

Demonstrationsprojektets roll i framväxten av ny teknik

Fallstudier av två vindkraftprojekt

Hanna Jönsson

Examensarbete
Naturvetenskaplig Problemlösning
GÖTEBORGS UNIVERSITET

Miljösystemanalys
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2003

Demonstrationsprojektets roll i framväxten av ny teknik
Fallstudier av två vindkraftprojekt

HANNA JÖNSSON

ESA rapport 2003:13
ISSN 1404-8167

Miljösystemanalys
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Telefon: +46(0)31-772 1000
Fax: +46(0)31-772 2172
<http://www.esa.chalmers.se>

Chalmers reproservice, Göteborg, 2003

Abstract

The transition to a sustainable energy system based on renewable energy sources requires development and deployment of new energy technologies. Technical change is complex, uncertain and path-dependent and the process is dependent on both technical and social factors. Different policy instruments can accelerate the rate of technical change. Demonstration projects are one instrument, implemented to test and exhibit new technical solutions and procedures before adoption. A successful project creates new knowledge, extends the network of actors in the technological area and leads to market creation.

The objective of this study is to improve the understanding of the role of demonstration projects in technology development. The discussion is focused on how projects should be designed and evaluated in order to become a driver for the innovation process.

The function of demonstration projects is investigated through case studies of two Swedish wind energy demonstration projects. Both of them can be labelled as failed in some aspects. The rate of development and diffusion of wind turbines in Sweden has been slow in spite of a substantial R&D programme and high technical competence. The industry consists of very few Swedish firms in contrast to the situation in for example Denmark and Germany. One of the studied projects was carried through in the late 1980s. It aimed at getting experience from the third biggest wind turbine in Sweden at the time. The turbine was supplied by a Scottish firm and placed in Gothenburg. It was dismantled some years later after a breakdown. The other project was started ten years later. It demonstrated a small turbine for local energy production at farms. Two of three turbines in the project were taken out of operation due to technical, economical and institutional reasons. The supplier went bankrupt.

To describe the two demonstration projects and investigate their significance, participants have been interviewed and project documents have been studied. The projects are described in terms of technical learning, the composition of participating actors and the project organisation. Their effect on the actor network, the public attitude and institutions as regulations and cultural values is

investigated. Furthermore, barriers and conflicts appearing during the projects are identified.

The results of the study illustrate how the rate of success of demonstration projects is determined by the integration of technical and social factors. The people and organisations participating are very important, so is the institutional framework. Six lessons are learnt from the case studies. (1) The composition of participating actors affects the success of a project. For example, a foreign wind turbine supplier does not favour the local industry or the utilisation of Swedish wind energy competence. (2) Differing experiences and expectations between participants can result in conflicts. To discuss this during the project can be just as important as addressing occurring technical problems. (3) A co-ordinating actor can make the implementation of demonstration projects easier. On the other hand, the formation of a network between actors may be hindered if all communication is handled by the co-ordinating partner. (4) The contribution of a project to the learning process increases if institutional barriers can be identified or affected during the project. In the case of wind turbines in Sweden the diffusion has been hindered by the absence of governmental support for small turbines, problems in securing building permits and changed tax regulations. (5) Knowledge created in a project must be disseminated to affect the process of technical change. Hence it is important to evaluate and publish the project results. (6) Finally, the most important lesson is that to function as an effective policy instrument, a demonstration project should be seen as one step in a process of technical change and not as an isolated technical test. This approach requires a long-term perspective. In this point of view a "failed" project can have positive effects on the innovation process. Some examples of positive effects of the two studied projects are creation of new knowledge, integration of new actors into the wind energy network, diffusion of wind turbines to new parts of Sweden and a small firm entering the market.

Sammanfattning

Omställningen till ett hållbart energisystem baserat på förnybara energikällor är beroende av utvecklingen av ny energiteknik. Processen för teknisk förändring är komplex, osäker och vägberoende och påverkas av såväl tekniska som sociala faktorer. Förändringstakten kan påskyndas genom olika styrmedel. Demonstrationsprojekt är ett instrument som tillämpas för att testa och visa upp en teknik innan den börjar användas i större omfattning. Ett lyckat demonstrationsprojekt skapar ny kunskap, utvidgar aktörsnätverket inom teknikområdet och bidrar till marknadsintroduktion.

