

**2014-02-28 Slutrapport**

---

Utvärdering av Svenskt  
VindkraftsTekniskt Centrum

*Evaluation of the Swedish Wind Power  
Technology Centre*

**Tommy Jansson, AnnaKarin Swenning och Emma Ärenman**

Faugert & Co Utvärdering AB

**Utvärdering av Svenskt VindkraftsTekniskt Centrum**  
*Evaluation of the Swedish Wind Power Technology Centre*

Faugert & Co Utvärdering AB, februari 2014

Tommy Jansson, AnnaKarin Swenning och Emma Ärenman

# Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Executive summary	4
1. Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Uppdraget och utvärderingsfrågorna	6
1.3 Genomfört arbete	7
1.4 Rapportens uppläggning	7
2. Bakgrund	8
2.1 Historik och syfte	8
2.2 Centrumets deltagare	9
2.3 Organisation och arbetsätt	10
2.4 Finansieringsanalys	11
2.5 Anslutande projekt	14
3. Vetenskaplig granskning	15
4. Resultat och effekter	17
4.1 Inledning	17
4.2 Betydelsen för deltagande FoU-utförare	17
4.3 Betydelsen för deltagande företag	18
4.4 Internationella samarbeten	20
5. Effektivitet	21
5.1 Centrumets organisation och ledning	21
5.2 Initiering och bedömning av projekt	21
5.3 Arbetet inom temagrupperna och projekten	22
5.4 Kommunikation och resultatspridning	23
6. Programstrategi	24
6.1 Centrumets roll	24
6.2 Samarbetet inom centrumet	24
6.3 Sammansättningen av temagrupper och projekt	25
6.4 Sammansättningen av aktörer	25
7. Måluppfyllelse	27
7.1 De övergripande målen	27
7.2 De specifika målen	27
7.3 De akademiska målen	28
7.4 Inom vilka temagrupper kommer programmet att nå målen?	29

---

8. Sammanfattning och reflektion	30
8.1 Sammanfattning	30
8.2 Reflektion	31
<hr/>	
Bilaga A Intervjupersoner	33
Bilaga B Vetenskaplig granskning	35
Scientific evaluation of the Swedish Wind Power Technology Center (SWPTC)	35

## Sammanfattning

Föreliggande utvärdering omfattar Svenskt VindkraftsTekniskt Centrum (Swedish Wind Power Technology Centre, SWPTC) som 2009 beviljades finansiering från Energimyndigheten för att stödja svensk industri med kunskap om konstruktionsteknik inom området vindkraft. Syftet med utvärderingen är att bedöma om verksamheten planeras och bedrivs i linje med de mål och det genomförande som beskrivs i Energimyndighetens beslut. Utvärderingen omfattar dels en vetenskaplig bedömning, dels en bedömning av tidiga resultat och effekter ur ett industriellt perspektiv. Den vetenskapliga bedömningen har genomförts av en internationell expertpanel, och koordinerats med utvärderingen ur ett industriellt nyttoperspektiv.

Initiativet till att bilda SWPTC togs av Chalmers i samverkan med ett konsortium av företag. Bakgrunden var en växande marknad för vindkraftsteknik och behov av leverantörer av såväl vindkraftverk som delsystem. Vid Chalmers fanns sedan tidigare en grundkompetens inom relevanta teknikområden, vilken bedömdes kunna utgöra goda förutsättningar för utveckling av specialistkunskap inom vindkraftsteknik. Centrumets operativa verksamhet inleddes i maj 2010.

Målet med centrumets verksamhet är att bygga upp komponent- och systemkunskap kring hela vindkraftverket för att möjliggöra framstående utveckling och produktion av kompletta vindkraftverk i Sverige, framstående svensk utveckling och produktion av delsystem, forskning av högsta klass i syfte att resultera i optimala vindkraftverk, en ingenjörutbildning av hög kvalitet med examination av vindkraftskunniga ingenjörer samt en fokusering på vindkraftverk med en märkeffekt över 2 MW för placering i öppen terräng, i skogsmiljö, i fjällen eller till havs.

Arbetet inom SWPTC bedrivs i projektform, och projekten är fördelade mellan sex temagrupper vilka är tänkta att spegla konstruktion och drift av vindkraftverk. Till följd av att centrumet startade senare än planerat pågick vid tidpunkten för utvärderingen fortfarande de flesta av projekten.

Tre sakkunniga experter har granskat projekten i SWPTC, och deras samlade syn är positiv. Experterna bedömer att arbetet som bedrivs inom centrumet på en övergripande nivå är mycket relevant ur både ett vetenskapligt och ett näringslivsperspektiv. De data som kommer från Göteborg Energis vindkraftverk Big Glenn och som används av sju projekt i SWPTC, ger unika möjligheter och öppnar för avancerad och internationellt konkurrenskraftig forskning inom många områden. Möjligheterna för fortsatt forskning inom de områden centrumet omfattar bedöms som goda, och den starka akademiska miljön borgar för detta. Experterna menar dock att forskarna i flera projekt bör tillägna sig djupare insikter i vad som utgör internationell state-of-the-art. Den långsiktiga vetenskapliga kvaliteten visas främst genom tidskrifts- och konferenspublikationer, och det har ännu naturligen varit få sådana publikationer från projekten.

Inom SWPTC samlas forskning från fem avdelningar på Chalmers, en avdelning vid LTU samt forskningsinstitutet Swerea. Forskningen har fått ökad bredd, djup och omfattning, och SWPTC har bidragit till att en kritisk massa av forskare har etablerats på Chalmers då forskare från fem olika avdelningar nu samarbetar i ett centrum. Genom SWPTC skapas även förutsättningar att utveckla grund- och forskarutbildningen vid Chalmers. Flera FoU-utförare betonar vikten av tillgång till såväl kompetens som data och kvalificerad utrustning. Detta ses som avgörande för att kunna bedriva forskning av hög vetenskaplig kvalitet.

Projekten har möjliggjort samarbeten mellan aktörer som annars sannolikt inte hade uppstått. I projekten samarbetar FoU-utförare med företag och genom samarbetet får medverkande universitet och institut kunskap om problemställningar som är relevanta för industrin. Samarbetet skapar möjligheter att verifiera modeller genom olika typer av experiment, alltså att gå från teori till simulering, laboratorieförsök och

slutligen fullskaleexperiment. Detta möjliggörs särskilt genom den infrastruktur och de anläggningar som finns på regional nivå, och på olika sätt är kopplade till Chalmers och/eller medlemmar i SWPTC. Det ses också som värdefullt att både stora och små företag från olika delar av värdekedjan deltar.

Centrumets resurser har under de inledande åren inriktats på att bygga upp verksamheten, och utvecklingen av det nationella samarbetet varit i fokus. Internationella samarbeten förekommer emellertid i några projekt, och då på initiativ av projektdeltagarna. Det bedöms som viktigt att centrumets framtida verksamhet bedrivs i närmare samverkan med utländska FoU-utförare, organisationer och företag.

SWPTC:s organisation och ledning fungerar väl. Koordinatören har regelbundna avstämningar med projektledarna, och vid styrelsemötena följs projekten upp genom en trafikljusmodell som visar vilka projekt som har problem och som eventuellt ligger efter tidplan. Sammansättningen av temagrupper upplevs vara ändamålsenlig och fungera väl. Seniore forskare och doktorander från samtliga temagrupper träffas varje månad för att hantera gemensamma frågor och utbyta information om projekten. Alla projekt presenteras vid en årlig intern konferens till vilken samtliga deltagare i centrumet är inbjudna. Det finns dock ett fortsatt behov av ökad samordning och ökat samarbete mellan temagrupperna.

SWPTC anses generellt fylla en funktion och utgöra ett komplement till andra satsningar. I Sverige har centrumet en roll som en forskningsutförare som getts en möjlighet att bygga upp en kritisk massa. Detta skiljer SWPTC från satsningar som exempelvis Vindforsk och Vindval. Det ses av flera som viktigt att SWPTC fångar upp de områden som bör ingå och utgör ett nationellt centrum. Detta skulle kunna innebära att ytterligare lärosäten kan inkluderas, men samtidigt ingår redan ett relativt stort antal avdelningar och vetenskapliga discipliner från Chalmers, LTU samt Swerea i SWPTC. Dessa nu är en del av ett gemensamt centrum, vilket i sig innebär en disciplinär bredd och möjlighet till tvärvetenskapliga angreppssätt som annars hade varit svåra att få till stånd.

Genom sin konstruktion och sitt sätt att fungera har SWPTC en god möjlighet att bygga upp kunskap som omfattar hela vindkraftverket, och speciellt hur olika delar och vetenskapliga discipliner kan samverka med varandra. Detta ger medlemmarna i centrumet en unik möjlighet att förstå hur helheten kan optimeras samt hur deras egen teknik kommer att behöva utvecklas.

Sammansättningen av aktörer upplevs överlag vara ändamålsenlig. Det råder stor enighet om nödvändigheten att koppla en större turbintillverkare till centrumet. Stora förhoppningar knöts från början till GE:s deltagande, och att företaget lämnat centrumet är ett bakslag för satsningen. Diskussioner pågår med tänkbare ersättare.

SWPTC har definierat mål på tre nivåer: övergripande, specifika och akademiska mål. Fyra av de fem övergripande målen kommer sannolikt att kunna uppnås, även om de är formulerade på ett sätt som försvårar en bedömning; det femte är inget mål, utan ett strategiskt val som centrumet har gjort. De specifika målen är detaljerade, men samtidigt oprecisa och öppna för alternativa tolkningar. Flera av målen saknar referenspunkt, då det inte anges i förhållande till vad målet avses mätas. De blir därför orealistiska att i praktiken mäta och därmed omöjliga att följa upp. De akademiska målen kommer samtliga att uppnås med marginal.

Bilden som framträder är således att SWPTC är ett väl fungerande centrum, med goda förutsättningar att fortsätta utvecklas i positiv riktning. Vi ser samtidigt att det finns anledning för SWPTC, och, i förekommande fall, Energimyndigheten, att reflektera över några frågor:

- En fortsatt medverkan av medlemsföretagen behöver säkerställas och även nya företag kan behöva tillkomma, bland annat för att fylla GE:s roll. Diskussioner förs med tänkbara nya medlemmar, men det är viktigt att fortsatt även föra en dialog med medlemsföretagen om vilka förväntningar de har på resultat från projekten och vilket deltagande som kan krävas från deras sida för att uppnå detta.

- Företagen har ibland svårt att redovisa – och utföra – sina utlovade naturainsatser. Diskussioner behöver fortsätta om hur företagens insatser på bästa sätt ska kunna planeras och kostnadsberäknas. Vi ser det som viktigt att Energimyndigheten deltar aktivt i dessa diskussioner.
- Det råder inget tvivel om Energimyndighetens engagemang i SWPTC, men det finns utrymme för myndigheten att vara mer aktiv och tydlig med vad den ser som centrumets långsiktiga mål. Detta, menar vi, gäller inte minst i relation till stöd till andra likartade satsningar.
- SWPTC har mycket detaljerade specifika mål, men de är inte ett resultat av medverkande parterns önskemål utan en följd av krav på mätbara mål från Energimyndigheten. De flesta av de specifika målen är också i praktiken omöjliga att följa upp och utvärdera, då de saknar tydlig referenspunkt. Styrelsen ger denna fråga hög prioritet inför fortsättningen. Ambitionen måste vara att ha mätbara mål som är formulerade på ett bättre sätt än de nuvarande.

## Executive summary

This evaluation covers the Swedish Wind Power Technology Centre (SWPTC) that in 2009 received funding from the Swedish Energy Agency to support Swedish industry with knowledge of construction techniques in the field of wind power. The purpose of the evaluation is to determine whether the centre is planned and conducted in accordance with the objectives described in the Energy Agency's decision. The evaluation includes both a scientific assessment and an assessment of early results and effects from an industrial perspective. Since the centre started later than planned, most of the projects were still on-going at the time of evaluation.

The scientific assessment was conducted by an international panel of experts. Their view is that the work carried out in the centre is very relevant from both a scientific and a business perspective. The data from the Big Glenn turbine that is used by seven projects in SWPTC provides unique opportunities and opens for advanced and internationally competitive research in many fields. The possibilities for further research in the areas covered by the centre are considered good, and the strong academic environment at Chalmers vouches for this. The experts argue, however, that researchers in several projects need to acquire deeper insights into what constitutes international state-of-the-art.

Work in SWPTC is carried out in six thematic groups that reflect the construction and operation of wind turbines. SWPTC gathers research from five departments at Chalmers, one department at Luleå University of Technology and the research institute Swerea. The research has reached increased breadth, depth and scope, and SWPTC has contributed to a critical mass of researchers being established at Chalmers. SWPTC has also created opportunities to develop undergraduate and postgraduate studies at Chalmers. Several researchers emphasize the importance of access to expertise, data and advanced equipment, which is seen as essential in order to carry out research of high scientific quality.

The projects have enabled collaborations between players that would otherwise probably not have occurred. The partnership between researchers and industry creates opportunities to validate models through different types of experiments, i.e. to move from theory to simulation, laboratory tests, and ultimately to full-scale experiments. This is made possible in particular by the infrastructure and facilities available at the regional level that are in some way linked to Chalmers and/or members of SWPTC. It is also seen as valuable that both large and small companies from different parts of the value chain are involved.

The SWPTC organization and management work well. The composition of the thematic groups is perceived to be useful and to function well. However, there is a continued need for increased coordination and cooperation between the thematic groups. During the initial years, SWPTC has focused on building the centre: it is considered important that future operations are conducted in close collaboration with foreign R & D performers, organizations and companies.

