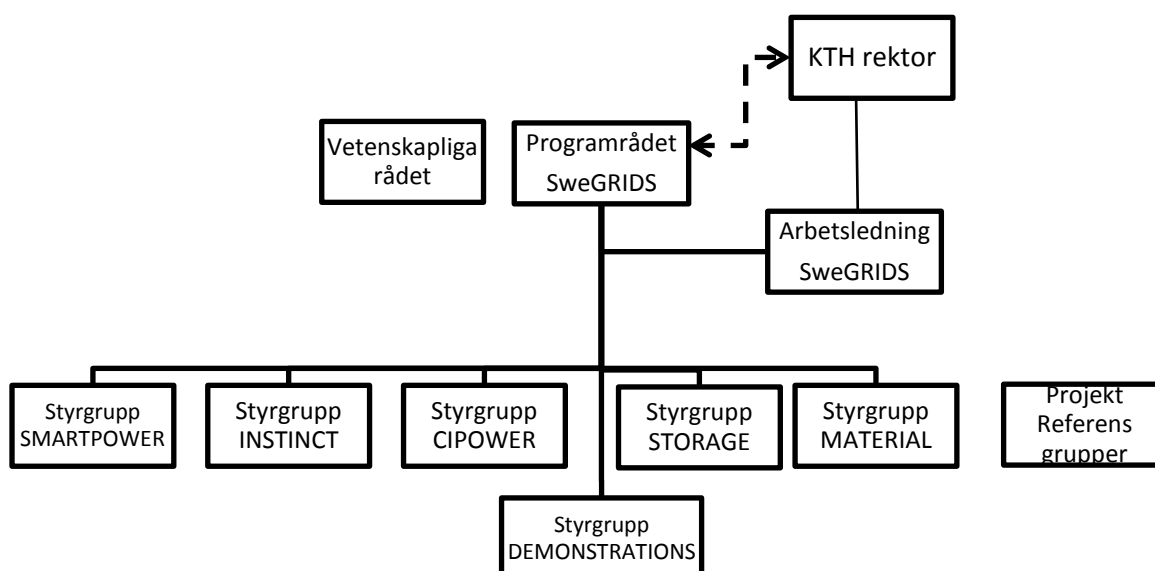
Kraftelektronik bidrar i många avseenden till en mer effektiv energianvändning, vilket möjliggör energibesparingar, som i sin tur leder till minskad miljöpåverkan och reducerade koldioxidutsläpp. I många framväxande tillämpningar som är nödvändiga för en övergång till ett mer uthålligt samhälle ingår kraftelektronik som möjliggörande teknologi. Detta gäller bl. a. strömförsörjning för LED-lampor, drivsystem för el- och hybridbilar samt utrustning för kraftnätsintegration av förnyelsebara energikällor.

För att såväl kraftsystemstyrningen som de olika komponenterna ska fungera på ett optimalt sätt, med minimal miljöpåverkan, krävs IT-lösningar som är nära integrerade med primärutrustningen i elkraftsystemet och att detta system är tillförlitligt och rationellt.

## 2.9 Projektgenomförare/projektdeltagare

Fig.1 visar organisationsstruktur för SweGRIDS. Vårdhögskolan KTH utser Programrådet för SweGRIDS. Samtliga projekt i SweGRIDS rekommenderas av Programrådet. De fem forskningsområdena har en styrgrupp, som leds av en samordnare eller akademisk koordinator från KTH eller UU som också är ansluten till KIC InnoEnergy's projekt inom samma områden. Dessa fem områden har områdeschefer vilka utses av respektive samordnare. SweGRIDS föreståndare utses av KTHs rektor. SweGRIDS föreståndare väljer också två vice föreståndare, en från KTH och en från UU. SweGRIDS föreståndare, de två vice föreståndare, och de 5 områdescheferna utgör SweGRIDS ledningsgruppen. När nationella demonstrationsprojekt startas, samverkar områdescheferna och styrgruppen med demonstrationsprojekts styrgrupp för att definiera doktorandprojekt inom sina respektive områden, kopplade till demonstrationsprojektet. Styrgruppen kan rådfråga referensgrupper på projektnivå.

Förhållandet mellan SweGRIDS till KIC InnoEnergy förklaras i avsnitt 2.11



**Fig. 1** Organisationsstruktur SweGRIDS

### **KTH rektor:**

Utser programrådet, programrådets ordförande, och föreståndaren. I samråd med Uppsala universitet, fattas beslut om finanserna för forskningsprojekt som rekommenderats av programrådet. KTHs rektor kan också delegera ansvaret för projektbeslut till ett universitet som är medlem i programrådet.

### **Programrådet:**

Rekommendation till KTHs rektor eller avslag av enskilda projekt som föreslagits från de fem forskningsområdenas. Kan även initiera projekt.

#### *Ledamöter från:*

KTH (koordinatorer av SweGRIDS)

Uppsala Universitet

ABB

Vattenfall

Fortum

Svenska Kraftnät  
+ andra stora medfinansierare av projekt samt

*Adjungerade ledamöter från:*

Energimyndigheten  
KIC InnoEnergy  
Elforsk

### **Vetenskapliga rådet:**

Framstående personer från näringsliv och universitet. Ställer långsiktiga vetenskapliga mål, genomgång av vetenskaplig kvalitet och relevans. Utsett av Programrådet.

### **Ledningsgrupp:**

SweGRIDS föreståndare + 2 vice föreståndare + 5 områdeschefer  
Förvaltning av centrum. Kommunicera projektförslag, budgetutnyttjande, rapporter till styrelsen

### **Styrgrupp till forskningsområdena:**

En för vardera fem områden med både industri- och universitetsdeltagande. Leds av akademisk koordinator. Definierar nya projekt, följer upp projekt, industri och universitet i samarbete med InnoEnergy och stora demonstrationsprojekt.

### **Referensgrupper:**

Referensgrupper på enskilda projekt. Både industri och universitet deltar i alla referensgrupper.

De forskarstuderande är anslutna till följande forskningsenheter vid KTH och Uppsala Universitet (UU).