Syftet med studien är att förbättra förståelsen för den roll demonstrationsprojekt kan ha i framväxten av ny teknik, med fokus på hur projekt ska utformas och utvärderas för att bidra till förändringen av energisystemet.

Undersökningen baseras på fallstudier av två vindkraftprojekt i Sverige. Båda projekten kan i vissa avseenden betecknas som misslyckade. Utvecklingen inom vindenergiområdet i Sverige har gått trögt trots stora forskningsinsatser och hög teknisk kompetens. Svenska tillverkare utgör en väldigt liten del av vindkraftindustrin och situationen skiljer sig mycket från den i exempelvis Tyskland och Danmark. Det ena studerade demonstrationsprojektet genomfördes i slutet av 1980-talet. Syftet var att få erfarenhet från drift av det vid den tiden tredje största aggregatet i Sverige. Leverantören kom från Skottland. Vindkraftverket restes i Göteborg men monterades senare ner efter ett haveri. Det andra projektet startade 10 år senare och demonstrerade en svensktillverkad gårdsnurra för lokal elproduktion. Målgruppen var svenska lantbrukare. Två av tre aggregat i projektet togs ur drift och leverantören gick i konkurs.

För att kunna beskriva demonstrationsprojekten och undersöka deras betydelse för utvecklingen inom vindkraftområdet har intervjuer genomförts med aktörer som deltog i projekten och projektdokumentationer har studerats. Fallstudierna behandlar tekniska faktorer och lärdomar, de deltagande aktörerna och projektorganisationens utseende. Projektens inverkan på aktörsnätverk, allmänhetens attityd samt institutionella faktorer som lagstiftning och kulturella

värderingar belyses. Vidare identifieras de hinder och konflikter som uppstod under projektens gång.

Resultatet visar hur tekniska och sociala faktorer tillsammans bestämmer hur lyckat ett projekt blir. Deltagande personer och organisationer har stor inverkan på resultatet, likaså det institutionella ramverket. Sex lärdomar har erhållits från fallstudierna. (1) Sammansättningen av aktörer påverkar förutsättningarna för om ett projekt ska lyckas eller inte. Avsaknaden av en inhemsk leverantör i det ena projektet missgynnade exempelvis vidareutveckling av den svenska kompetensen inom teknikområdet och uppbyggande av en svensk tillverkningsindustri. (2) Skillnader i erfarenhet och förväntningar mellan olika deltagande aktörer kan leda till konflikter inom projektet. Sådana frågor kan vara lika viktiga att diskutera som tekniska problem. (3) En samordnande aktör kan underlätta genomförandet av projekt. Uppbyggandet av bestående nätverk kan dock hindras om kontakten främst går via samordnaren istället för direkt mellan övriga aktörer. (4) Betydelsen av ett demonstrationsprojekt ökar om institutionella hinder för framväxt och spridning av tekniken kan identifieras. Studien visar bland annat hur svårigheter att få bygglov, frånvaron av investeringsbidrag för småskalig vindkraft samt skatteförändringar missgynnade spridningen av vindkraft i Sverige. (5) För att erhålla lärdomar ska kunna inverka på förändringsprocessen måste de spridas, varför det är viktigt att resultatet utvärderas och publiceras. (6) Den sista och kanske viktigaste lärdomen är dock att för att kunna verka som ett effektivt styrmedel bör demonstrationsprojekt ses som en del i en större förändringsprocess snarare än som isolerade tekniska företeelser. Det förutsätter ett långt tidsperspektiv. Ur den synvinkeln kan till synes misslyckade projekt visa sig vara betydelsefulla längre fram. Positiva följder av de två studerade demonstrationsprojekten är bland annat att nya aktörer tillförts nätverket, att vindkraften etablerats i nya delar av Sverige samt att en liten inhemsk tillverkare nått ut på marknaden.