SWPTC is considered to be complementary to other initiatives on a national level. It is seen by many as essential that SWPTC captures the areas that should be included and form a national centre. This could mean that further higher education institutions may be included, but a relatively large number of departments and disciplines from Chalmers, Luleå University of Technology and Swerea are already in SWPTC. The centre has today a disciplinary breadth and the opportunity for interdisciplinary approaches that would otherwise be difficult to achieve.

Through its construction and its operation SWPTC has a good opportunity to build knowledge covering the entire wind turbine, and especially how different parts and disciplines can work together. This gives members of the centre a unique opportunity to understand how the whole can be optimized and how their own technology will need to be developed.



The composition of members of the centre is perceived to be generally effective. There is broad agreement on the need to link a larger turbine manufacturer to the centre. Great hopes were tied to GE's participation, and the fact that the company is no longer part the centre is a setback for the initiative. Discussions are underway with potential replacements.

SWPTC have defined objectives at three levels: global, specific and academic goals. Four of the five global objectives are likely to be achieved, even if they are formulated in a way that largely impedes an assessment; the fifth is not an objective, but a strategic choice that the centre has made. The specific objectives are detailed, but at the same time vague and open to alternative interpretations. The academic goals will all be achieved.

The picture that emerges is that SWPTC is a well-functioning centre, with good potential to continue to develop in a positive direction. We see reason for SWPTC, and, where appropriate, the Swedish Energy Agency, to reflect on a few issues:

- Continued participation of member companies needs to be assured, and there may be a need for new member companies, notably to fill GE's role.
- Companies have sometimes hard to present - and fulfil - their promised contributions in kind. Discussions need to continue about how company efforts should best be planned and estimated.
- There is no doubt about the Energy Agency's involvement in SWPTC , but there is room for the Agency to be more active and clear about what it sees as the centre's long-term objectives. This, we believe, is particularly true in relation to support for other similar initiatives.
- SWPTC has very detailed specific objectives, but these are not a result of participating partners' wishes but a consequence of demands for measurable objectives from the Swedish Energy Agency. Most of the specific objectives are also practically impossible to monitor and evaluate, as they lack a clear reference point. The aim must be to have measurable objectives that are formulated in a better way than the current ones.

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

Svenskt VindkraftsTekniskt Centrum (Swedish Wind Power Technology Centre, SWPTC) beviljades i november 2009 finansiering från Energimyndigheten för att stödja svensk industri med kunskap om konstruktionsteknik inom området vindkraft. Stödet uppgår till 33,3 miljoner kronor för perioden 2010–2013 under förutsättning att Chalmers tekniska högskola (Chalmers) och deltagande företag vardera bidrar med lika stor andel medfinansiering (fördelat mellan kontanta medel och naturabidrag).

Centrumets operativa verksamhet inleddes i maj 2010 och syftet med SWPTC är, enligt Energimyndighetens beslut, att stödja svensk industri med kunskap om konstruktionsteknik inom området vindkraft.

### 1.2 Uppdraget och utvärderingsfrågorna

Syftet med utvärderingen är att bedöma om verksamheten planeras och bedrivs i linje med de mål och det genomförande som beskrivs i Energimyndighetens beslut. Utvärderingen omfattar dels en vetenskaplig bedömning, dels en bedömning av tidiga resultat och effekter ur ett industriellt perspektiv. Den vetenskapliga bedömningen har genomförts av en internationell expertpanel, och koordinerats med utvärderingen ur ett industriellt nyttoperspektiv.

De frågor som utvärderingen utifrån denna uppdragsbeskrivning söker besvara är följande:

1. I vilken utsträckning är forskningen internationellt konkurrenskraftig med avseende på vetenskaplig kvalitet?
2. Inom vilka områden är forskningen inom SWPTC internationellt konkurrenskraftig?
3. Vilka unika kompetenser finns bland SWPTC:s forskare, och inom vilka temagrupper?
4. Vilka resultat och effekter har programmet givit upphov till, eller förväntas det ge upphov till, för industriella avnämare (exempelvis i form av kompetensutveckling)? Hur har forskningsresultat spridits och nyttiggjorts?
5. Har programmet bidragit till att en kompetensbas på svenska lärosäten säkerställs enligt programmets ambition och syfte? Finns det försummade kompetensområden?
6. Har projekten resulterat i nya samarbeten mellan lärosäten och företag och/eller har befintliga samarbeten stärkts?
7. Har internationella samarbeten initierats under programperioden? På vilket sätt har de bidragit till programverksamheten?
8. Givet dess mål, hur fungerar SWPTC som ett centrum?
9. Är projektportföljen relevant i förhållande till programmets beskrivning och är uppdelningen mellan temagrupper rimlig?
10. Har programmet stimulerat och uppmuntrat till samarbeten mellan delprojekten?
11. Hur har strukturen med temagrupper fungerat? Vilka fördelar/nackdelar har arbetssättet inneburit? Vilka effekter kan identifieras? Har syntesarbete inletts i varje temagrupp?
12. På vilket sätt har styrelsen agerat för att stimulera till att stärka kompetensbasen inom respektive temaområde?

13. Hur har processerna för utvärdering och beslut om projektansökningar fungerat? I vilken utsträckning och hur har prioriteringskriterierna använts och de har fungerat bra?
14. Inom vilka temagrupper kommer programmet att nå målen (eller vara nära att nå dem)?
15. I vilken utsträckning har programmet bidragit till uppfyllande av Energimyndighetens uppdrag inom området energiforskning och innovation?

### 1.3 Genomfört arbete

Faugert & Co Utvärdering AB har under perioden oktober 2013–februari 2014 genomfört det arbete som redovisas i denna rapport. Utvärderingen har genomförts av AnnaKarin Swenning, Emma Årenman och Tommy Jansson, där den sistnämnda agerat projektledare. Gustav Rålenius har bidragit till delar av arbetet. Tomas Åström har varit kvalitetssäkrare.

Datainsamlingen har bestått av:

- Dokumentstudier, bl.a. av Energimyndighetens beslut och SWPTC:s årsrapporter
- Finansieringsanalys baserad på underlag från SWPTC
- Tre sonderande intervjuer
- Djupintervjuer med 30 personer
- En vetenskaplig granskning, genomförd av Peter Hjuler Jensen (Danmarks Tekniska Universitet, DTU Wind Energy), Tom Neumann (DEWI GmbH, Tyskland) och Henk Polinder (Delft University of Technology, TU Delft, Nederländerna)
- Tolkningsseminarium den 24 januari 2014 vid vilket utvärderingsteamet redovisade sina observationer och preliminära slutsatser för diskussion och återkoppling. Vid tolkningsseminariet deltog utvärderingsteamet, föreståndaren och koordinatören för centrumet, styrelseordföranden samt Energimyndighetens handläggare

### 1.4 Rapportens uppläggning

Denna rapport börjar – efter detta inledande kapitel 1 – med en beskrivning i kapitel 2 av kompetenscentrumet SWPTC. Utifrån den vetenskapliga granskning som genomförts, diskuteras i kapitel 3 kvalitet och relevans för den forskning som bedrivs vid SWPTC. Kapitel 4 fokuserar på resultat och effekter för universitet, högskolor och forskningsinstitut (hädanefter FoU-utförare) och deltagande företag, medan kapitel 5 diskuterar centrumets effektivitet och kapitel 6 programstrategin. I kapitel 7 görs en avstämning av vår empiri mot centrumets mål. Avslutningsvis reflekterar vi i kapitel 8 kring utvärderingens konstateranden.

Intervjupersoner och deltagare i tolkningsseminariet återges i Bilaga A. Bilaga B omfattar den vetenskapliga granskningen.

## 2. Bakgrund

### 2.1 Historik och syfte

Initiativet till att bilda SWPTC togs i början av 2009 av Chalmers i samverkan med ett konsortium av företag bestående av GE Wind Energy Sweden, ABB, SKF, Göteborg Energi samt Triventus Energiteknik. Bakgrunden till initiativet var en växande marknad för vindkraftsteknik och behov av leverantörer av såväl vindkraftverk som delsystem. I Sverige finns stor kunskap inom delsystem till vindkraftverk, men jämfört med länder som Danmark och Tyskland är den svenska vindkraftsindustrin liten. Syftet med att bilda ett centrum var att kunna stödja svensk industri med kunskap om konstruktionsteknik och underhåll inom vindkraftsområdet samt att utbilda nya generationer av ingenjörer med god kunskap inom området.

Vid Chalmers fanns sedan tidigare en grundkompetens inom relevanta teknikområden och en specialkunskap om vindkraftens elsystem och dess nätintegrering. Detta bedömdes kunna utgöra goda förutsättningar för utveckling av specialistkunskap inom vindkraftsteknik. Chalmers är också sedan 2008 engagerat i Power Väst som är Västra Götalandsregionens nätverk för samverkan och utveckling mellan västsvenska aktörer inom vindkraftsområdet. Nätverket var en utvidgning av ett EU-projekt, Power Cluster, som pågick 2008–2011 och som Chalmers deltog i. Sammantaget bidrog detta till att lägga en grund för Chalmers initiativ att starta ett vindkraftscentrum.<sup>1</sup>

I maj 2009 lämnades en ansökan om stöd in till Energimyndigheten och den beviljades i november samma år. Energimyndigheten beslutade att stödja kompetenscentrumet med 33,3 miljoner kronor fram till och med 2013 under förutsättning att Chalmers och näringslivet vardera bidrog med lika mycket. Den totala budgeten uppgår således till totalt 100 miljoner kronor, varav ungefär hälften utgörs av kontanta medel och hälften av naturabidrag.

Processen med att skriva avtal mellan de i centrumet ingående parterna drog ut på tiden, vilket innebar att den operativa verksamheten inleddes först i maj 2010. Det tog även tid att rekrytera doktorander till centrumet. Mot bakgrund av den sena starten har Energimyndigheten beviljat en förlängning av den första etappen av centrumets verksamhet till och med 2014.

Tanken är att SWPTC ska komplettera den vindkraftsforskning som bedrivs inom Energimyndighetens program Vindforsk III, som fokuserar på etablering och drift av vindkraftverk samt elnätsfrågor, och Vindval, där konsekvenserna av vindkraftsproduktion ur ett mänskligt och miljömässigt perspektiv studeras. Fokus i SWPTC ligger främst på att utveckla vindkraftverkens konstruktion för att optimera kostnaderna för tillverkning och underhåll.

Målet med centrumets verksamhet är att bygga upp komponent- och systemkunskap kring hela vindkraftverket för att möjliggöra:

- Framstående utveckling och produktion av kompletta vindkraftverk i Sverige
- Framstående svensk utveckling och produktion av delsystem. Detta gäller exempelvis mekanisk och elektrisk drivlina samt växellåda. Även gir och bladvinkelmekanismer är bra exempel
- Forskning av högsta klass i syfte att resultera i optimala vindkraftverk
- En ingenjörsutbildning av hög kvalitet med examination av vindkraftskunniga ingenjörer

---

<sup>1</sup> Maria Lindqvist, Christian Fredricsson, Tomas Åström och Nulifer Ipek, *Utvärdering av InMotion. Kraftsamlning för miljö, energi och hållbara transportlösningar*, Utvärderingsrapporter 2011:05, Västra Götalandsregionen, 2011.

- En fokusering på vindkraftverk med en märkeffekt över 2 MW för placering i öppen terräng, i skogsmiljö, i fjällen eller till havs

Forskningscentrumet specifika målsättning på lång sikt är att verksamheten ska leda till:

- Att nya material används i bladkonstruktionen som kan ge en viktreduktion av 60 procent
- En total viktreduktion på kraftverket som motsvarar en 20 procentig kostnadsreduktion
- Ökad livslängd med 40 procent på grund av bättre lastprediktering och lägre konstruktionsvikter
- Ökning av kraftelektronikkomponenter för att möjliggöra en viktreduktion på transformatorn i kraftverket/upsamlingsnätet på 80–90 procent
- Att en eller flera vindkraftverkstillverkare i Sverige kan få en världsmarknadsandel på 5 procent.

På den akademiska sidan är målsättningen att centrumet presenterar:

- 4 doktorsavhandlingar efter fem års verksamhet
- 4 publikationer/år som presenterats på internationella konferenser
- 3 publikationer/år i internationella tidskrifter

## 2.2 Centrumets deltagare

Chalmers är värd för SWPTC, och fem avdelningar från högskolan deltar i arbetet inom centrumet (Dynamik, Elteknik, Högspänningsteknik, Reglerteknik och Strömningslära). I det inledande skedet fanns det sex medlemmar i centrumet, och under 2011-2012 tillkom ytterligare medlemmar (från både industrin och akademien). Totalt har centrumet fram till och med 2013 haft följande 13 medlemmar (årtalet inom parentes anger när medlemskapet inleddes):

- GE Wind Energy Sweden (2010)
- ABB (2010)
- SKF (2010)
- Göteborg Energi (2010)
- Triventus Service (2010)
- Marström Composite (2010)
- DIAB (2011)
- DNV (2012)
- Semcon (2011)
- Vindmark Technologies (2012)
- WindVector (2011)
- LTU (2012)
- Swerea (2012)

GE Wind Energy Sweden (GE) valde i ett ganska tidigt skede att avveckla sin verksamhet i Sverige inom vindkraftsområdet. GE köpte 2009 det Karlstadsbaserade företaget Scanwind som ett led i sin strategi att etablera sig som leverantör av vindkraftverk i Europa. Efter GE:s beslut att avveckla verksamheten i Sverige har anställda vid Scanwind bildat företaget Scandinavian Wind. GE fortsatte dock att vara

medlem i centrumet fram till och med 2013. De har fullgjort sitt ekonomiska åtagande gentemot centrumet. En del av GE:s utlovade naturabidrag har omvandlats till kontanta medel och bland annat kunnat användas för att involvera Scandinavian Wind i några av projekten.