#### SMARTPOWER

KTH

- Elektriska energisystem
- Industriella informations- och styrsystem

#### INSTINCT

KTH

- Elektriska energisystem
- Industriella informations- och styrsystem

**CIPOWER**

KTH

- Elektroteknisk teori och konstruktion
- Elektriska maskiner och effektelektronik

UU

- Elektricitetslära

**STORAGE**

UU

- Materialkemi
- Nanoteknologi och Funktionella Material
- Elektricitetslära

KTH

- Tillämpad Elektrokemi

**MATERIAL**

UU

- Materialkemi
- Materialfysik
- Materialteori

KTH

- Fiber och polymerteknologi

**2.10 Avnämare/intressenter**

De som huvudsakligen kan dra direkt nytta av resultaten från doktorandprojekten är företag som medfinansierar dessa projekt, KIC InnoEnergy's innovationsprojekt, nationella demonstrationsplattformar, samt kraftindustrin i allmänhet. Resultaten publiceras i tidskrifter och presenteras vid konferenser till gagn för det vetenskapliga samfundet. Eftersom många av doktoranderna i SweGRIDS också ingår i KIC InnoEnergy's doktorandskola, förekommer ett utbyte av idéer, metoder och resultat mellan doktorander i olika länder i Europa. Många doktorandprojekt har antingen koppling till KIC InnoEnergy's innovationsprojekt eller till större demonstrationsplattformar för smarta elnät. Både KIC InnoEnergy och de nationella demonstrationsplattformarna kan således dra nytta av resultaten. De medfinansierare inom branschen som kan förväntas ha nytta av doktorandprojekten är:

ABB

Vattenfall

Fortum

Svenska Kraftnät

Höganäs AB

+ övriga parter inom industrin

Det svenska samhället som helhet har stort intresse i projektresultaten. Eftersom doktorandprojekten har koppling till de innovationsprojekt som genomförs av parterna inom KIC InnoEnergy finns det möjligheter till att ny teknik presenteras och flera arbetstillfällen skapas. Om andra svenska universitet blir ”full partner” inom InnoEnergy så finns en möjlighet att även doktorander från dessa lärosäten kan ingå i SweGRIDS.

## 2.11 Arbetsätt

KTHs rektor utser SweGRIDS föreståndare, som rapporterar till programrådet. Föreståndaren leder, i samverkan med de två vice föreståndare och fem områdescheferna SweGRIDS verksamhet, t.ex. projektutveckling, rapportering och ekonomi.

SweGRIDS doktorand- och postdoktorprojekt är kopplade till KICs innovationsområden. Dessutom har vissa projekt koppling till stora nationella demonstrationsplattformar för smarta elnät som t.ex. Norra Djurgårdsstaden och Smart Grid Gotland. Genom styrgrupp för dessa innovationsområden finns det en fastställd mekanism för att identifiera doktorand- och postdoktorprojekten inom deras respektive områden. Ett SweGRIDS-projekt föreslås normalt på initiativ av någon forskare eller någon inom bransch. Projektet kan emellertid komma ifråga för samfinansiering genom Energimyndigheten inom SweGRIDS först efter att det fastställts att projektet uppfyller kraven. Dessa gäller t ex energirelevans, vetenskaplig kvalitet, stödjande av forskningsområdets mål, stöd från företagspartner, tillgängliga labb-resurser där projektet ska genomföras, och att det finns förslag på en referensgrupp. Akademisk samordnare för området hjälper den som föreslagit projektet att uppfylla dessa kriterier. Efter att det skickas till SweGRIDS administration samlas alla förslag inom alla områden in och skickas vidare till SweGRIDS programråd som slutligen väljer ut de projekt som ska samfinansieras i SweGRIDS och ger rekommendationen till KTHs rektor. KTHs rektor fattar beslut om dessa projekt i samråd med Uppsala Universitet. Projekten annonseras därefter av KTH och Uppsala Universitet för SweGRIDS räkning, i syfte att rekrytera framstående doktorander. För vissa projekt kan framstående postdoktorer rekryteras. KIC InnoEnergy's annonseringskanaler utnyttjas också för att locka de bästa förmågorna till Sverige.

Beslutsprocessen för att starta ett projekt i SweGRIDS visas som ett flödesschema i kapitel 5.5.



Doktorander eller postdoktorer inom SweGRIDS deltar i fem innovationsområden med koppling till KIC InnoEnergy Sverige eller i något av de nationella demonstrationsprojekten. När SweGRIDS programråd rekommenderar att ett projekt ska få samfinansiering, anger man också om det rör sig om ett tillämpat doktorandprojekt eller ett postdoktoralt projekt, samt nivån på finansieringen utifrån budget och kostnadsplan i avsnitt 4.2. Minst 80% av projekten kommer att bedrivas som doktorandprojekt. Programrådet prioriterar projekt som grundar sig på hög vetenskaplig nivå, har koppling till industrin som styrks genom bidrag till projektet därifrån om minst 750 tkr/år, och har koppling till KICs innovationsområden så att projektet har möjlighet att dra nytta av KICs mervärdesaktiviteter. Projekt som rör nationella demonstrationsplattformar har också koppling till KICs innovationsområden. Genom att godkänna ett individuellt projekt, beslutar styrelsen varje år om fördelningen av nya projekt mellan de fem områdena. Doktorandprojekten löper normalt på 4-5 år och postdoktorprojekten på 1-2 år. Styrelsen kan löpande godkänna nya projekt i stället för de som avslutas.

Några av de viktigaste särdragen i projektgenomförandet och resursutnyttjandet framställs nedan.