Förord

Demonstrationsprojektets roll i framväxten av ny teknik är resultatet av 20 veckors examensarbete i miljövetenskap och utgör sista momentet i min utbildning Naturvetenskaplig problemlösning (160p) vid Göteborgs Universitet. Examensarbetet har utförts vid Miljösystemanalys på Chalmers Tekniska Högskola med Björn Sandén (fd Andersson) som handledare.

Rapporten syftar till att inspirera aktörer inom energiområdet som ska planera, genomföra eller utvärdera demonstrationsprojekt i framtiden. Den riktar sig även till de som är intresserade av dynamiken i teknisk framväxt generellt eller av vindkraftens utveckling i Sverige mer specifikt.

Förutom att jag under våren utvecklat min förståelse för relationen mellan tekniska och sociala faktorer i förändringen av energisystemet, har det varit väldigt spännande att söka information kring de två demonstrationsprojekt som studerats. Jag vill tacka alla som ställt upp för intervju eller på andra sätt bidragit med upplysningar som hjälpt mig i arbetet. Min ambition har varit att ge en så nyanserad bild som möjligt av det inträffade. Uppgifterna har dock en del gånger gått isär och om någon felaktighet smugit sig in ber jag om överseende.

Jag vill även passa på att tacka handledare Björn och likaså Magnus Karlström för många givande diskussioner under arbetets gång. Tack också till Daniel för allt stöd.

Göteborg, Augusti 2003

Hanna Jönsson

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	3
1.1 Bakgrund.....	3
1.2 Problemformulering.....	4
1.3 Avgränsningar	5
1.4 Disposition.....	6
2. Demonstrationsprojekt – ett instrument för teknisk förändring	8
2.1 Begreppet demonstrationsprojekt.....	8
2.2 Tekniska system och förändringsprocessens tröghet.....	9
2.3 Framväxt av ny teknik	12
2.3.1 Vägberoende och återkopplingsmekanismer	12
2.3.2 Innovationssystem	14
2.4 Demonstrationsprojektets uppgift i innovationssystemet.....	15
2.4.1 Klassificering av demonstrationsprojekt	16
2.4.2 Vad är ett lyckat demonstrationsprojekt?	16
2.4.3 Erfarenheter från demonstrationsprojekt.....	18
3. Fallstudier – Upplägg och utförande.....	19
3.1 Teman för undersökningen	20
3.2 Källmaterial	23
3.2.1 Beskrivning av källmaterialet	24
3.2.2 Problem med intervjuer som källa	24
4. Vindkrafttekniken och dess historia	26
4.1 Kraftverk som använder vinden som energikälla.....	26
4.2 Vindkraftens framväxt och spridning.....	27
4.2.1 Det svenska vindenergiprogrammet.....	29
4.2.2 Sverige på efterkälken	30
4.2.3 Läget i Sverige efter Maglarp och Näsudden	32
4.2.4 Studieobjekten	33
4.3 Aktörer, kompetens och nätverk inom vindenergiområdet	34
4.3.1 Allmänheten och massmedia	35
5. Fallstudie I – Medelstort aggregat på Risholmen	36
5.1 Sammanfattning	36
5.2 Aktörsbeskrivning.....	37
5.3 Teknikbeskrivning	38
5.4 Planering	38
5.5 Genomförande	42
5.6 Efterföljder.....	46
5.7 Diskussion kring processresultat	49
6. Fallstudie II - Småskaligt vindkraftverk Elforskprojekt 2069	53
6.1 Sammanfattning	53

6.2 Aktörsbeskrivning	54
6.3 Teknikbeskrivning	56
6.4 Planering	57
6.5 Genomförande	59
6.6 Efterföljder	66
6.7 Diskussion kring processresultat	69
7. Resultat och diskussion	73
7.1. Lärdomar från fallstudierna	73
7.2. Slutdiskussion	75
8. Referenser	79
Appendix A: Intervjumall	I
Appendix B: Förteckning över intervjuade personer	II