Vid tidpunkten för utvärderingen har även Semcon meddelat att de inte avser kvarstå som medlem i centrumet under en kommande period.

Utöver medlemsföretagen medverkar några företag endast i specifika projekt: Vattenfall, Skellefteå kraft, Bollebygds Plast, H Gedda Consult, Erasteel, Bodycote och Teknikgruppen. De bidrar med en lägre grad av medfinansiering (och i vissa fall enbart med naturainsatser), och får endast tillgång till information och resultat från projekt som de medverkar i.

### 2.3 Organisation och arbetssätt

Ansvar för den dagliga driften av centrumet ligger hos föreståndaren och en koordinator, vilka tillsammans utgör centrumets kansli.

Samtliga medlemmar i centrumet är representerade i SWPTC:s styrelse. Styrelsen fattar beslut om vilka projekt som skall startas. Under etappen har det också hållits sex partnerstämmor vid vilka bland annat nya medlemmar väljs in. Styrelsen har vuxit i takt med tillkommande medlemmar och dess sammansättning framgår av Tabell 1.

Tabell 1 Styrelsens sammansättning den 1 oktober 2013.

Representant	Organisation
Matthias Rapp (Ordförande)	Straits International
Christer Ovrén	ABB
Alf-Erik Almstedt	Chalmers
Andreas Forsberg	DIAB
Johan Sandberg	DNV
Hartmut Scholte-Wassink	GE Wind
Ingemar Gunnarsson	Göteborgs Energi
Jan-Olof Aidanpää	Luleå tekniska universitet (LTU)
Per Wärn	Marström Composite
Mikael Eklund	Semcon
Pär Malmberg	SKF
Lars Liljenfeldt	Swerea
Ken Petersson	Triventus Service
Lars Mattila	Vindmark Technologies
Stellan Wickström	WindVector
Andreas Gustafsson	Energimyndigheten
Birgitta Losman (adjungerad)	Västra Götalandsregionen

Arbetet inom SWPTC bedrivs i projektform, och vid tidpunkten för utvärderingen finansierades åtta doktorander helt genom SWPTC och fyra seniora forskare till största delen av centrumet. På deltid engageras också ett tiotal anställda seniora forskare på Chalmers som handledare och projektledare. På LTU arbetar en senior forskare med projekt inom SWPTC och från Swerea medverkar cirka fem seniora forskare. Från näringslivet deltar ungefär 25 personer, vilket inkluderar både styrelserepresentanter och deltagare i projekt- och temagrupperna.

Projekten är fördelade mellan följande sex temagrupper vilka är tänkta att spegla konstruktion och drift av vindkraftverk:

- Elkrafts- och styrsystem (TG1)
- Turbin och vindlast (TG2)
- Mekanisk kraftöverföring och systemoptimering (TG3)

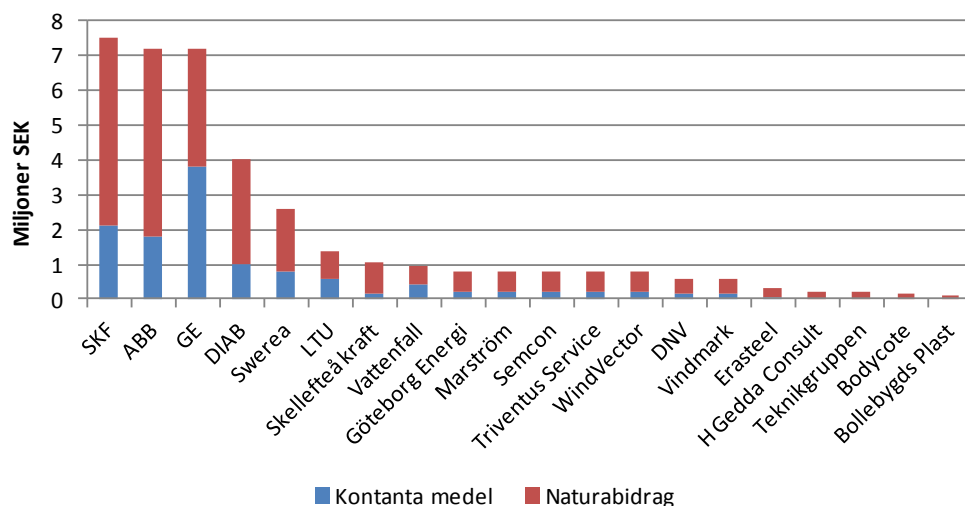
- Bärande struktur och fundament (TG4)
- Underhåll och tillförlitlighet (TG5)
- Kallt klimat (TG6)

Temagrupperna TG1-TG4 var de som konstituerade centrumet, medan de två sistnämnda temagrupperna har tillkommit efter det att centrumet startade. Inom temagrupp 1 bedrivs sex projekt och övriga fem temagrupper innefattar två projekt vardera. Något fler än hälften av projekten är doktorandprojekt, medan övriga genomförs av seniora forskare och/eller deltagande företag.

## 2.4 Finansieringsanalys

Centrumets totala budget uppgår som tidigare beskrivits till 100 miljoner kronor, varav hälften utgörs av kontanta medel och hälften av naturabidrag. En stor del av dessa medel finansierar FoU-utförarnas arbete, dels i projekt, dels för administration.

Deltagande lärosäten och företag ska enligt Energimyndighetens beslut bidra med en tredjedel vardera av centrumets totala finansiering. Figur 1 visar vilken grad av medfinansiering som deltagande lärosäten och företag går in med och hur den är fördelad på kontanta medel och naturabidrag.



Figur 1 Utlovad medfinansiering från deltagande lärosäten och företag fördelad på kontanta medel och natura. En förändring som skett under innevarande etapp är att 37 % av GE:s utlovade naturabidrag har omvandlats till kontanta medel.

Chalmers andel visas inte i figuren, men uppgår till 29,4 miljoner kronor varav närmare 7 miljoner utgör kontanta medel. Detta uppgår tillsammans med andelarna från LTU och Swerea till den tredjedel som lärosätena förväntas bidra med. Av den totala medfinansieringen från lärosätena utgör 8,33 miljoner kronor kontanta medel och 25 miljoner kronor naturabidrag.

Medlemsföretagens utlovade bidrag uppgår till totalt 31,1 miljoner kronor, varav närmare 10 miljoner utgör kontanta medel och 21,1 miljoner naturabidrag. Utöver medlemsföretagen deltar även några företag i specifika projekt (Skellefteå kraft, Vattenfall, Erasteel, H Gedda Consult, Teknikgruppen, Bodycote och Bollebygdens Plast) och deras sammanlagda bidrag uppgår till ungefär 2,9 miljoner kronor, varav 600 000 kronor utgörs av kontanta medel och 2,3 miljoner av naturabidrag. Det sammanlagda bidraget från företagen uppgår således till 34,2 miljoner kronor vilket utgör något mer än en tredjedel av centrumets totala finansiering.

Den ekonomiska redovisningen för 2013 visar att centrumet hittills erhållit strax över 40 miljoner kronor i kontanta medel från Energimyndigheten samt medverkande



lärosäten och företag. SWPTC:s totala kontanta medel uppgår till 50 miljoner kronor. Totalt har 89 procent av utlovade naturabidrag hittills levererats. Medlemsföretagen har utfört 70 procent av sitt utlovade arbete och de akademiska medlemmarna 100 procent.

Kostnaden för administrationen av SWPTC uppgår till ungefär en miljon kronor per år, varav hälften finansieras genom kontanta medel från STEM och hälften genom de medel som beviljats av Västra Götalandsregionen. I den administrativa kostnaden medräknas lön för koordinator, arvode för administrativ del för föreståndaren samt kostnader för köpta tjänster och marknadsföringsmaterial. För forskningsledning inom SWPTC läggs årligen en miljon kr.

Sammanlagt 16 projekt har beviljats finansiering om totalt 42,3 miljoner kronor och projektens totala budget inklusive naturabidrag uppgår till 86,6 miljoner kronor (se Tabell 2).<sup>2</sup> Alla projekten, utom två pågår fram till och med september 2014. Projektet *Stokastisk modellpredektiv reglering av vindturbiner* avslutades i slutet av 2013 och projektet *Sensorer för detektion av ispåväxt på vindkraftsverks rotorblad* ska avslutas i april 2014.

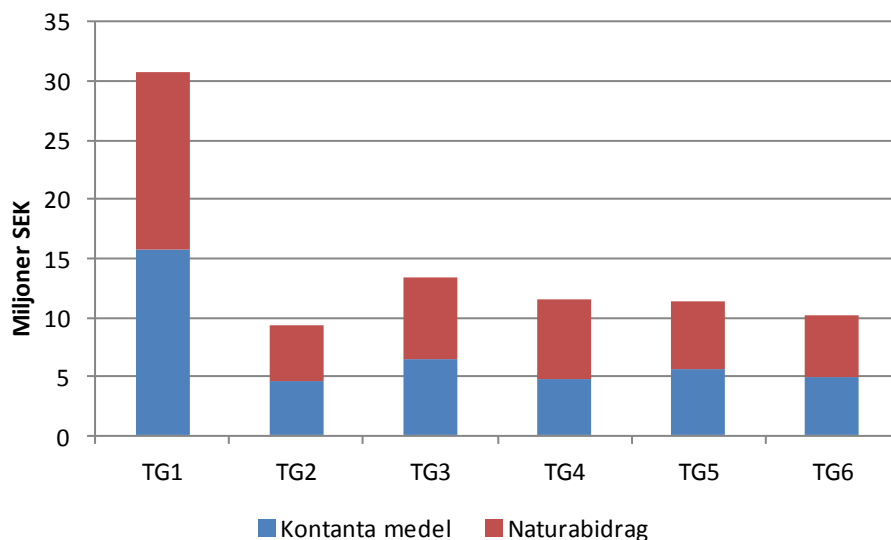
Tabell 2 Översikt beviljade projekt, inklusive total budget (procentsatsen inom parentes anger andelen naturabidrag).

Temagrupp	Projekttitel	Budget (kSEK)	Projekt period
<b>TG1 Elkrafts- och styrsystem</b>	Stokastisk modellpredektiv reglering av vindturbiner	7161 (43 %)	2011-2013
	Modeller för elektrisk drivlina för vindkraftverk	6679 (44 %)	2011-2014
	Grid Code testning	7688 (60 %)	2011-2014
	Mätning av vindkraftverk för verifiering av komponentdesign	4689 (65 %)	2011-2014
	Rekonfigurerbart LIDAR mätsystem för stöd till systemoptimering av vindkraftverk	3858 (26 %)	2011-2014
	Analys av Lidar data för vanliga meteorologiska förhållanden	700 (50 %)	2014-2014
<b>TG2 Turbin och vindlast</b>	Aerodynamiska laster på rotorblad	6168 (49 %)	2011-2014
	Vindkraft i skog: utmattning och livslängd	3143 (51 %)	2012-2014
<b>TG3 Mekanisk kraftöverföring och systemoptimering</b>	Vind turbin drivlina dynamik, system simulering och accelererad provning	9720 (51 %)	2011-2014
	Utveckling av kompondlagerkoncept för vindkraftsapplikationer	3727 (56 %)	2013-2014
<b>TG4 Bärande struktur och fundament</b>	Validering av strukturdynamiska modeller av vindkraftverk	5201 (49 %)	2011-2014
	Utvärdering av tillverkningsmetoder och materialval för kostnadsoptimala rotorblad	6361 (66 %)	2011-2014
<b>TG5 Underhåll och tillförlitlighet</b>	Last- och riskbaserad underhållsstyrning för vindkraftverk	5544 (49 %)	2011-2014
	Strömskador i lager	5754 (50 %)	2011-2014
<b>TG 6 Kallt klimat</b>	Sensorer för detektion av ispåväxt på	3892 (47 %)	2012-2014

<sup>2</sup> En del naturabidrag kommer att utföras utöver det som är utlovat i projektbeskrivningarna

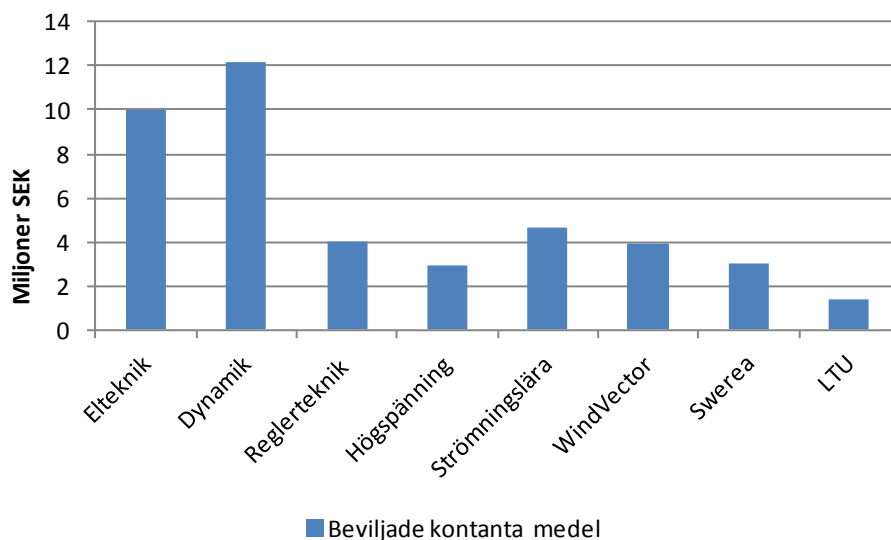


Figur 2 visar hur beviljade kontanta medel och naturabidrag för projekten fördelar sig mellan temagrupperna.