- Alla projekt som kan komma ifråga för samfinansiering via Energimyndigheten medfinansieras av industripartner och ska ha energirelevans. Doktorander och postdoktorer från industripartner är emellertid uteslutna från samfinansiering via Energimyndigheten. Varje studerande har en biträdande handledare eller samarbetspart från industrin.
- Samtliga projekt har en referensgrupp som består av experter från branschen och universiteten.
- De studerande går kurser vid KTH och Uppsala Universitet. De har också möjlighet att gå specialkurser anordnade vid en annan europeisk nod.
- Alla studerande deltar i kursen Perspektiv på energisystem (PoES) eller motsvarande kurs.
- Alla de studenter som ansluts till KIC InnoEnergy's doktorandskola får tillgång till mervärdesaktiviteter som t.ex. särskilda affärsrelaterade kurser från handelsskolor. Den delen finansieras genom medel från KIC InnoEnergy.
- Alla de studenter som ansluts till KIC InnoEnergy's doktorandskola får möjlighet att bedriva delar av sin forskning under sex månader tillsammans med någon annan grupp i Europa. De får på så sätt hjälp med exponeringen i Europa. Denna verksamhet finansieras genom KIC InnoEnergy.
- De flesta doktorander får tillfälle att delta i KIC InnoEnergy's innovationsprojekt eller i aktiviteter som rör den nationella

demonstrationsplattformen. En del av denna verksamhet finansieras gemensamt av universiteten och KIC InnoEnergy.

### 3 Bakgrund

Ett klimatneutralt och hållbart Europa vid 2050 kräver att elsystemen i Sverige, Norden och Europa kan integrera stora mängder förnybar elproduktion samtidigt som man upprätthåller en hög tillförlitlighet, säkerhet och ekonomisk effektivitet. Det finns idag en stor utvecklingspotential inom smarta elnät och energilagring, vilket innebär att elkraftsystemet blir mer flexibelt, vilket i sin tur ökar effektiviteten när mängden variabla energikällor ökar.

Forskningsprogrammet SweGRIDS är integrerat med verksamheten inom InnoEnergy. InnoEnergy är en 'Knowledge and Innovation Community (KIC)' fokuserad på hållbar energi (Sustainable Energy) inom European Institute of Innovation & Technology (EIT). Verksamheten inom InnoEnergy syftar till att minska gapen mellan forskning, utbildning och innovation. InnoEnergy är organisatoriskt indelat i 6 tematiska och geografiska noder, av vilka Stockholm-Uppsala utgör en nod med tematiskt ansvar för "Smart European Electricity grid and Electric Storage" (Figur 2). Huvudparterna i den svenska noden är ABB, Vattenfall, KTH och Uppsala Universitet. Ytterligare partners utgörs av SvK, Power Circle, Fortum, Ericsson, Logica, STRI, SP, Seabased, Elforsk, Technion, STING, och Nova. Ytterligare information om konsortiet finns på webbplats <http://www.kic-innoenergy.com/>, och <http://eit.europa.eu/kics/kic-innoenergy/>.

Den svenska noden inom InnoEnergy (<http://www.kic-innoenergy.com/cc-sweden/>) avses drivas i bolagsform, med de svenska huvudparterna som ägare. Innovationsverksamheten i InnoEnergy är indelad i ett antal tematiska program. För varje tematiskt program finns en styrgrupp, och dessutom leds varje program operativt av en programansvarig. Syftet med aktiviteterna inom dessa innovationsprogram är att främja entreprenörskap, kommersialisering, och samverkan mellan industri och högskola. Långsiktigt skall den svenska noden skapa den nya kunskap och teknik som krävs för att utveckla framtidens elsystem. Dessa system ska ha åtminstone följande tre egenskaper.

- kunna integrera distribuerad elproduktion av alla typer och omfattning, till skillnad från dagens huvudsakligen centraliserade produktion.
- möjliggöra att kraftflödet går i flera riktningar, till skillnad mot främst en riktning idag.
- styra systemet baserat på realtidsinformation till skillnad mot historiska data och med hänsyn till kravet på ekonomisk effektivitet.

Det finns fem innovationsområden inom 'Co-location Centre' Sverige - nämligen smarta kraftnätsystem från producent till konsument (SMARTPOWER), IT-

verktyg för smarta elnät (INSTINCT), styrbara och intelligenta kraftkomponenter (CIPOWER), elenergilagring (STORAGE) samt Material till smarta elnät (MATERIAL). Dessa projekt inom innovationsområdena är också paneuropeiska till sin karaktär p.g.a. engagemanget från flera olika organisationer i Europa.

CC Sverige har också ett doktorandprogram inom smarta elnät och lagring som ingår i KIC InnoEnergy's doktorandskola. Studerande från samtliga sex noder inom området smarta elnät och lagring kan delta i detta program. År 2016 förväntas ca 70 doktorander delta i programmet på europainivå. Av dessa beräknas 20 doktorander ingå i SweGRIDS. Forskningsutbildningen är kopplad till innovationsprojekt, varför samtliga studerande förväntas delta i innovationsprojekt, och doktorandprojekten är utformade för att vara till hjälp i innovationsprojekten.

SweGRIDSprogrammets indelning i fem tematiska områden motsvarar exakt InnoEnergy's tematiska program, nämligen SMARTPOWER, CIPOWER, INSTINCT, MATERIAL och STORAGE. Denna samordning innebär i praktiken följande fördelar:

1. Samma industri och universitet i InnoEnergy's tematiska program är i programrådet för SweGRIDS. Denna samordning gäller med undantag för de företag eller institut som deltar i InnoEnergy, men ej i SweGRIDS, t.ex. icke-svenska forskningsinstitut eller högskolor.
2. Forskningsprojekt inom SweGRIDS har en tydlig kanal för kommersialisering genom att industriparterna i InnoEnergy tidigt kan engageras i projekten som stöd, och i ett senare skede underlätta kommersialisering.
3. Forskningsprojekt i SweGRIDS som innefattar doktorander kommer att ingå i InnoEnergy's doktorandskola. Denna doktorandskola samlar doktorander inom hela InnoEnergy konsortiet, dvs. från universitet runt om Europa, och via denna skola erbjuds mobilitet, utbildning i entreprenörskap och tillgång till labb och experter från hela Europa.
4. Mobiliteten mellan industrin och högskolan (och vice versa) kan underlättas genom att samma styrgrupper behandlar såväl forskningsprojekt som innovationsverksamhet.