1. Inledning

Många av dagens lokala och globala miljöproblem har en koppling till samhällets energi- och transportsektor och framför allt till användningen av fossila bränslen. Om efterfrågan på energi fortsätter öka i världen samtidigt som vi använder konventionella energikällor, kommer de negativa effekterna på miljön och samhället att förvärras. För att nå ett ekologiskt hållbart samhälle krävs en övergång till förnybara energikällor, något som i sin tur är beroende av framväxten av ny energiteknik samt ett förändrat beteende hos befolkningen. Ny teknik kan bidra till effektivare omvandling, distribution, lagring och användning av energi. Processen för en sådan teknisksystemomställning är lång och det finns många hinder längs vägen som måste övervinnas. Det handlar inte bara om rent tekniska faktorer utan även ekonomiska, politiska, sociala och psykologiska. För att påskynda förändringsprocessen¹ fordras styrmedel som kan stimulera utveckling och marknadsintroduktion av hållbar energiteknik.

1.1 Bakgrund

Framväxten av ny teknik kan liknas vid en process som sträcker sig från uppfinning till att tekniken används i stor omfattning. Relativt tidigt i utvecklingsprocessen² kan det hända att tekniken testas i ett demonstrationsprojekt. Detta sker oftast på lokal eller regional nivå i form av till exempel ett antal biogasbussar i en stad eller ett solcellsprojekt i mindre skala. Målet med demonstrationsprojekt är, förutom att studera hur tekniken fungerar, att skapa uppmärksamhet och sprida kunskap kring tekniken samt att undersöka och försöka påverka attityder hos beslutsfattare och allmänhet. Demonstrationsprojekt kan bidra till att öka antalet aktörer och kontakter inom teknikområdet och till att skapa förutsättningar för att introducera tekniken på marknaden. De kan därmed ha funktionen att försöka identifiera och övervinna de hinder som finns för användning och spridning av en ny teknik. Projekten är instrument som kan påverka både teknisk utveckling, skapande av marknad och framväxten av aktörsnätverk (Karlström och Andersson 2003).

¹ Begreppet *förändringsprocess* syftar här på omställningen av tekniska system i allmänhet och övergången till ett hållbart energi- och transportsystem i synnerhet.

² Begreppen *framväxtprocess* och *utvecklingsprocess* används synonymt och avser förloppet från uppfinning till utbredd användning av en teknik.

Genom historien har det visat sig att den tekniska mångfalden i början av en förändringsprocess oftast är stor (Arthur 1988, Grubler 1998). Idag bedrivs forskning kring ett flertal olika energitekniker och en mängd olika designlösningar inom respektive teknikområde. Osäkerheten och ovissheten är stor och det kan vara svårt att veta vilken teknik som kommer att dominera i framtiden. Demonstrationsprojekt kan bidra till att minska denna osäkerhet, men det är långt ifrån alla projekt som når önskat resultat och därför finns alltid en risk att satsa fel. Frågan om vilka projekt energisektorns aktörer ska eller inte ska satsa på är ständigt aktuell. Det är dock inte ovanligt att projekt som anses misslyckade trots allt visar sig fylla en funktion och ha betydelse för framväxtprocessen (Karlström och Andersson 2003).

I litteratur och tidigare forskning är behandlingen av demonstrationsprojektets roll i framväxten av ny teknik knapphändig. För att demonstrationsprojekt ska kunna verka som ett effektivt styrmedel i omställningen av energisystemet behöver kriterier utformas för vilka projekt som ska väljas samt hur de ska genomföras. Vidare finns ett värde i att arbeta fram kriterier för hur projekt ska utvärderas och hur deras betydelse ska kunna mätas. Detta examensarbete bidrar till arbetet med att ta fram sådana kriterier. Det sker genom en diskussion kring demonstrationsprojektets roll för teknikframväxten i allmänhet och för teknik inom vindkraftområdet i synnerhet.

1.2 Problemformulering

Syftet är att försöka förstå *den roll demonstrationsprojekt kan ha* i framväxten av ny teknik, samt att genom två fallstudier av ”misslyckade” projekt erhålla lärdomar om hur projekt kan *utformas* och *utvärderas* för att inverka på förändringsprocessen. Utifrån det behandlas i huvudsak tre frågeställningar.