Figur 2 Fördelning av beviljade kontanta medel och naturabidrag per temagrupp.

Figur 3 visar hur beviljade medel för projekten fördelar sig mellan ingående avdelningar och övriga projektutförare.



Figur 3 Fördelning av beviljade kontanta medel mellan ingående avdelningar vid Chalmers och övriga projektutförare

Avdelningarna Elteknik och Dynamik vid Chalmers har projekt i flera av temagrupperna, vilket förklarar den höga andelen beviljade medel.

## 2.5 Anslutande projekt

Utöver Energimyndighetens finansiering delfinansierar även Västra Götalandsregionen två projekt genom programmet InMotion: Mötesplats vindkraftsteknik – utveckling och industrialisering och Provpåplats Göteborg Chalmers vindkraftsteknik. Totalt har Västra Götalandsregionen beviljat 21 miljoner kronor för perioden 2010–2013 och de två projekten genomförs i nära anslutning till centrumets verksamhet.

Denna finansiering utgör en del av en infrastruktur och anläggningar som finns på regional nivå, och som på olika sätt är kopplade till Chalmers och/eller medlemmar i SWPTC. Dessa fanns huvudsakligen redan på plats då SWPTC startade och har stor betydelse för centrumet i det att de bidrar med ett tydligt mervärde till dess verksamhet.

En sådan anläggning utgörs av Göteborgs Energis vindkraftverk Big Glenn, som är ett resultat av deras samarbete med GE och har varit i drift sedan januari 2012. Satsningen drivs nu av Göteborgs Energi och är en del av Göteborg Wind Lab som är ett stort samarbete med många intressenter. Projektet omfattar närmare 110 miljoner kronor, varav Göteborgs Energis insats är cirka 75 miljoner kronor. Energimyndigheten har satsat cirka 25 miljoner kronor och GE står för cirka 10 miljoner kronor. Göteborgs Energi upphandlade Big Glenn från GE för att verifiera och testa turbinprototypen. Sju SWPTC-projekt får data från Big Glenn.

I närheten av Big Glenn har ett High Voltage Direct Current-laboratorium byggts upp. HVDC-anläggningen utgör också en del av Göteborg Wind Lab och Västra Götalandsregionen har investerat i testanläggningen. Syftet med anläggningen är att tekniskt demonstrera, verifiera och utvärdera egenskaper hos en vindturbin med en märkeffekt på 4 MW och att testa hur vindkraftverk klarar av eventuella elnätsfel. Genom anläggningen får SWPTC-projekt möjlighet att använda mätdata, vilket bedöms vara mycket värdefullt.

Ett ytterligare exempel på en anläggning som utan att vara en formell del av SWPTC bidrar positivt till centrumet är projektet "Testcenter för vindkraft i kallt klimat", där en teststation för turbiner i kallt klimat utvecklas. Inledningsvis har arbetet genomförts av Chalmers Industriteknik och Scandinavian Wind. Numera är Swerea MEFOS ansvarigt för projektet. SWPTC deltar i projektet genom Chalmers och LTU. En annan intressent är Vattenfall. VINNOVA finansierar testcentrumet med 3 miljoner kronor.

### 3. Vetenskaplig granskning

Inom ramen för denna utvärdering har en särskild expertgranskning, en s.k. *peer review* utförts av tre experter från Danmark, Nederländerna och Tyskland. Experterna föreslogs av centrumet, och godkändes av Energimyndigheten. Expertbedömningen avsåg samtliga 15 projekt som vid tidpunkten för inledningen av utvärderingen godkännts och startats inom centrumet.

Bedömningen av projekten har skett utifrån skriftligt material (vetenskapliga artiklar eller presentationer, projektrapporteringar till Energimyndigheten) som experterna fått sig tillsända och enskilt värderat med avseende på ett antal kvalitetsdimensioner. Experter och projektutförare samlades sedan till en tredagars hearing i SWPTC:s lokaler på Chalmers, vid vilken projektutförarna presenterade sina projekt och svarade på experternas frågor. För varje projekt avsattes 45 minuter för presentation och efterföljande diskussion.

Varje projekt har bedömts efter av oss angivna kriterier. Dessa bedömningar har sedan lett till en bedömning av de sex temagrupperna, vilket slutligen utmynnat i en övergripande bedömning av centrumet i dess helhet. Ett av projekten i temagrupp 1 är ett utvecklingsprojekt, och dess vetenskapliga kvalitet bedömdes därför inte. För några projekt gjordes ingen bedömning av publicerade resultat, eftersom de ännu inte publicerat något. Några av projekten har heller inte som målsättning att bidra med vetenskapliga publikationer.

Experternas samlade bedömning av de granskade projekten framgår av Figur 4, där skalan för "overall rating" är:

- 5: Excellent, world class
- 4: Internationally competitive
- 3: Satisfactory at national level
- 2: Improvements need to be made
- 1: Underperforming

För övriga frågor som bedömdes användes följande skala:

- 5      Very much
- 4
- 3      Satisfactory
- 2
- 1      Not at all



Figur 4 Samlad bedömning av centrumet.

Experternas samlade syn på projekten i SWPTC är positiv. De generellt sett något måttliga betygen förklaras av att inget projekt ännu har avslutats, och att många av dem fortfarande befinner sig i ett tidigt skede. Den långsiktiga vetenskapliga kvaliteten visas, påpekar experterna, främst genom tidskrifts- och konferenspublikationer, och det har ännu naturligen varit få sådana publikationer från projekten. Experternas underlag för att bedöma vetenskaplig kvalitet har således varit begränsat.

Experterna bedömer att arbetet som bedrivs inom centrumet på en övergripande nivå är mycket relevant ur både ett vetenskapligt och ett näringslivsperspektiv. De data som kommer från Göteborg Energis vindkraftverk Big Glenn och som sju SWPTC-projekt får data från, ger unika möjligheter. Dessa data öppnar för avancerad och internationellt konkurrenskraftig forskning inom många områden, eftersom det möjliggör unika modellvalideringar inom flera forskningsområden. Experterna menar också att forskarna i flera projekt behöver tillägna sig djupare insikter i vad som utgör internationell *state-of-the-art*.

Experterna bedömer att det finns mycket goda möjligheter för fortsatt forskning inom de områden centrumet omfattar, och den starka akademiska miljön stödjer lovande ytterligare forskning inom dessa områden. Experterna lyfter fram några exempel på vad de ser som särskilda möjligheter och starka utgångspunkter för detta svenska program:

- Placering av vindkraftverk i skogsmiljö
- Drift och underhåll av vindkraftverk i kallt klimat
- Mätdata från Big Glenn

Experterna bedömer att det direkta företagsdeltagandet i styrningen av centrumet ger goda möjligheter att ytterligare utveckla forskningen tillsammans med näringslivet. Den fortsatta forskningsverksamheten bör, menar de, omfatta fler och utvecklade internationella samarbeten med både forskningsmiljöer och företag.

Expertrapporten i dess helhet återfinns i Bilaga B.

## 4. Resultat och effekter

### 4.1 Inledning

I detta kapitel analyseras vilka tidiga resultat som har producerats av centrumet, samt vilka effekter verksamheten förväntas leda till på sikt. Alla projekt utom ett pågår fortfarande, flera av dem efter att ha förlängts till och med september 2014, vilket innebär att begränsade resultat och effekter kan redovisas så här långt. Detta kapitel baseras på dokumentstudier, den vetenskapliga granskningen och intervjuer.

Som beskrivits i kapitel 2 finansierar centrumet och projekten i SWPTC såväl seniora forskare som doktorander på hel- eller deltid. För närvarande finansieras åtta doktorander genom centrumet. Dock finns det inte några industridoktorander, vilket angavs som en målsättning i centrumets ansökan.

### 4.2 Betydelsen för deltagande FoU-utförare

Mot bakgrund av att starten av centrumet försenades, beviljade Energimyndigheten en förlängning av den första etappen till och med 2014. Som en följd av den sena starten har de flesta av projekten ännu inte avslutats, och den vetenskapliga produktionen från dessa är av den anledningen mindre omfattande. Två licentiatavhandlingar har så här långt framlagts och fler kommer att presenteras under 2014. Under hela perioden har totalt 16 artiklar framlagts vid konferenser, varav 13 internationella. Sex artiklar har publicerats i internationella tidskrifter. Ytterligare publikationer är planerade under 2014. Några projekt är utvecklingsprojekt och har inte som målsättning att resultera i vetenskapliga publikationer.

I våra intervjuer har vi frågat om vilka motiv FoU-utförare haft för att delta i SWPTC. De motiv som främst nämns är kunskapsuppbyggnad och närmare samarbete med företag. En förbättrad grundutbildning inom vindkraftsområdet ses också som ett angeläget motiv. De tillfrågade forskarna förväntar sig att arbetet inom SWPTC ska bidra till deras vetenskapliga utveckling.

SWPTC har bidragit till att en kritisk massa av forskare har etablerats på Chalmers, då forskare från fem olika avdelningar nu samarbetar i ett centrum. Vindkraftteknik på Chalmers har tidigare handlat mycket om elteknik, men med denna satsning har lärosätet kunnat bredda detta område till att omfatta fler teknikområden och frågor, exempelvis drivlinor och blad. En forskare beskriver det på följande sätt:

*Vi drar nytta av flera forskares breda kunskap och har "omskolat" dem till vindkraftsforskare.*

Inom SWPTC samlas forskning inte bara från fem avdelningar på Chalmers, utan också en avdelning vid LTU samt forskningsinstitutet Swerea. Denna bredd beskrivs ge möjligheter att belysa frågor ur flera synvinklar. Flera intervjupersoner menar också att deltagandet hittills har resulterat i att forskningen fått ökad bredd, djup och omfattning, och inte minst att det bidragit med tvärkopplingar mellan temagrupper och projekt. Genom att arbeta närmare andra avdelningar skapas synergier mellan områden som tidigare inte varit samlade under ett och samma paraply. Bilden som framträder är att SWPTC har fått flera verksamheter att samverka på ett bra sätt, men att detta samtidigt kan utvecklas ännu mer på sikt.

Genom SWPTC skapas inte bara förutsättningar att utveckla forskningen, utan även grund- och forskarutbildningen vid Chalmers. Det finns inte någon särskild vindkraftsutbildning vid lärosätet, men resultat från forskningen används i forskarutbildningen. Detta bidrar till uppbyggnad av en nationell kompetensbas inom vindkraftsområdet. Under 2013 har flera masterkurser med inriktning på vindkraft genomförts, och fyra masteruppsatser har författats i nära samarbete med SWPTC. En FoU-utförare anser att SWPTC redan har blivit ett starkt varumärke och att detta bidrar till att attrahera fler studenter till forskarutbildningen.

Flera FoU-utförare betonar vikten av tillgång till såväl kompetens som data och kvalificerad utrustning. Detta ses i flera fall som avgörande för att kunna bedriva

forskning av hög vetenskaplig kvalitet. FoU-utförarna, och i vissa fall även mindre företag, saknar tillgång till viss data och utrustning som behövs för att kunna vidareutveckla teorier och idéer till nya metoder och/eller produkter; genom SWPTC kan dessa behov tillgodoses.

I projekten samarbetar FoU-utförare med företag och genom samarbetet får medverkande universitet och institut kunskap om problemställningar som är relevanta för industrin. Intervjupersoner från såväl företag som FoU-utförare menar att samverkan mellan näringsliv och akademi är av stor betydelse, då en tätare kontakt bidrar till en bättre förståelse för företagets behov och för akademins villkor.

Det råder samstämmighet bland de intervjuade kring att projekten inom SWPTC har möjliggjort samarbeten mellan aktörer som annars sannolikt inte hade uppstått. Genom att samla relevanta aktörer från industrin har nya konstellationer och breddade nätverk skapats. De intervjuade understryker också värdet av att både stora och små företag från olika delar av värdekedjan deltar. Vidare har deltagandet i flera projekt bidragit till att fördjupa befintliga kontakter mellan FoU-utförare och företag.

Samarbetet mellan FoU-utförare och företag skapar möjligheter att verifiera modeller genom olika typer av experiment, alltså att gå från teori till simulering, laboratorieförsök och slutligen fullskaleexperiment. Detta möjliggörs särskilt genom den infrastruktur och de anläggningar som finns på regional nivå, och som beskrivs i 2.5. Dessa satsningar bidrar med ett tydligt mervärde till centrumets verksamhet. Som framgick i kapitel 3, bedömer experterna att data från Big Glenn öppnar för avancerad och internationellt konkurrenskraftig forskning inom många områden, men att centrumet i ännu högre utsträckning borde ta tillvara på de unika möjligheter som dessa data erbjuder.

Då SWPTC startades ställdes stora förväntningar på att en stor vindkraftstillverkare fanns med bland centrummedlemmarna. Det faktum att GE i ett relativt tidigt skede avvecklade sin verksamhet i Sverige betraktas av i princip samtliga tillfrågade som mycket negativt, men det förefaller inte ha inverkat dramatiskt på den verksamhet som planerades för centrumets första etapp. Företaget har bland annat bidragit genom Big Glenn, det fullskaliga vindkraftverk i Göteborg som GE byggt upp med separat finansiering från STEM. De mätdata som Big Glenn bidrar med betraktas av experterna som unika, och har i sig utgjort ett mycket viktigt bidrag till centrumet. GE har i övrigt levt upp till det åtagande som de har haft i centrumet, och även deltagit i styrelsearbetet.