Slutligen är det viktigt att notera att InnoEnergy inte finansierar forskningsverksamhet, utan endast innovations- och kommersialiseringsaktiviteter. Samverkan syftar alltså inte till att skapa ytterligare

finansiering för forskningen, utan istället till att underlätta kommersialisering av forskningen inom SweGRIDS.



**Fig. 2** KIC InnoEnergy “Co-location Centres” (CC)

## 4 Genomförande

### 4.1 Tidsplan

Programmet planeras löpa över 10 år (2+4+4). Slutpunkt för den första 2-årsfasen är den 30 november 2013 och startpunkt för nästa 4-årsfas är den 1 december 2013. Utvärderingen i fas 2 kommer att ske under hösten 2016. Doktorandtjänster kommer att annonseras löpande, dock minst två gånger om året. För att ingjuta en känsla av "SweGRIDS community", kommer en kick-off konferens att hållas vårterminen 2014. SweGRIDS fas 2 kommer arrangera fyra konferenser, i september 2014, september 2015, september 2016 och den sista i september 2017. Där kommer resultaten från forskningen att presenteras för industrin och andra intresserade. På konferensen kommer tävling för bästa poster hållas och priser sponsrade av industrin kommer att delas ut. Efter utvärderingen kommer en ny ansökan att sändas in för nästa 4-års period med beaktande av rekommendationerna i utvärderingen. Det är möjligt att nya forskningsområden tillkommer i en förnyad ansökan.

### 4.2 Budget och kostnadsplan

Tabell 1 Finansieringsmodell för SweGRIDS fas 2, år 1-4

<b>Föreslagen finansiell fördelning av medel, tkr (tusen kronor)</b>				
	År 1 (tkr)	År 2 (tkr)	År 3 (tkr)	År 4 (tkr)
Energimyndigheten	20270	20270	20270	21959
Totalt Högskolan	5067	5068	5067	5489
Totalt Industrin	25338	25337	25338	27449
Total	50675	50675	50675	54898

Projekten kommer att vara endera doktorandsprojekt eller postdoktorprojekt. Åtminstone 80% av projekten kommer att vara doktorandprojekt och resterande ca 20% postdoktorprojekt. Verksamheten inom SweGRIDSprogrammet ligger som helhet inom ramen för definitionen av tillämpad forskning så som den är beskriven i Förordningen om statligt stöd till forskning och utveckling samt innovation inom energiområdet.

Mervärdesaktiviteter från KIC InnoEnergy's doktorandskola beräknas uppgå till 1500 tkr per år. Detta tillägg ligger utanför den faktiska projektbudgeten.

Näringslivets preliminära finansiering (tkr)

ABB AB	50225,0	24,3 %
Vattenfall Eldistribution AB	15313,0	7,4 %
Svenska Kraftnät	14700,0	7,1 %
Fortum AB	7911,0	3,8 %
Seabased	6125,0	3,0 %
ETC Batteries and Fuel Cells AB	3062,5	1,5 %
Höganäs AB	3063,0	1,5 %
FoV Fabrics AB	3062,5	1,5 %

Kostnadsdelning är: 50% industri, 40 % Energimyndigheten och 10 % universiteten.

Av den totala 4 års-kostnaden om 20692 tkr, går cirka 69,4% till löner, 10,7% till labb, 17,8% till indirekta kostnader vid universitet och ca 2,1% till resor, datorer och övriga kostnader. Övriga kostnader inkluderar kostnader för tolv programrådsmöten, fyra internationella referensgruppsmöten, fyra SweGRIDS doktorandkonferenser samt kickoff och kostnaderna för utvärderingen av projektet i år 4.

Av de kontanta medlen avsätts max. 10 % för administration av centrumet vilket inkluderar lön till föreståndare, bitr. föreståndare, informationsaktiviteter, referensgruppsmötet och konferenser samt utvärdering av programmet. Resterande kontanta medel utbetalas till deltagande institutioner för pågående projekt.

### **4.3 Ansökningskriterier och hantering av ansökningar**

Det är föreståndarens uppgift att, tillsammans med programrådet ge rekommendationer om vilka individuella projekt som ska prioriteras inom ramen för programmet, med hänsyn till de villkor som gäller för programmets genomförande.

Följande steg förekommer i ansöknings- och beslutsprocessen.

1. Projektproblem fastställs för vidare utredning som doktorand- eller postdoktoralprojekt. Detta kan göras inom de fem KIC innovationsområdena (SMARTPOWER, INSTINCT, CIPOWER, STORAGE, MATERIAL) eller de nationella demonstrationsplattformarna. Om ett projekt identifieras inom någon av de nationella demonstrationsplattformarna, t.ex. Norra Djurgårdsstaden eller Smart Grid Gotland, samordnas det med något av de fem innovationsområdena, och beredning och inlämning av fastställda projekt sker till SweGRIDS programråd.
2. Programrådet prioriterar projektidéer utifrån energirelevans, koppling till branschen, tillgängliga resurser, lämplig referensgrupp och den vetenskapliga nivån. Programrådet ger sedan rekommendation till KTHs rektor att fatta beslut, i samråd med rektor för Uppsala Universitet, om projekt.
3. Formellt beslut fattas av KTHs rektor i samråd med rektor för Uppsala Universitet, eller enligt delegationsordning av den som rektor sätter i sitt ställe.
4. SweGRIDS programråd tillhandahåller prioriterade projektidéer för ytterligare utveckling till aktuella forskningsgrupper vid KTH och Uppsala Universitet.
5. Doktorand- och postdoktorbefattningar annonseras vid KTH och UU liksom i svensk press, på internet, KIC InnoEnergy och andra nationella och internationella webbplatser, oftast två gånger per år.
6. Doktorander och postdoktorer väljs ut av respektive forskningsgrupp.
7. Projektreferensgrupper för respektive projekt inrättas med medlemmar från såväl industrin som från universitetet. Referensgruppen träffas minst två gånger om året.

Endast doktorander som är registrerade och anställda vid KTH eller UU kan komma ifråga då dessa är de enda svenska partneruniversiteten inom KIC. KICs innovationsmiljö och mervärde har mycket stor betydelse när det gäller att uppfylla förväntningarna på doktorandprojekten och på doktorandernas utveckling. Doktorander och postdoktorer från industrin kan inte få medel från SweGRIDS. Det finns inte heller någon förutbestämd projektkvot för ett särskilt universitet eller någon särskild forskargrupp. Men för att se till att alla fem områdena är aktiva, ska det finnas minst tre projekt per område.



Det finns tre huvudkriterier för att välja projekt som ska samfinansieras inom SweGRIDS: a) hög vetenskaplig nivå, b) medfinansiering från företag i storleksordningen min. 750 tkr/år, c) koppling till något av KICs fem innovationsområden från CC Sverige och, för vissa projekt, en koppling till något av demonstrationsprojekten för smarta elnät i Sverige, och d) en lämplig projektreferensgrupp. De fem innovationsområdena består av: SMARTPOWER, INSTINCT, CIPOWER, STORAGE, MATERIAL.

#### **4.4 Programråd/programstyrelse**

Rektor vid KTH beslutar om deltagare i programrådet, i samråd med rektor vid Uppsala universitet, samt utser föreståndare.

Föreståndaren leder arbetet inom SweGRIDS och rapporterar till ett programråd med representanter från KTH, Uppsala Universitet, ABB, Vattenfall, SvK, Fortum, KIC InnoEnergy tillsammans med andra framstående personer från industrin, samt en företrädare för Energimyndigheten. Programrådet får hjälp med sitt arbete av en internationell vetenskapsnämnd.

Programrådet har rätt att rekommendera till KTHs rektor att inleda och avsluta ett projekt, och rekommenderar vilka av de individuella projekten som kvalificerar för SweGRIDS-pengar och på vilken nivå. KTHs rektor i samråd med rektor för Uppsala Universitet fattar det formella beslutet. KTHs rektor kan också delegera ansvaret för projektbeslut till ett universitet som är medlem i programrådet.

#### **4.5 Kommunikationsplan och resultatspridning**

SweGRIDS har flera kommunikationsbehov, för spridning av interna och offentliga resultat, ökat samarbete mellan centrumets forskare, ökad kännedom om centrumet hos allmänheten och andra högskolor, och internrapportering.

Principen att ha en industrihandledare och formell referensgrupp till varje projekt är förstärkt inom den andra fasen av SweGRIDS. Detta för att styra varje projekts relevans för industrin, koppla tillbaka resultat direkt till medfinansieraren, och fördjupa samarbetet mellan forskaren och den industriella forskningsmiljön. Kopplingen till KIC InnoEnergy innovationsprojekt och demonstrationsplattformarna öppnar för möjligheten att prova forskningsresultat i en större skala, och även för att få expertråd och hjälp med eventuell kommersialisering av resultaten. Doktorander som också deltar inom KIC

InnoEnergy PhD School får tillgång till utbildning om entreprenörskap och energiteknik. De får även möjlighet att spendera ett halvt år av sin studietid utomlands, där deras samarbete med andra grupper bidrar till spridning av centrumets forskning samt breddning av doktorandernas erfarenhet. Centrumets gemensamma aktiviteter och hemsida är en plattform för kontakt och konsekvent samarbete mellan forskare inom skilda energiämnen; den första konferensen, som skedde i december 2012, var väl uppskattad av forskarna för detta mål.

Följande aktiviteter kommer att göras inom SweGRIDS för att säkerställa effektiv intern och extern kommunikation:

- Projekten kommer att resultera i vetenskapliga rapporter som publiceras i välrenommerade tidskrifter. Doktorandprojekt resulterar också i licentiat- och doktorsavhandlingar.
- Projekten presenteras i fler sammanhang på begäran av Energimyndigheten.
- Vid såväl muntlig som skriftlig presentation, ska det framgå att projektet delvis finansieras av Energimyndigheten.
- Programstyrelsen ordnar en årlig konferens. Alla aktiva projekt förväntas presentera poster och några projekt också muntligt. Alla handledare, samt andra representanter från industripartners och högskolor med intresse för ämnet, bjuds in för att sprida information om centrumets forskning, och för att skapa en miljö för nytt samarbete.
- Centrumets hemsida innehåller redan information om centrumet, alla partner, alla projekt, och presentationer från konferensen. Hemsidan kommer, under den andra fasen, även att innehålla information om varje projekts läge, uppdaterad minst en gång om året, inklusive listor över publikationer. Detta blir som en levande version av mycket av informationen som finns i de årliga rapporterna, för att tillåta centrumets partner och forskare, och allmänheten, att ta reda på centrumets arbete och framgång.
- En årlig rapport kommer att publiceras som beskriver centrumets verksamhet under året. Huvudpunkter blir: forskningsöversikt, projektredogörelse, ekonomi, publikationer, hur arbetet fortskrider och eventuella avvikelser från planer, samt viktiga resultat i projekten.
- En skriftlig slutrapport i populärvetenskaplig form, med sammanfattning på svenska och engelska, inlämnas till Energimyndigheten i fem exemplar vid varje programperiods slut.

## 4.6 Syntes

Centrumet avses i slutet av programperioden att utvärderas av ett internationellt sammansatt vetenskapligt råd, bestående av minst två internationella experter. Deras kommentarer och råd kommer att användas i en eventuell översyn av gällande forskningsstrategi i en syntes som initieras av centrumstyrelsen mot slutet av programperioden d.v.s. hösten 2016. Det är projektutförarnas skyldighet att finnas tillgängliga under utvärderingen och att ta fram de underlag som begärs.

Syntesen av verksamheten är ett vidare begrepp än utvärderingen som kan vara en del av syntesen. I en utvärdering redovisas kvalitet i en specifik verksamhet i relation till uppsatta mål och till motsvarande verksamhet i omvärlden. I syntesen görs en sammanfattning och en tolkning av verksamhetens resultat tillsammans med dess nytta, som också sätts in i ett större sammanhang. Experterna ska utvärdera om programmet bedrivs på ett sådant sätt att den långsiktiga visionen att vara ett ledande europeiskt forskningscentrum uppfylls inom områdena smarta elnät och storskalig lagring.