### 4.3 Betydelsen för deltagande företag

Utifrån intervjuerna framkommer att metod- och teknikutveckling är ett betydelsefullt motiv för företagen att delta i centrumet. Ytterligare motiv är kunskapsuppbyggnad och kompetensutveckling samt breddade kontaktytor med såväl FoU-utförare som andra företag.

FoU-utförarnas utsagor bekräftas i flera fall av våra intervjuer med representanter för företagen. Även om projekten inte hunnit leverera så många konkreta resultat ännu, lyfter flera intervjupersoner fram kunskapsuppbyggnad och kompetensutveckling som de främsta effekterna av deltagandet. Centrumet anses samla några av de mest framstående svenska FoU-utförarna inom sina respektive områden och följaktligen får industrin möjlighet att bygga vidare på befintlig kunskap. En företagsrepresentant menar att de i första hand inte förväntar sig nya produkter, utan att kunskap överförs mellan FoU-utförare och företag. Följaktligen kan kunskapen på längre sikt användas för att förbättra befintliga metoder eller produkter och bidra till såväl teknikutveckling som nya produkter.

Såväl experter som företagsrepresentanterna bedömer att centrumet bedriver forskningsprojekt som är relevanta för deltagande företag och potentiellt även för vindkraftsbranschen mer generellt. Vidare anses samverkan mellan FoU-utförarna och företagen bidra till att industriellt relevanta problemställningar kan renodlas till forskningsfrågor.

De intervjuade pekar också på att centrumverksamheten bidrar till att skapa en rekryteringsbas av civilingenjörer och forskarutbildade och något exempel ges även på att deltagandet i centrumet faktiskt bidragit till arbetstillfällen. En företrädare för ett av de mindre företagen menar att deltagandet i SWPTC har möjliggjort en expansion av företagets verksamhet och lett till nya anställningar, vilket han bedömer att de inte kunnat göra om de inte varit verksamma i centrumet. När små företag ska utveckla en ny produkt eller en tjänst, eller vidareutveckla en befintlig, krävs förutsättningar för att de ska våga satsa. Genom samarbete med FoU-utförare får företagen också möjlighet att utveckla sina nätverk, vilket uppges vara värdefullt.

Betydelsen av deltagandet förefaller enligt de intervjuade vara något större för de mindre företagen än för de större. Intervjupersoner från några av de mindre företagen pekar på vikten av att dels få insyn i forskningsvärlden, dels få insyn i hur större företag arbetar. Genom att medverka i SWPTC får de mindre företagen möjlighet att utöka sitt samarbete och kunskapsutbyte med andra företag.

De mindre företagen som är verksamma inom centrumet är främst tillverkare av olika typer av komponenter och i några fall har de tidigare tillverkat komponenter för andra användningsområden. Ett exempel är företaget Marström Composite som bland annat tillverkar katamaraner och master. Företaget använder sig av kolfiberkomposit, vilket kan användas vid tillverkning av vindkraftsblad. Genom SWPTC kan företaget få möjlighet att testa och utvärdera bladkonstruktionen. Genom att vara aktiv i centrumet har företaget därmed kommit att bli en aktör också inom vindkraftsområdet.

Projekten som genomförts har i några fall redan lett till konkreta resultat. Nedan ges några exempel på vad projekten hittills har bidragit till:

- Projektet *Strömskador i lager - mekanismer för uppladdning, urladdning samt skadebegränsningar* har resulterat i att en småskalig testrigg från SKF utvecklats. Testriggen kan numera användas av Chalmers för experiment.
- I projektet *Sensorer för detektion av ispåväxt på vindkraftverks rotorblad* har en demonstrator för en laserbaserad sensor för isdetektering utvecklats. Demonstratorn kan bl.a. användas för att fastställa om LIDAR-tekniken (light detection and ranging), magnetostriktiva ställdon och lasersensorer fungerar för isdetektion på turbinblad.
- Projektet *Rekonfigurerbart LIDAR mätsystem för stöd till systemoptimering av optimering av vindkraftsverk* har testat en prototyp av LIDAR.
- Projektet *Vind turbin drivlina dynamik, system simulering och accelererad prövning* har bland annat bidragit till att en algoritm utvecklats och implementerats i MATLAB för att utvärdera RLI (rotor load interface), GLI (generator load interface) och TLI (tower load interface). Därtill har en serie simuleringar under olika vindförhållanden enligt IEC-standarden (International Electrotechnical Commission) utförts. Detta bidrar med kunskap om dynamiken i vindkraftverkets drivlina och kan underlätta design och produktion av effektiva och pålitliga drivlinor.

Några intervjuade menar att det inom SWPTC finns ett starkt akademiskt perspektiv och att fokus ligger på utbildning. Något mer än hälften av projekten utgörs av doktorandprojekt, vilket de flesta ser som naturligt och i linje med centrumets syfte. Samtidigt medför detta att det tar, eller uppfattas ta, ganska lång tid innan det finns några resultat som kan omsättas av företagen. Några företagsrepresentanter menar att det är viktigt att säkerställa att företagen får resultat som motsvarar deras investering, och att en något snabbare avtappning av resultat vore önskvärd. Det råder ingen brist på seniora forskare inom centrumet och en del av de intervjuade efterlyser att fler projekt drivs av mer erfarna forskare.



#### 4.4 Internationella samarbeten

Centrumets resurser har under de inledande åren inriktats på att bygga upp verksamheten, och under den första programperioden har utvecklingen av det nationella samarbetet varit i fokus. Internationella samarbeten förekommer emellertid i några projekt, och då på initiativ av projektdeltagarna. Kontakter finns med DTU Risø i Danmark och Delft University of Technology i Nederländerna. Kontakter har även knutits med vindkraftverksprojekt i bland annat USA. Därtill har tidiga resultat från några projekt presenterats vid internationella konferenser, exempelvis *EWEA 2013: Europe's Premier Wind Energy Event* i Wien och *IEEE Grenoble Conference PowerTech* i Grenoble (2013).

I september 2013 blev SWPTC medlem i The European Academy of Wind Energy (EAWE) som är en europeisk organisation för vindkraftsforskning. Centrumet väntar besked om en intresseanmälan att delta i European Wind Energy Technology Platform (TPWind) som är ett europeiskt initiativ inom sjunde ramprogrammet.

Flera av de tillfrågade, samt experterna, pekar på vikten av att centrumets framtida verksamhet bedrivs i närmare samverkan med utländska FoU-utförare, organisationer och företag. Experterna bedömer det som angeläget att centrumets forskare stärker sin bild av var den internationella forskningsfronten ligger i syfte att göra den egna forskningen mer internationellt konkurrenskraftig.



## 5. Effektivitet

I detta kapitel analyserar vi hur centrumets organisation och ledning har fungerat, särskilt med avseende på initiering, genomförande och uppföljning av projekt. Vi ser även närmare på hur strukturen med temagrupper har fungerat. Kapitlet baseras i huvudsak på dokumentstudier och genomförda intervjuer.

### 5.1 Centrumets organisation och ledning

Som framgår av kapitel 2 består ledningen av SWPTC av centrumföreståndaren, koordinatören samt styrelseordföranden. Utifrån intervjuerna framträder en övervägande positiv bild av hur centrumets organisation och ledning fungerar. De flesta av de intervjuade menar att verksamheten leds, administreras och följs upp på ett föredömligt sätt. Koordinatören har regelbundna avstämmningar med projektledarna och fungerar som en slags controller. Vid styrelsemötena följs projekten upp genom en så kallad trafikljusmodell som visar vilka projekt som har problem och som eventuellt ligger efter tidplan.

De intervjuade anser överlag att styrelsearbetet fungerar väl och att mötena förbereds och genomförs på ett ändamålsenligt sätt. Styrelsen har en förhållandevis bred sammansättning då alla medlemsföretag är representerade, och sammansättningen har förändrats i takt med att nya medlemmar tillkommit. Blandningen av stora och små företag från olika delar av värdekedjan medför att representanternas bakgrund och kompetens inom vindkraftsområdet varierar. Några av de intervjuade menar att det stora antalet deltagare kan riskera att styrelsearbetet blir mer tungrovt och ineffektivt. Ingen vi talat med uttrycker dock att styrelsens storlek i dag utgör ett problem, och detta bör därför endast ses som en potentiell risk som möjligen är värd att bevaka.

Flera företagsrepresentanter lyfter fram frågan om naturabidrag och menar att det har varit svårt att förstå hur denna del av medfinansieringen ska redovisas. Av företagets utlovade naturabidrag återstår totalt så mycket som 30 procent att leverera under 2014, vilket i sig utgör ett tydligt tecken på detta. Sannolikt kan detta delvis förklaras av att flera av projekten kom igång senare än planerat, något som medfört att företagets arbetsinsatser senarelagts. Centrumledningen menar emellertid att återstående naturabidrag kommer att kunna arbetas upp under innevarande år.

### 5.2 Initiering och bedömning av projekt

Förslag till projekt kan lämnas av såväl deltagande FoU-utförare som företag inom centrumet. En process för att initiera och bedöma projektförslag har utvecklats som innebär att förslagen tas fram i temagrupperna för att sedan lyftas upp till styrelsen för beslut om att gå vidare. I detta steg presenteras projektidén skriftligt i form av ett förslag på en sida. Om styrelsen är positiv till idén får projektledaren i uppgift att utarbeta ett fullständigt projektförslag som styrelsen kan fatta beslut om.

Styrelsen använder sig av en uppsättning bedömningskriterier för att kunna bedöma projektförslagen. Dessa utgår från såväl akademiska som industriella perspektiv, med hänsyn tagen till nationella behov, samt från de mål som är uppställda för centrumet. Bedömningskriterierna är följande:

- Kommer projektet att leda till framtagandet av ett kommersiellt intressant resultat som kan leda till ökad sysselsättning inom vindkraftsindustrin?
- Kommer projektet att medverka till att utbyggnaden av vindkraft i Sverige går fortare?
- Kommer projektet att leda till utexaminering av minst en doktorand inom ett område som är eftersökt av minst ett av de i projektet ingående företagen och/eller av universiteten/högskolorna?

- Kan projektet medverka till att universitetet/högskolan bli ett mer attraktivt val för studenter?
- Kan projektet bidra till publicering i internationellt erkända tidskrifter?
- Kommer projektet att leda till framtagandet av ett kommersiellt intressant resultat som kan leda till ökad försäljning av komponenter, delsystem eller hela system till vindkraftsmarknaden för minst ett av de i projektet ingående företagen?
- Kommer minst tre av de övergripande målen att uppnås?
- Kommer minst två av de specifika målen att uppnås?

Bedömningsmallen innebär att temagrupperna på ett tidigt stadium måste ta hänsyn till hur deras projektansökan kommer att uppfylla de kriterier som ligger till grund för bedömningen av om projektet ska beviljas.

Processen för initiering och utveckling av projektförslag upplevs i huvudsak fungera väl. Användningen av bedömningskriterier ses överlag som positiv, då kriterierna bidrar till en transparens och systematik i urvalet av projekt. Det finns samtidigt några synpunkter från de intervjuade på vad som kan behöva ses över inför en kommande period:

- En del av de intervjuade pekar på att ansökningarna så långt som möjligt bör samlas ihop och läggas fram vid samma tillfälle. Det skulle bidra till en bättre överblick och minska risken för att något område inte kommer med på grund av att det inte finns några medel kvar att fördela lite längre fram i processen.
- Såväl experterna som några intervjupersoner pekar på att många projekt har mycket ambitiösa mål, och att en del av dessa mål sannolikt inte kan uppnås inom utsatt tid (och kanske inte heller hör hemma i ett doktorandprojekt). Ett förslag som förs fram är att ett kriterium om projektens genomförbarhet läggs till.
- Några intervjupersoner anser att de kommersiella kriterierna kan behöva ses över och förstärkas i bedömningen. Detta är något som även experterna ser som en förbättringsmöjlighet.

### 5.3 Arbetet inom temagrupperna och projekten

En av utvärderingsfrågorna handlar om hur strukturen med temagrupper har fungerat. Som framgår av kapitel 2 har antalet grupper utökats från fyra till sex sedan starten av centrumet. Projekt från andra temagrupper bröts ut och lades under den nya temagruppen *Underhåll och tillförlitlighet*, och i samband med att LTU anslöt sig till centrumet skapades temagruppen Kallt klimat.

Även om temagrupperna berör olika delar avseende konstruktion och drift av vindkraftverk finns flera gemensamma beröringspunkter, och centrumet strävar efter att skapa förutsättningar för samverkan och utbyte mellan de olika projekten. En del projekt är också tänkta att utgöra en bas för andra delar av centrumets verksamhet, som exempelvis *Rekonfigurerbart LIDAR mätsystem för stöd till systemoptimering av optimering av vindkraftverk*.

Inom temagrupperna möts projektledarna och industrirepresentanterna regelbundet, även om intervall och former varierar mellan grupperna. Några av de intervjuade pekar på att det finns vissa skillnader i hur ofta grupperna möts och att samarbetet inom grupperna fortsatt är ett område att utveckla och förbättra.