## 4.7 Utvärdering

En utvärdering utförs under hösten 2016 som underlagsmaterial för inriktning och nivå för eventuella fortsatta satsningar. Utvärderarna ska utgå från uppdraget som getts. Utvärderingen görs utifrån programbeskrivning, projektbeslut, rapportunderlag, muntliga intervjuer, presentationer, och studiebesök.

Uppdraget ska indelas i följande huvudmoment:

- Helhetsbedömning av programmet
  - T.ex., Är programmet i linje med visionen?
- Bedömning av forskningsområdena
  - T.ex., Har de bidragit till framgångskriterierna (se kapitel 2.4)?
- Bedömning av de enskilda delprojekten.
  - T. ex, Är de på en tillräckligt hög vetenskaplig nivå och med ett tillräckligt deltagande från industrin?

Utvärderingen initieras av Energimyndigheten för etablerandet av oberoende utvärderare. Det är projektutförarnas skyldighet att finnas tillgängliga under utvärderingen och att ta fram de underlag som begärs. Utvärderingen studerar i vilken utsträckning programmets målsättning har förverkligats, samt identifierar starka och mindre starka delar av programmet och hur genomförandet av programmet kan förbättras i nästa fas.

Följande material skall ställas utvärderarna tillhanda inför utvärderingsbesöket:

- Programbeskrivningen.

- Mål för de enskilda projekten, genomförande samt beskrivning av skäl för beslut.
- Information om forskningsgrupper; deltagande forskare och personal, inblandade myndigheter, industriella samarbetspartners, ekonomisk översikt, organisation och ledarskap.
- Information om vilka informationsaktiviteter som planerats och genomförts inom programmet och projekten, så som konferenser, pressmeddelanden, artiklar och besök.
- Tekniska och vetenskapliga resultat samt hur resultaten implementerats; kort om nuvarande forskning och projekt (fokus, mål, nya angreppssätt och metoder), vetenskapliga rapporter som lämnats, avgivna examina, utbildningar, kurser och seminarier kopplade till programmet.
- Forskargruppens roll internationellt och nationellt sett; arbetet mot långsiktiga mål, hur framgångsrik är gruppen i en internationell jämförelse, internationellt utbyte, gruppens roll inom universitetet.
- Avnämarnytta, påverkan på avnämare; kort sammanfattning av nuvarande medverkan från industrin och hur den har utvecklats sedan starten, arbetssätt, hur underlättas överförandet till avnämare, kommersialisering, lyckade projekt, inflytande på avnämarnas deltagare, miljö- och energirelevans.
- Egenvärdering av programmet och hur det ska förbättras i nästa fas ifall vissa delar inte är enligt förväntan.
- Förslag på behov av och inriktning på eventuell fortsatt forskning och utveckling.

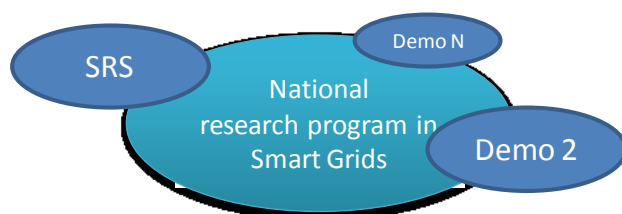
## 5 Avgränsningar

### 5.1 Forsknings-, utvecklings- och teknikområden

Följande forskningsområden ingår i SweGRIDS; integrering av förnybar och distribuerad generering av elenergi till nätet, marknadens utformning och principer för smarta elnät, utveckling av IT-verktyg, konstruktion av kraftkomponenter samt övervakning av såväl komponenter som elsystemet, olika former av energilagringsteknik avsedd för anslutning till nätet, materialteknik som syftar till konstruktion av bättre komponenter och lagring.

Forskning rörande tekniker för omvandling av energiformer till elenergi ingår inte i SweGRIDS. Exempelvis ingår därför inte elproduktion från kondenskraft, kärnkraft, vindkraft, vågkraft, biobränslen, tidvatten, solenergi och vattenkraft. Dock ingår frågor som rör anslutning av den här typen av kraftverk till nätet i SweGRIDS.

### 5.2 Andra anknytande program inom Energimyndigheten



**Figur 4 Nationella program för finansiering av smarta elnät forskning och förhållandet med demonstration plattformar, såsom SRS – Stockholm Royal Seaport.**

Det är rimligt att anta att huvuddelen av resurserna och ansträngningarna som rör forskning och utveckling inom smarta elnät bland elindustrins aktörer i Sverige kommer att vara fokuserade på de demonstrationsprojekt som är under utveckling. Hos Fortum ligger fokus t.ex. på Norra Djurgårdsstaden och för Vattenfall på Smart Grids Gotland. ABB är aktiv inom båda dessa projekt Göteborgs Energi och andra elbolag utvecklar liknande demonstrationsplattformar med olika storlek och omfattning. Under dessa omständigheter bör man söka samarbete mellan industrin och den akademiska världen inom ramen för dessa demonstrationsplattformar, t.ex. Norra Djurgårdsstadsprojektet och Smart Grid Gotland, även om andra industriplattformar också kan vara möjliga samarbetsarenor.

Mot ovanstående bakgrund kan rollen för SweGRIDS beskrivas som i figur 4. SweGRIDS-projekten kommer kortfattat att delvis överlappa aktiviteterna inom befintliga och kommande demonstrationsplattformar om smarta elnät. De överlappande cirklarna i figur 4 återger demonstrationsplatsernas tillgänglighet för forskningsprojekten. SweGRIDS huvudsakliga roll är finansiering av forskningsprojekt vid universitet. Demonstrationsprojekten har som huvudsakligt syfte att vara provbänk för nya tekniker och marknadskoncept. Det kan röra sig om tekniker som ligger nära marknaden och som i princip finns tillgängliga i form av produkter från olika företag, eller tekniker som är mer konceptuella till sin karaktär och som ligger närmare forskningen.

- Tillgång till data från testplattformarna för utveckling av forskningsprojekt.
- Gemensam tillgång för de två grupperna till experter från industrin och universiteten för granskning, en andra bedömning samt kvalitetssäkring.
- Gemensamma styrgrupper med industrirepresentanter från SRS-projekt för forsknings- och utvecklingsprojekt.
- Möjlighet för människor att röra sig mellan industrin och den akademiska världen, t.ex. kan en doktorand praktisera 2-3 månader hos ett företag som är aktivt inom något av SRS-projekten.
- Samarbeten gällande examensarbeten, idéer från industrin och universiteten kan utvecklas som examensarbeten inom demonstrationsplattformarna.

För att kvalificera för nationell finansiering utgör de här samarbetsformerna den resurs från vilken industrins bidrag till SweGRIDS kan tas.

En annan viktig finansiär av forskning vid KTH och andra universitet är Elektra-programmet, vilket finansieras av Energimyndigheten och elkraftsbranschen via Elforsk. Elektraprogrammet har friheten att formulera enstaka doktorandprojekt inom ett brett spektrum medan SweGRIDS avser att rekrytera doktorander inom vissa projekt där den internationella kopplingen via InnoEnergy är central. På detta sätt kompletterar Elektra och SweGRIDS varandra.

### **5.3 Andra anknyttande aktörer**

Doktorandprojekt inom SweGRIDS och projekt inom InnoEnergy medfinansieras delvis av kraftkomponenttillverkare, elbolag, IKT-bolag och andra tjänsteleverantörer. Doktorandprojekten ingår oftast i KIC InnoEnergy's CC Sveriges innovationsprojekt eller har koppling till större nationella

demonstrationsprojekt såsom Smart Grids Gotland eller Norra Djurgårdsstaden enligt vad som beskrivits ovan.

STandUP for Energy är ett samarbete mellan Uppsala Universitet, KTH, Sveriges lantbruksuniversitet och Luleå tekniska universitet. Forskningsprogrammet bildades som resultat av regeringens satsning på högkvalitativ forskning inom områden av strategisk betydelse för samhälle och näringsliv. De övergripande målen för STandUP for Energy är att minska kostnaderna för storskalig produktion av förnybar och hållbar el till konsumenterna, samt att utveckla kostnadseffektiva och energisnåla hybrid- och elfordon. STandUP kommer därigenom att bidra med handledning till SweGRIDS doktorander och postdoktorer.

KTH deltar även i forskningsprogrammet North European Power Perspectives (NEPP). Detta forskningsprogram tar ett helhetsgrepp om en förändrad elmarknad, förändrad elproduktion, förändrad efterfrågan och förändrade elnät. Deltagare är KTH, Elektriska Energisystem, Chalmers, Uthålliga energisystem och Elteknik, Profu och Sweco. Programmet finansieras av Energimyndigheten och ett flertal kraftföretag.

Forskargrupperna vid Uppsala universitet och KTH samarbetar vidare inom STandUp for Energy, SHC (Swedish Hybrid Vehicle Centre), och inom FFI-projekt (Fordons forsknings initiativet) med svensk fordonsindustri. Denna forskning kommer att berika forskningsområdet STORAGE inom SweGRIDS.

Förhållandet till angränsande program inom KIC InnoEnergy förklaras i avsnitt 3.

Det finns några gränssnitt mot Vindforskprogram med Elforsk i underhållsmanagement och Elektraprogram med Elforsk i vissa områden. Det finns bra kommunikation med Elforsk, så att projekten i SweGRIDS och Elektra kompletterar varandra.

## **5.4 Internationell samverkan**

SweGRIDS har ett nära samarbete med InnoEnergy, Europeiska Institutet för Innovationstekniks innovationssamfund. Flera europeiska samarbetspartners är engagerade i CC Sveriges innovationsprojekt och kommer att samarbeta inom SweGRIDS-projekten. Nedan följer exempel på samarbetspartners i Europa som kan komma att samarbeta med i olika SweGRIDS- och InnoEnergy projekt - Iberdrola (Spanien), Tecnalia (Spanien), UPC (Spanien), IREC (Spanien), CEA (Frankrike), VITO (Belgien). Doktorander inom SweGRIDS, som också är i KIC InnoEnergy PhD-skolan, kommer att göra sex månaders praktik (rörlig) utanför

Sverige. Detta kommer naturligtvis att utgöra en del av det internationella samarbetet med dessa grupper.

I samarbete med Energimyndigheten, kommer SweGRIDS aktivt deltaga i att fastställa dagordningen för europeiska samarbetet 'Smart Grid ERA-Net Plus', och forskargrupper i SweGRIDS kommer att länka med andra grupper från Europa och delta i forskningssamverkan.

## 5.5 Ytterligare information

Bilagor till denna ansökan

Bilaga 1 - CV för ansvariga personer för forskningsområdena.

Bilaga 2 - Detaljer om budgetberäkning

Bilaga 3 - Lista på doktorand- och postdokprojekt. Projekt som fortsätter in i fas 2 av SweGRIDS anges.

Bilaga 4 - IP-regler som överenskommit mellan parterna

Etc.

För ytterligare information, kontakta:

### **Energimyndigheten**

Fredrik Lundström

Tel. 016 544 21 12

Epost. [Fredrik.Lundstrom@energimyndigheten.se](mailto:Fredrik.Lundstrom@energimyndigheten.se)

### **SweGRIDS föreståndare**

Professor Rajeev Thottappillil

Department of Electromagnetic Engineering, School of Electrical Engineering, KTH

Tel: 08-7908057

Email: [Rajeev.Thottappillil@ee.kth.se](mailto:Rajeev.Thottappillil@ee.kth.se)

Forskningsområde SMARTPOWER

Professor Lennart Söder

Department of Power Systems, School of Electrical Engineering, KTH

Tel: 08-7908906

Email: [Lennart.Soder@ee.kth.se](mailto:Lennart.Soder@ee.kth.se)

Web: [www.eps.ee.kth.se](http://www.eps.ee.kth.se)