En gång i månaden möts samtliga projektutförare för att hantera gemensamma frågor och utbyta information om projekten. Såväl doktorander som seniora forskare deltar i mötena och varje gång har en projektutförare möjlighet att ge en presentation. De intervjuade forskarna menar att detta är en bra struktur som bidrar till samverkan mellan temagrupperna. Alla projekt presenteras även vid en årlig intern konferens till vilken samtliga deltagare i centrumet är inbjudna. Såväl experter som intervjuade

menar dock att interaktionen mellan grupperna på sikt bör öka och att det finns ytterligare potentiella områden och frågor att samverka kring.

Merparten av de intervjuade upplever att verksamheten i projekten och inom temagrupperna har kommit igång på ett bra sätt. Med den förlängning som centrumet beviljats bedöms projekten i huvudsak kunna genomföras som planerat. Det som kan noteras är att både experterna och en del av de intervjuade menar att några av doktorandprojekten möjligen har något för ambitiösa mål. Det kan således finnas anledning att justera vissa målformuleringar, men en del av de intervjuade pekar även på behov av att öka deltagandet av seniora forskare i projekten.

#### 5.4 Kommunikation och resultatspridning

Centrumet har tagit fram en kommunikationsplan vilken innefattar mål för såväl den interna som externa kommunikationen. Den interna kommunikationen handlar bland annat om att säkerställa att samtliga medlemmar får aktuell information om aktiviteterna inom centrumet, och externt handlar det exempelvis om att skapa ett intresse för SWPTC och attrahera nya medlemmar. Kommunikationsplanen uppdateras årligen.

Inom centrumet sprids resultat genom de månadsvisa mötena mellan forskarna, genom temagruppsmöten, genom uppföljningen av projekten vid styrelsemötena, samt genom de presentationer som hålls vid den årliga interna konferensen. Årsrapporten från SWPTC förmedlar också uppkomna resultat.

Utanför centrumet sker resultatspridningen än så länge främst genom vetenskapliga publikationer och deltagande i konferenser samt genom utbildningsinsatser vid de medverkande lärosätena. Centrumets hemsida är också en källa till information. Under åren 2010–2013 har SWPTC dessutom anordnat en årlig konferens i samverkan med Vindforsk och Vindval, vilken varit öppen för alla intresserade. Vid denna konferens har ett urval av de projekt som bedrivs inom SWPTC presenterats.

Frågan om kommunikation och resultatspridning blir allt viktigare i takt med att verksamheten utvecklas och flera av de intervjuade understryker att resultaten även bör spridas i mer lättillgängliga former för andra intressenter att ta del av. Det kan handla om att ta fram tema- och syntesrapporter, artiklar i branschtidningar eller delta i ytterligare konferenser och seminarier. Steg i denna riktning har börjat tas, till exempel presenterade SWPTC nyligen sin verksamhet i en bilaga till Dagens Industri.

## 6. Programstrategi

I detta kapitel analyserar vi i vilken utsträckning det valda arbetssättet (programstrategin), inklusive de olika aktivitetsformer som ingår, är ändamålsenligt för att nå centrumets mål. Som underlag för analysen har vi utgått från såväl intervjuer som den vetenskapliga granskningen.

### 6.1 Centrumets roll

SWPTC anses generellt fylla en funktion och utgöra ett komplement till andra satsningar. I Sverige har centrumet en roll som en forskningsutförare som getts en möjlighet att bygga upp en kritisk massa. Detta skiljer SWPTC från satsningar som exempelvis Vindforsk och Vindval, som är FoU-program med öppna utlysningar.

Flera intervjupersoner pekar på vikten av det finns ett centrum med fokus på teknikfrågorna; det skulle i vissa fall kunna finnas en gråzon mellan vad SWPTC och exempelvis Vindforsk innefattar, men det senare är alltså inte ett samlat centrum. Det nyligen startade programmet för kallt klimat kan ha ett visst överlapp med minst ett av temaområdena i SWPTC, men då en central person finns med i bägge satsningarna kan detta också ses som en möjlighet att utnyttja möjliga synergier. Det är dock viktigt att det finns en samordning mellan de olika satsningarna, och genom den årliga vindkraftskonferensen ges möjligheter för detta för åtminstone dessa tre program finansierade av Energimyndigheten.

Strategin bakom starten av SWPTC var inte att få med så många universitetspartners som möjligt. Det fanns en kärntrupp i ansökan, och utifrån denna har centrumet sedan informerat om sin verksamhet och, vid behov, inkluderat fler medlemmar. Således har LTU och Swerea tillkommit, liksom flera företag. Flera intervjupersoner och experter påpekar särskilt att det är positivt att aktörer som LTU och Swerea finns med i centrumet. Några pekar på att ytterligare lärosäten eventuellt kan inkluderas; det ses av flera som viktigt att SWPTC fångar upp de områden som bör ingå och utgör ett nationellt centrum. Det bör i det sammanhanget dock påpekas att ett relativt stort antal avdelningar och vetenskapliga discipliner från Chalmers ingår i SWPTC, och det faktum att dessa nu är en del av ett gemensamt centrum i sig innebär en disciplinär bredd och möjlighet till tvärvetenskapliga angreppssätt som annars hade varit svåra att få till stånd. Önskemålet eller behovet av att bredda SWPTC till att omfatta fler FoU-utförare som flera intervjupersoner ger uttryck för förefaller ha mer att göra med aspekter som rör SWPTC:s trovärdighet som ett nationellt centrum snarare än ett faktiskt behov av att täcka eventuella kompetensluckor.

Internationellt sett är SWPTC en liten aktör som ännu inte gjort några märkbara avtryck i forskningsfronten. Detta ses som tämligen naturligt, givet den korta tid som centrumet varit verksamt. Det finns dock starka förhoppningar om att detta kan utvecklas på sikt, vilket också experterna ser tydliga möjligheter till.

### 6.2 Samarbetet inom centrumet

Samverkan mellan FoU-utförare och företag upplevs överlag fungera väl. Företagen medverkar på olika sätt i projekten, även om deras aktivitet varierar beroende på typ av projekt och hur långt arbetet har kommit. Det framkom vid projektpresentationerna under expertgranskningen, och bekräftas även i intervjuer, att det inte enbart är de seniora forskarna som har kontakt med företagen. Kontakter sker även på doktorandnivå, och dessa har i flertalet fall egna kontaktpersoner i de företag som deltar i projektet. Detta är en positiv aspekt som förtjänar att nämnas.

Genom sin konstruktion och sitt sätt att fungera har SWPTC en god möjlighet att bygga upp kunskap som omfattar hela vindkraftverket, och speciellt hur olika delar och vetenskapliga discipliner kan samverka med varandra. Detta ger medlemmarna i centrumet en unik möjlighet att förstå hur helheten kan optimeras samt hur deras egen teknik kommer att behöva utvecklas. Det finns också vittnesmål om att centrumet främjar ett kollektivt arbete på ett annat sätt än vad som vanligen är

möjligt; en intervjuperson kommenterar exempelvis att det inom ramen för Vindforsk "drivs ett antal olika projekt, men projekten kopplas aldrig ihop". I ett centrum skapas möjligheter till samverkan på ett bättre sätt, och man kan ta sig an större frågor. Ett centrum kan även bidra till mer långsiktigt arbete som har betydelse för hela branschen. SWPTC arbetar tydligt i den riktningen.

### 6.3 Sammansättningen av temagrupper och projekt

Temagrupperna utgör ett sätt att skapa och upprätthålla ett reellt centrum, och strukturen innebär en möjlighet för temagrupperna att även bidra till centrumets strategi, innehåll och till det operationella arbetet. Temagrupperna fungerar även som referensgrupper, vilket stärker deras roll som strategiskt instrument.

Sammansättningen av temagrupper upplevs överlag vara ändamålsenlig och fungera väl. Det kan tyckas vara många temagrupper, inte minst med tanke på att flertalet av dem omfattar endast två projekt vardera, men flertalet intervjupersoner menar ändå att de sex temaområdena är befogade, vilket också experterna instämmer i. De intervjuade uttrycker inget större behov av nya grupper, men några menar att vissa områden möjligen kunde ha integrerats i redan existerande temagrupper istället för att skapa nya (exempelvis underhåll och kallt klimat).

Det framkommer enstaka synpunkter på att projektportföljen är något spretig, och att flera projekt inte bidrar med någon direkt synergi med andra projekt. Indicier på detta framkom även i samband med expertgranskningen, där flera projektpresentationer tydde på att det finns outnyttjade samarbetsmöjligheter mellan temagrupper och projekt.

Både experterna och en del av de intervjuade pekar på ett fortsatt behov av ökad samordning mellan temagrupperna. Projektutförarna möts en gång i månaden för att hantera gemensamma frågor och utbyta information om sina projekt, och även om forskarna menar att detta är en bra struktur som bidrar till samverkan mellan temagrupperna kvarstår frågan om detta är tillräckligt. Såväl experter som intervjuade menar att interaktionen mellan grupperna på sikt bör öka och att det finns ytterligare områden och frågor att samverka kring. Det har heller inte under utvärderingen tydligt framkommit hur, eller om, samarbeten mellan projekten rent faktiskt stimuleras och uppmuntras.

Några synpunkter kring den framtida inriktningen lyfts fram. Experterna pekar på att centrumet bör fokusera på områden där Sverige har en komparativ fördel (exempelvis skog, kallt klimat, Big Glenn). Några av företagsrepresentanterna önskar att fler projekt genomförs av seniora forskare.

### 6.4 Sammansättningen av aktörer

Stora förhoppningar knöts från början till GE:s deltagande. GE fanns inte med i de första diskussionerna om att tillskapa ett centrum, men blev inbjudna att delta eftersom en vindkrafttillverkare borde kopplas till satsningen och man såg att GE skulle kunna vara denna vindkrafttillverkare. Energimyndigheten beviljade stöd till GE för projektet "Arendal Offshore Alpha", dvs Big Glenn-projektet finansieras mellan GE, Göteborg Energi och Energimyndigheten. Att GE nu lämnat centrumet är därför ett bakslag för hela satsningen.

Det råder mycket stor enighet om nödvändigheten att koppla en större turbintillverkare till centrumet. Samtliga intervjupersoner, och även experterna, menar att GE måste ersättas av någon liknande aktör, och diskussioner pågår med tänkbara sådana. Detta skulle ge fördjupad kunskap om hur hela turbinen fungerar och optimeras. Det kunde i det sammanhanget även stärka verksamheten att få med en stor vindparksutvecklare (som specificerar vindturbiner), som exempelvis Vattenfall. Flera intervjupersoner ser det som viktigt med ytterligare något företag som äger och driver vindkraftsverk, och som kan ställa sina vindkraftsverk till centrumets förfogande.

Sammansättningen av aktörer upplevs i övrigt överlag vara ändamålsenlig. Många intervjupersoner framhåller som mycket värdefullt att stora företag som ABB och SKF medverkar, men även att mindre företag som representerar andra delar av värdekedjan gör det. Västra Götalandsregionen har, genom att delfinansiera viktiga associerade projekt, också varit betydelsefull för centrumets utveckling.

## 7. Måluppfyllelse

Målen för SWPTC formulerades i samband med ansökan 2009. Energimyndighetens beslut 2009-11-30 slår fast att det övergripande målet för verksamheten är att bygga upp komponent- och systemkunskap kring hela vindkraftverket för att möjliggöra världsledande utveckling och produktion av kompletta vindkraftverk i Sverige, världsledande svensk utveckling och produktion av delsystem, forskning av högsta klass i syfte att resultera i optimala vindkraftverk samt en ingenjörutbildning av hög kvalitet med examination av vindkraftskunniga ingenjörer.

De två första målen har sedan modifierats, och avser nu ”framstående” utveckling och produktion, i stället för ”världsledande”. I samband med detta tillkom även ett femte mål, avseende en fokusering på vindkraftverk med en märkeffekt över 2 MW för placering i öppen terräng, i skogsmiljö, i fjällen eller till havs.

### 7.1 De övergripande målen

#### **Framstående utveckling och produktion av kompletta vindkraftverk i Sverige**

Detta mål kommer inte att nås under programperioden, och bedöms av experterna och flertalet intervjupersoner som orealistiskt. Möjligheterna att uppnå detta mål försvann i princip då GE avvecklade sin verksamhet i Sverige, vilket i sig var en händelse som inte kunde förutses då målen för verksamheten skrevs. Det finns i Sverige idag småskalig tillverkning av vindkraftverk, men det saknas leverantörer av kompletta större vindkraftverk.

#### **Framstående svensk utveckling och produktion av delsystem. Detta gäller exempelvis mekanisk och elektrisk drivlina samt växellåda. Även gir och bladvinkelmekanismer är bra exempel**

Det finns potential att nå detta mål, framför allt om det tolkas som att centrumet ska bidra till att uppnå målet. Det handlar om att skapa förutsättningar för en sådan utveckling, och detta bidrar SWPTC till genom ett antal av de projekt som nu bedrivs. Flera intervjupersoner har synpunkter på de exempel som valts ut och anges i målet, och det kan möjligen ses som oklokt att alls exemplifiera på detta sätt.

#### **Forskning av högsta klass i syfte att resultera i optimala vindkraftverk**

Det råder bland intervjupersonerna enighet om att forskningen som bedrivs i SWPTC är av hög klass; kanske är den ännu inte av världsklass, men flera av projekten indikerar att forskningen är på väg att etablera sig internationellt. Experternas bedömning är att forskningen för närvarande är av tillfredsställande kvalitet, och den mer måttliga bedömningen görs med hänvisning till att inga projekt ännu avslutats och att antalet publicerade artiklar ännu är litet. Experterna menar dock att målet kan nås på sikt, om utvecklingen fortsätter i enlighet med de förväntningar de ger uttryck för i sin rapport.