Forskningsområde INSTINCT



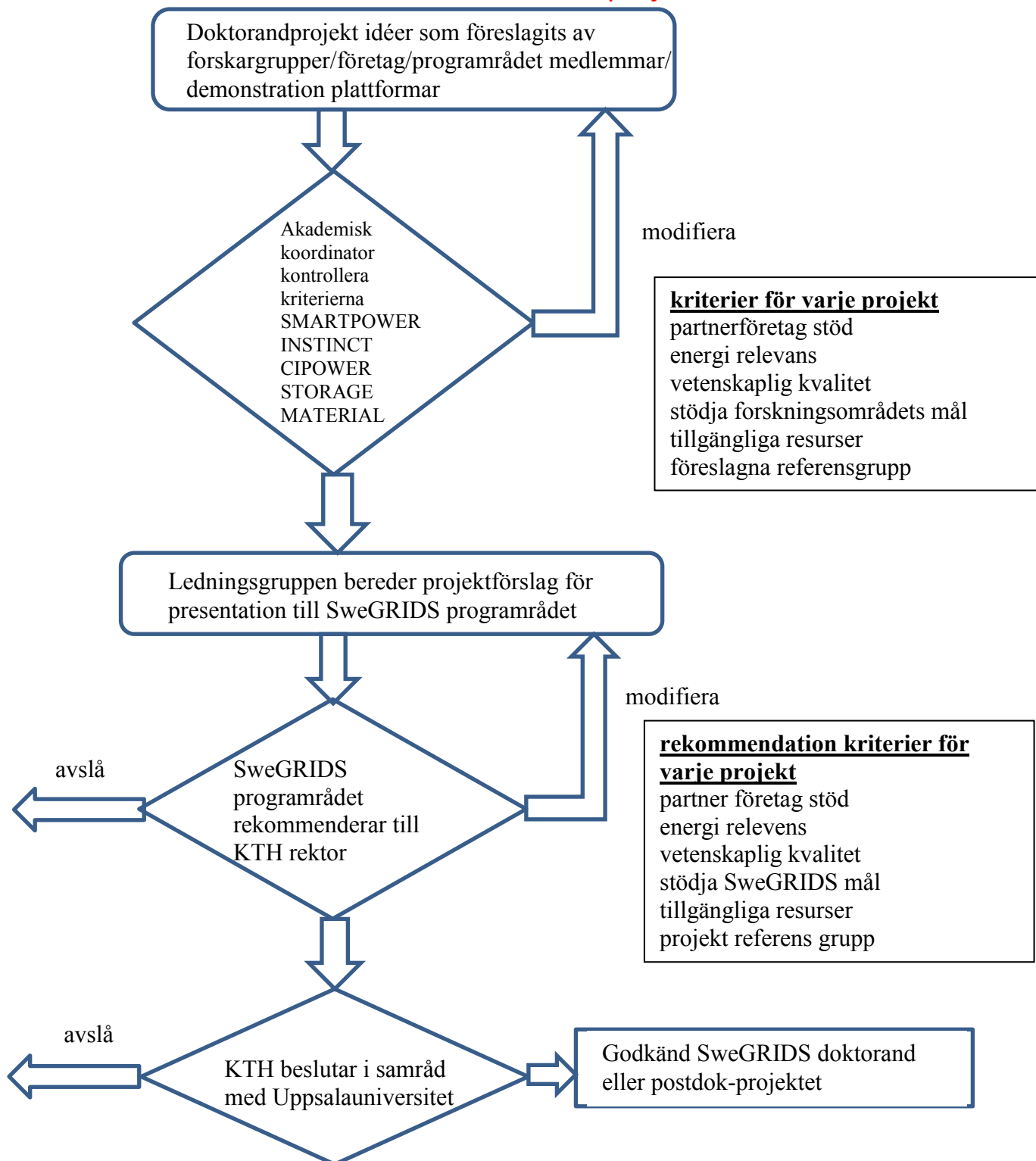
Professor Lars Nordström  
Department of Industrial Information and Control Systems, School of Electrical Engineering, KTH  
Email: [Lars.Nordstrom@ee.kth.se](mailto:Lars.Nordstrom@ee.kth.se)  
Tel: 08-7906830  
Web: [www.ics.ee.kth.se](http://www.ics.ee.kth.se)

Forskningsområde CIPOWER  
Professor Rajeev Thottappillil  
Department of Electromagnetic Engineering, School of Electrical Engineering, KTH  
Email: [Rajeev.Thottappillil@ee.kth.se](mailto:Rajeev.Thottappillil@ee.kth.se)  
Tel: 08-7908057  
Web: [www.etk.ee.kth.se](http://www.etk.ee.kth.se)

Forskningsområde STORAGE  
Tek. Lic. Johan Abrahamsson  
Division of Electricity, Ångström Laboratory, Uppsala University  
Email: [johan.abrahamsson@angstrom.uu.se](mailto:johan.abrahamsson@angstrom.uu.se)  
Tel: 018 - 471 7243  
Web: <http://www.el.angstrom.uu.se/>

Forskningsområde MATERIAL  
Professor Ulf Jansson  
Department of Chemistry - Inorganic Chemistry, Ångström Laboratory, Uppsala University  
Email : [Ulf.Jansson@kemi.uu.se](mailto:Ulf.Jansson@kemi.uu.se)  
Tel: +46 18 471 3727  
Web : <http://www.mkem.uu.se/inorganic/>

## Beslut flödesschema för att starta ett projekt i SweGRIDS



---

<sup>i</sup> KIC InnoEnergy är den enda “Knowledge and Innovation Community” inom hållbara energisystem som finansieras av “European Institute of Innovation and Technology” inom Europeiska Unionen. KIC InnoEnergy har 29 aktieägare som består av större universitet, företag och forskningsinstitutioner i Europa. Dess verksamhet är koncentrerad till sex europeiska noder – Sverige, Iberiska halvön, Tyskland, Beneluxländerna, Frankrike samt Polen – där respektive nod har ett temaansvar för ett ämne inom hållbara energisystem. Den svenska noden av KIC InnoEnergy har ansvar för forskning, utbildning och innovation i det tematiska området “Smart Electric Grid and Electric Storage”. ABB, Vattenfall, KTH and Uppsala University är huvudpartners i den svenska noden av KIC InnoEnergy.