#### **En ingenjörutbildning av hög kvalitet med examination av vindkraftskunniga ingenjörer**

Det råder bland experter och intervjupersoner stor enighet om att detta mål kommer att nås. Det finns ingen specifik vindkraftsutbildning på Chalmers, men vindkraft kommer in i allt fler kurser. Projekten inom SWPTC bidrar där konkret till detta, och centrumet har också ett tydligt fokus på att bidra till utvecklingen av utbildningen.

#### **En fokusering på vindkraftverk med en märkeffekt över 2 MW för placering i öppen terräng, i skogsmiljö, i fjällen eller till havs**

Detta är inget mål, utan ett strategiskt val som centrumet har gjort. Vi kan därför inte uttala oss om någon måluppfyllelse. Det strategiska valet omfattar samtidigt ett mycket vitt arbetsfält som knappast i sig kan betraktas som en fokusering.

### 7.2 De specifika målen

De mer specifika mål som formulerades i samband med ansökan var, i enlighet med Energimyndighetens tydliga önskemål, mycket detaljerade, och centrumet såg tidigt



ett behov att se över dem. En särskild utredning gjordes, vilket ledde till vissa justeringar och omformuleringar av dessa mål.

Merparten av målen är ytterligt detaljerade, men samtidigt oprecisa och öppna för alternativa tolkningar. Flera av målen saknar referenspunkt, då det inte anges i förhållande till vad målet avses mätas. Målen blir därför orealistiska att i praktiken mäta och därmed omöjliga att följa upp. Detta resulterar i att vi som utvärderare har svårt att förhålla oss till de specifika målen på ett systematiskt sätt, och vår analys av måluppfyllelsen av dem blir därför högst skissartad. De specifika målen för centrumet är att verksamheten på lång sikt ska leda till:

**Att nya material används i bladkonstruktionen som kan ge en viktreduktion av 60 procent**

Flera av de projekt som bedrivs fokuserar på stora blad, exempelvis i kolfiber. SWPTC har tillgång till en egen experimentanläggning på Hönö, till vilken man bland annat bygger nya blad. Det är därför mycket sannolikt att centrumet kommer att göra framsteg inom detta område.

Samtidigt ifrågasätter flera intervjupersoner om en viktreduktion i sig är eftersträvansvärd. Flera påpekar också att målet saknar referenspunkt, då det inte anges i förhållande till vad viktreduktionen ska ske.

**En total viktreduktion på kraftverket som motsvarar en 20 procentig kostnadsreduktion**

Här anges inte om kostnadsreduktionen avser produktion, drift, underhåll eller någon kombination av dessa. Denna uppskattning bygger, enligt uppgift, på att bladen ska göras i kolfiber. Det finns ännu inga projektresultat som visar på en sådan kostnadsreduktion, och målet kommer inte att nås inom programperioden.

**Ökad livslängd med 40 procent på grund av bättre lastprediktering och lägre konstruktionsvikter**

Flera projekt arbetar med frågor som har bäring på ökad livslängd, men bedömningen är att det fortfarande kommer att ta tid att nå dit. Det ligger dock inom rimlighetens gräns att redan under innevarande programperiod bättre kunna prediktera laster.

**Ökning av kraftelektronikkomponenter för att möjliggöra en viktreduktion på transformatorn i kraftverket/upsamlingsnätet på 80–90 procent**

Flera projekt arbetar med kraftelektronik, men bedömningen är att en viktreduktion på transformatorn ännu ligger i framtiden. Även detta mål är för övrigt formulerat på ett sätt som gör det i princip omöjligt att avgöra hur målet faktiskt ska mätas.

**Att en eller flera vindkraftverkstillverkare i Sverige kan få en världsmarknadsandel på 5 procent**

Detta mål formulerades uppenbarligen mycket mot bakgrund av att GE blev medlem av centrumet. Efter det att GE lagt ner sin verksamhet i Sverige bedöms målet som orealistiskt.

**7.3 De akademiska målen**

Utöver de generella och specifika målen för centrumet har även tre akademiska mål definierats. Dessa mål är följande:

**Fyra doktorsavhandlingar efter fem års verksamhet**

Som beskrivits tidigare i rapporten har centrumet drabbats av förseningar, och det har bland annat handlat om rekrytering av doktorander till flera projekt. Åtta doktorandprojekt pågår nu; två licentiatavhandlingar har framlagts och ytterligare licentiatavhandlingar kommer att presenteras under 2014. Det finns därför skäl att anta att detta mål kommer att uppnås, men knappast inom en femårsperiod.



### **Fyra publikationer/år som presenterats på internationella konferenser Tre publikationer/år i internationella tidskrifter**

Under perioden 2011–2013 har 13 internationella konferensbidrag presenterats, och sex vetenskapliga artiklar publicerats i internationella tidskrifter. Ytterligare publikationer är planerade. Målet om konferensbidrag har hittills uppenbarligen nåtts, och det förefaller inte orimligt att anta att antalet vetenskapliga artiklar under perioden som helhet kommer att motsvara tre per år. Utvecklingen i akademiska termer går, efter initiala förseningar, således huvudsakligen enligt plan.

#### **7.4 Inom vilka temagrupper kommer programmet att nå målen?**

En utvärderingsfråga berör centrumets temagrupper, och huruvida programmet inom dessa kommer att nå målen (eller vara nära att nå dem). De mål som här avses är de som är kopplade till projekten inom de olika temagrupperna.

Experternas bedömning är att samtliga verksamhetsområden är på god väg att nå målen; de intervjuer och dokumentstudier vi genomfört ger oss inte anledning att hysa en avvikande mening. Samtliga verksamhetsområden är väl etablerade, och det utgör en god grund för en positiv fortsatt utveckling av centrumet. De sex områdena bedöms alla vara relevanta, och komplettera varandra väl. Många projekt är fortfarande i ett tidigt skede, men de ger förhoppningar om goda till utmärkta vetenskapliga resultat och tillämpningar inom industrin. Det har dock samtidigt framkommit att vissa doktorandprojekt har en del mycket ambitiösa mål, och att det kan finnas anledning att anpassa vissa av målen i takt med att projekten fortskrider.

## 8. Sammanfattning och reflektion

### 8.1 Sammanfattning

Det råder tämligen stor enighet om att SWPTC är en satsning som är såväl nationellt angelägen som väl iscensatt. Det är ett välskött och väl fungerande centrum med engagerade deltagare. SWPTC uppvisar ett antal positiva drag värda att framhålla:

- Projekten som bedrivs är mycket relevanta, givet centrumets mål och omvärldens behov. I princip samtliga projekt bedöms ha stor potential för fortsatt forskning.
- Den vetenskapliga nivån är fullt tillfredsställande, och den starka akademiska miljön utgör en garanti för fortsatt stark forskning på området.
- SWPTC har inneburit ett ökat samarbete internt på Chalmers mellan olika vetenskapliga discipliner, vilket annars hade varit svårt att få till stånd. En kritisk massa av forskare har etablerats, och den omfattar även andra FoU-utförare som medverkar i centrumet.
- Både doktorander och seniora forskare får genom centrumet tillgång till data och utrustning, vilket utgör en förutsättning för att kunna utveckla en internationellt konkurrenskraftig forskning inom området. Särskilt betydelsefull bedöms tillgången till data från Big Glenn vara; de mätningar som där görs betraktas av experterna som en "guldgruva".
- Ledningen och administrationen av centrumet bedöms överlag fungera väl och det finns ett stort engagemang i verksamheten. Strukturen med temagrupper förefaller också fungera väl och det framkommer inte något behov av större förändringar avseende denna.
- Samarbetet mellan forskarna och företagen förefaller fungera väl, och det förtjänar att påpekas att doktoranderna bygger upp egna kontakter med företagen.
- Styrelsen bedriver strategiarbete inför nästa etapp och kommer att se över målen för centrumet. Även om flera av de övergripande och specifika målen för centrumet är svåra att uppnå under programperioden bedöms de olika områdena ha goda förutsättningar att nå de mål som satts upp på projektnivå.

Ovan sagda utgör utan tvekan en god grund för en fortsatt positiv utveckling av centrumet. Samtidigt finns det vissa områden där SWPTC kan förbättras ytterligare, och ett antal utmaningar inför framtiden som behöver tacklas.

- Experterna – och många intervjupersoner – efterlyser en starkare internationell koppling. Det finns en direkt "internationell dimension" i flera av centrumets mål, men det är inte tydligt hur denna på bästa sätt omsätts i det direkta projektarbetet. Förutom fortsatt och ökat deltagande i internationella sammanhang som konferenser och i relevanta samarbetsorgan skulle en *International Advisory Board* kunna tillsättas för att säkra den internationella utblicken.
- Experterna föreslår ett större fokus på de områden där Sverige kan ha en komparativ fördel.
- SWPTC fungerar väl som ett centrum, men kopplingen och samverkan mellan temagrupper och projekt kan stärkas. Det framkom i projektpresentationerna under expertgranskningen att det finns ännu outnyttjade samarbetsmöjligheter mellan temagrupperna, men i något fall även mellan projekt i samma temagrupp.
- Möjligheterna att säkerställa en kompetensbas på svenska lärosäten stärks med denna satsning, vilket var uttalat syfte bakom Energimyndighetens beslut att stödja SWPTC. Forskarna inom centrumet ingår i olika nätverk och samverkar med andra satsningar, lärosäten och forskargrupper. Samtidigt är det två svenska lärosäten som specifikt stärks av satsningen. Deltagande företag och FoU-utförare ser det inte som ett självändamål att ansluta fler lärosäten till centrumet, vilket

knappast är ägnat att förvåna. En fortsatt omvärldsanalys är därför angelägen, dels för att fånga upp eventuella framtida behov och dels för att stärka bilden av att SWPTC är ett nationellt centrum.

## 8.2 Reflektion

Efter en fördröjd start är nu SWPTC i full verksamhet. Flertalet projekt som initierades inledningsvis är på väg att avslutas, och planeringen pågår inför kommande etapp. Utöver de förtjänster och förbättringsmöjligheter vi sammanfattat i avsnittet ovan finns det anledning för SWPTC, och, i förekommande fall, Energimyndigheten, att reflektera över några ytterligare frågor.

En fortsatt medverkan av medlemsföretagen behöver säkerställas och även nya företag kan behöva tillkomma, bland annat för att fylla GE:s roll. Här förs också, som nämnts, redan diskussioner med tänkbara nya medlemmar. Parallellt med detta är det viktigt att fortsätta föra en dialog med medlemsföretagen om vilka förväntningar de har på resultat från projekten och vilket deltagande som kan krävas från deras sida för att uppnå detta. Centrumet har vid sidan av doktorandprojekten bedrivit projekt som genomförts av seniora forskare, men möjligen bör detta inslag öka något mer på sikt. Möjligheten att bedriva exempelvis "associerade projekt", bilateralt mellan centrummedlemmar men formellt utanför centrumets projektportfölj, som komplement till centrumprojekten kan sannolikt utnyttjas i större utsträckning än hittills. Industridoktorander och examensarbeten är ett annat sätt att stärka interaktionen med företagen.

Företagen har ibland svårt att redovisa – och utföra – sina utlovade naturainsatser. Detta medför bland annat att det kan vara svårt för vissa företag att hinna spendera i enlighet med budget. Diskussioner förs, och behöver fortsätta, om hur företagens insatser på bästa sätt ska kunna planeras och kostnadsberäknas. Vi ser det som viktigt att Energimyndigheten deltar aktivt i dessa diskussioner.

Det råder inget tvivel om Energimyndighetens engagemang i SWPTC, men det finns utrymme för myndigheten att vara mer aktiv och tydlig med vad den ser som centrumets långsiktiga mål. Detta, menar vi, gäller inte minst i relation till stöd till andra likartade satsningar; vilken är SWPTC:s roll i "den svenska vindkraftsgeografin", och vilken bör den, enligt Energimyndigheten, vara?

Kritiken av målformuleringarna för innevarande etapp har tydligt framkommit i denna rapport. SWPTC har mycket detaljerade specifika mål, men de är inte ett resultat av medverkande parterns önskemål utan en följd av krav på mätbara mål från Energimyndigheten. De flesta specifika målen är också i praktiken omöjliga att följa upp och utvärdera då de saknar tydlig referenspunkt. Det är heller inte uppenbart hur resultaten från de enskilda projekten ska kopplas till de specifika målen.

Det råder tämligen stor enighet om att de specifika målen för centrumet behöver ses över och omformuleras inför nästa etapp. Styrelsen ger denna fråga hög prioritet inför fortsättningen, vilket vi ser som positivt. Ambitionen är att ha mätbara mål som är formulerade på ett bättre sätt än de nuvarande.

Det kan finnas anledning för Energimyndigheten att hålla i åtanke att en verksamhets mål ska stå i proportion till dess resurser. En finansiär som står för en minoritet av en verksamhets finansiering, och heller inte är ensam offentlig finansiär, bör heller inte göra anspråk på att helt diktera verksamhetens inriktning. Då målen för den kommande etappen formuleras vill vi föreslå att följande riktlinjer tas i beaktande; mål ska:

- Vara uppföljnings- och utvärderingsbara
- Vara meningsfulla med tanke på verksamhetens inriktning
- Vara förankrade hos tongivande deltagare
- Eftersträva att mäta även effekter, och inte endast output

- Stå i proportion till verksamhetens tillgängliga resurser

## Bilaga A Intervjupersoner

### A.1 Intervjupersoner

Thomas Abrahamsson, Chalmers tekniska högskola

Jan-Olov Aidanpää, Luleå tekniska universitet

Alf-Erik Almstedt, Chalmers tekniska högskola

Viktor Berbyuk, Chalmers tekniska högskola

Lina Bertling Tjernberg, Kungliga Tekniska högskolan (Chalmers t o m september 2013)

Anders Björck, Elforsk

Anders Carlberg, Västra Götalandsregionen

Ola Carlson, Chalmers tekniska högskola

Lars Davidson, Chalmers tekniska högskola

Mikael Eklund, Semcon

Andreas Forsberg, DIAB

Ingemar Gunnarsson, Göteborg Energi

Andreas Gustafsson, Energimyndigheten

Katarina Gögelein, Göteborg Energi

Stefan Ivanell, Uppsala Universitet/Kungliga Tekniska högskolan

Stefan Ivarsson, Scandinavian Wind

Lars Liljenfeldt, Swerea

Carl-Johan Lindholm, DIAB

Pär Malmberg, SKF

Lars Mattila, Vindmark Technologies

Christer Ovrén, ABB

Luca Peretti, ABB

Matthias Rapp, Straits International

Johan Sandberg, DNV

Hartmut Scholte-Wassink, GE

Jörgen Svensson, Skellefteå Kraft

Henriette Söderberg, Chalmers tekniska högskola

Anders Wickström, Scandinavian Wind

Stellan Wickström, WindVector

Per Wärn, Marström Composite

### A.2 Deltagare vid tolkningsseminarium

Ola Carlson, Chalmers tekniska högskola

Sara Fogelström, Chalmers tekniska högskola

technopolis<sub>|group|</sub>

Andreas Gustafsson, Energimyndigheten

Matthias Rapp, Straits International Ltd

*Tommy Jansson, Faugert & Co*

*AnnaKarin Swenning, Faugert & Co*

*Emma Ärenman, Faugert & Co*

## Bilaga B Vetenskaplig granskning

### Scientific evaluation of the Swedish Wind Power Technology Center (SWPTC)

15-17 January 2014

Authors:

Peter Hjuler Jensen, DTU Wind Energy, Denmark

Tom Neumann, DEWI GmbH, Germany

Henk Polinder, TU Delft, the Netherlands

#### B.1 Assessment of the research projects

The overall assessment of the projects was done according to the following:

- 5 Excellent, world class
- 4 Internationally competitive
- 3 Satisfactory at national level
- 2 Improvements need to be made
- 1 Underperforming

For the individual issues assessed, the following scale was used:

- 5 Very much
- 4
- 3 Satisfactory
- 2
- 1 Not at all

The experts' overall view of the projects in SWPTC is positive. Many of the projects are still at an early stage, which explains the generally moderate rating. The long-run scientific quality is shown through both journal and conference publications, of which there until now have been few due to the early stage of the activities.

The work overall is considered to be very relevant, with a sensible and realistic approach in relation to both research and industry. The unique situation with the access to both the Big Glenn wind turbine data and one year of measurements available for publications opens up for advanced internationally competitive research in many areas, because it enables unique model validations in different research areas. In several projects there is a need to develop a more enhanced picture of what is international state-of-the-art.

There are very good possibilities for further research in the areas covered in the program, and the strong academic environment seem strongly to support promising further research in the area outlined in the presentations. There are special opportunities and strong starting points for this Swedish programme, such as

- Forest
- Cold climate
- Big Glenn wind turbine data and measurements

The direct involvement from industry in the management of the centre seems to give good opportunities to further development of research together with industry. It is recommended that further research should involve enhanced international collaborations with both research and industry.

The joint development of a wind turbine simulation program (such as FreeDyn) gives excellent opportunities to integrate the work in the different research programs. These opportunities have not yet been used to their full potential.

B.1.1 TG 1: Power and control systems

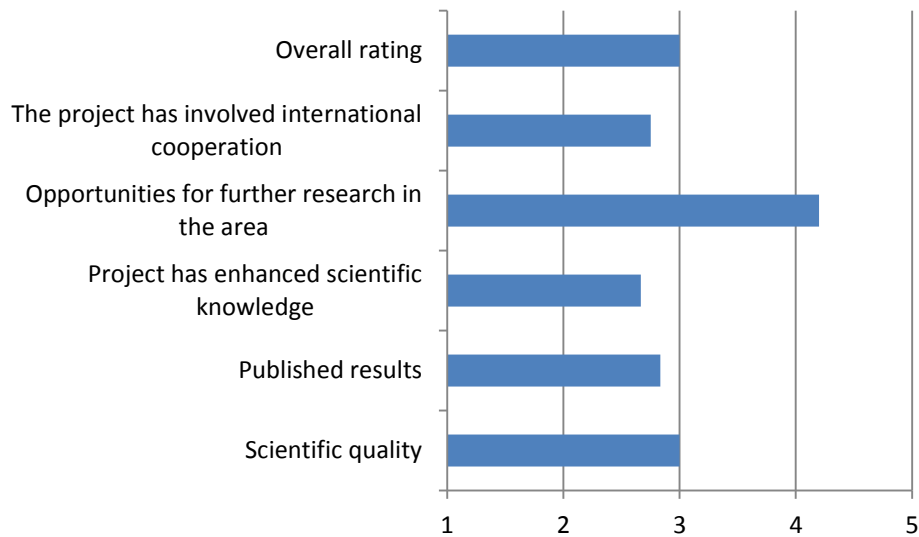


Figure 5 Assessment of the projects in TG 1

Promising work is carried out in this area, where some of the projects serve as support for other areas and projects. The project TG 1-5, Measuring of a wind turbine for verification of component design due to Big Glenn data, is worth a special mention being considered “a goldmine” for the whole centre and a unique opportunity that must be taken. The project TG 1-6 is an interesting development project, but from a centre point of view it is essential to buy a third-party commercial LIDAR for wind energy applications as soon as possible, to develop know-how about LIDAR.

B.1.2 TG2: Turbine and wind load

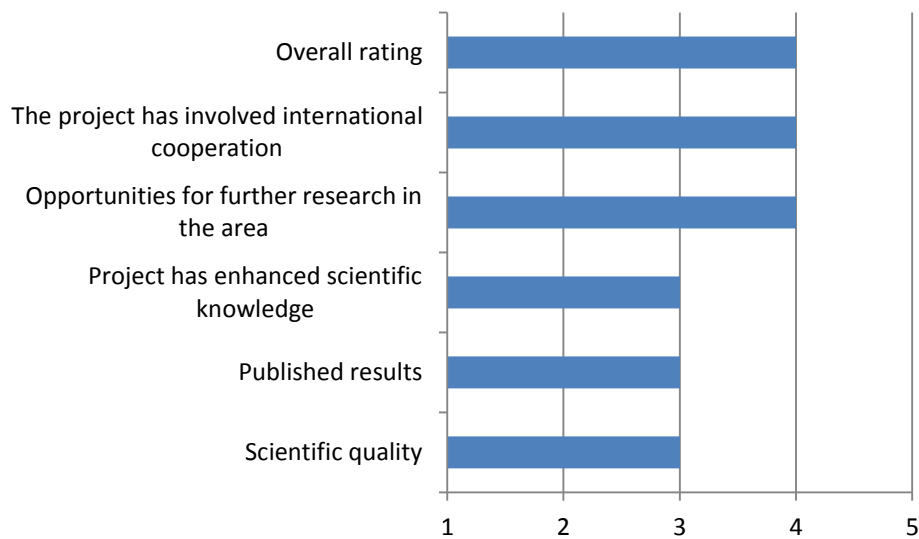




Figure 6 Assessment of the projects in TG 2

The two projects in this area show great promise for future work, and seem to be well connected in the international research world. The project TG2-2, Fatigue Loads in Forest Regions, gives unique opportunities for Swedish contributions to international research.

B.1.3 TG 3: Mechanical power transmission and system optimization



Figure 7 Assessment of the projects in TG 3

The two projects in this area project started recently, but have a good potential. The overall approach is also good. A holistic approach is supplemented by specific research topics. The overall approach is good, setting a basis for further research in this area and connecting the center to industrial partners and topics.

The team seems to be well-connected to the international research world and could enhance scientific knowledge if published.

B.1.4 TG 4: Structure and foundation



Figure 8 Assessment of the projects in TG 4

The two projects in this area both show good potential and good ideas. In both cases they have yet to prove themselves internationally. Big Glenn data should be used as a basis to perform model verification.

B.1.5 TG 5: Maintenance and reliability

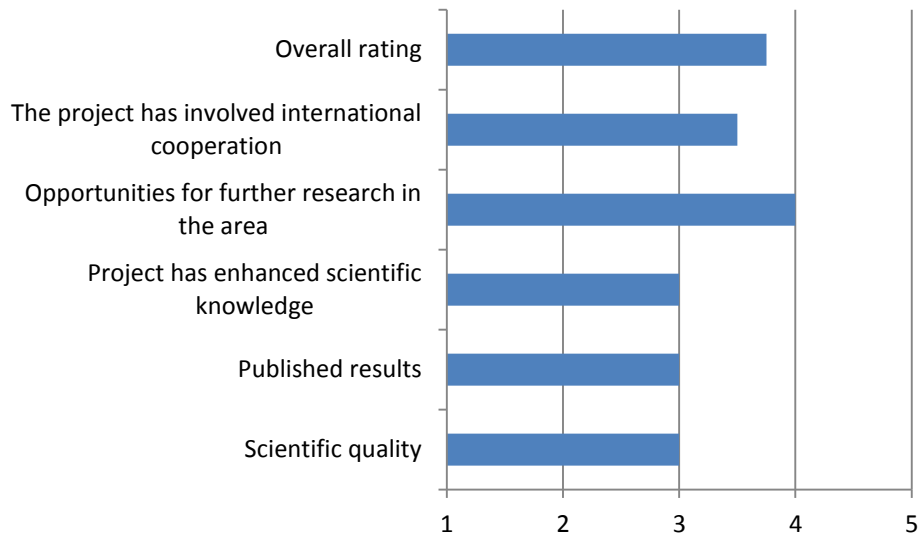


Figure 9 Assessment of the projects in TG 5

The two projects in this area contain good and relevant work. The TG 5-2 project, Current induced damages in bearings - mechanisms for charging, discharging and damage control, presents an interesting new physical approach to a relevant problem.

B.1.6 TG 6: Cold climate

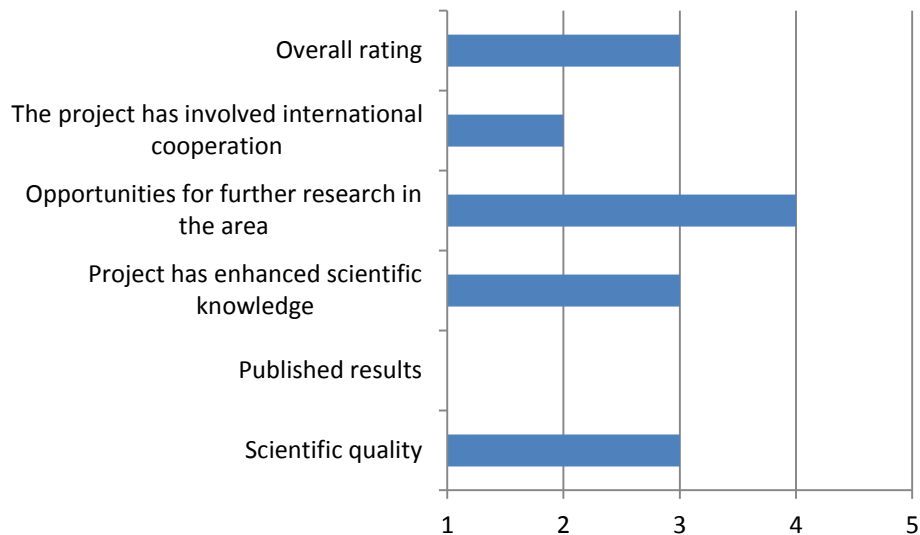


Figure 10 Assessment of the projects in TG 6

This area was added once the centre was under way. The projects, therefore, are still in a very early stage, but definitely have potential. This is also a very important topic for Sweden.

## B.2 The programme: an assessment

### B.2.1 Project portfolio and theme groups

The project portfolio seems to be very relevant relative to the programme description, and the experts' impression of the needs in the sector. Although the experts do not have first-hand explanations for the reasons for choosing this portfolio, the experts note that there is a useful discussion taking place about the future portfolio.

The division between the activity areas seems reasonable. The centre has brought about collaboration between different groups and research themes, but needs to focus on encouraging collaborations.

It should be considered if the current layers of the organizational structure could be improved to leverage further collaboration in between the groups.

### B.2.2 Existing skills and international comparison

The scientific areas of the centre seem well established and this gives a good foundation for the development of the centre. It is still too early to be in the forefront internationally, but there are clear potentials, for example in the issues concerning forest, cold climate and bearings.

All activity areas of technology are well on their way to reach the goals, although some projects need to adjust some of their goals. Many projects are still in their early stages, raising hopes for good to excellent scientific results and applications in industry.

The experts recommend a continuous discussion between the relevant parties about the future development and role of the centre.

Faugert & Co Utvärdering AB  
Grevgatan 15, 1 tr  
114 53 Stockholm  
Sweden  
T +46 8 55 11 81 00  
F +46 8 55 11 81 01  
E [info@faugert.se](mailto:info@faugert.se)  
[www.faugert.se](http://www.faugert.se)  
[www.technopolis-group.com](http://www.technopolis-group.com)