1) *Hur kan instrumentet demonstrationsprojekt betraktas?*

Demonstrationsprojekt är ett instrument som kan gynna framväxten av ny teknik. Beroende på ur vilket perspektiv projektet betraktas påverkas dessa möjligheter. Därför är det intressant att undersöka vilka synsätt som finns och vilket perspektiv som är önskvärt. Detta kan i sin tur ge

lärdomar om hur demonstrationsprojekt ska kunna verka som ett effektivt styrmedel.

2) *Hur ska demonstrationsprojekt utformas?*

Vilken betydelse ett projekt får beror till stor del på hur det utformas och genomförs. Innan projektet startar är det därför viktigt att exempelvis fundera över hur tekniken ska tillämpas, vilka aktörer som ska vara med och hur länge projektet ska vara.

3) *Hur ska demonstrationsprojekt utvärderas?*

När ett projekt avslutas sker oftast en utvärdering för att lärdomarna ska kunna överföras till andra projekt och aktörer. Frågan blir då vilka kriterier det ska bedömas utifrån och hur projektets framgång ska kunna mätas.

Undersökningen består av en genomgång av några teoribildningar kring teknikframväxtsprocessen samt två kvalitativa fallstudier av avslutade demonstrationsprojekt inom vindkraftområdet.

Det övergripande syftet med studien är att aktörer inom energiområdet som ska kunna inspireras av undersökningens resultatet när de planerar, genomför och utvärderar demonstrationsprojekt i framtiden.

1.3 Avgränsningar

Demonstrationsprojekt kan användas inom alla teknikområden. I denna rapport berörs teknik inom energiområdet och projekt som demonstrerar förnybar energiteknik, framförallt vindkraftverk.

I fallstudierna är det de övergripande dragen i projekten, deras dynamik och aktörer som är av intresse. Därför sker ingen ingående beskrivning av tekniska detaljer.

Båda projekten har ägt rum i Västra Götalandsregionen vilket ger studien en viss geografisk anknytning till regionen. Den geografiska avgränsningen motiveras

med att en närhet till medverkande aktörer underlättar vid informationsinhämtning och intervjuer.

Urvalet av de två specifika demonstrationsprojekten har skett efter att Göteborg Energi gett förslag på ett antal projekt som genomförts i regionen. Göteborg Energi är en aktör inom energiområdet som ofta medverkar i projekt inom energiteknikområdet. För det första betecknar Göteborg Energi de båda projekten som relativt misslyckade. Trots att det är långt ifrån är alla projekt som uppnår önskat resultat, är det främst lyckade projekt och innovationer som får uppmärksamhet och skildras i litteraturen (Pinch och Bijker 1987, Summerton 1998, Moon 2001). Det finns därför ett värde av att i ökad utsträckning studera misslyckade projekt eftersom de kan peka på vilka hinder och svårigheter som finns inom ett teknikområdet och därför kan lära oss mycket. Av den anledningen har två projekt valts som betecknas som misslyckade. För det andra är Göteborg Energi delaktiga i båda projekten, något som underlättar tillgången på källmaterial i form av projektdokumentationer.

De två studieobjekten demonstrerar vindkraft. Det som gör vindkrafttekniken särskilt intressant att studera är för det första att vindenergi är en förnybar energikälla och för det andra att framväxtprocessen i Sverige har gått trögt trots att forskningsinsatserna i ett tidigt skede var stora. Svenska tillverkare utgör en väldigt liten del av vindkraftsindustrin och situationen skiljer sig mycket från exempelvis Danmark och Tyskland (Johnson och Jacobsson 2001). Det första demonstrationsprojektet som studeras inföll relativt tidigt i Sveriges vindenergihistoria. Det demonstrerar storskalig vindkraft och leverantören var utländsk. Det andra projektet inföll i slutet av 1990-talet och demonstrerar en svensktillverkad gårdsnurra avsedd för lokal elproduktion. Projekten skiljer sig åt på många sätt och kompletterar därför varandra. Studien syftar inte till att värdera vindkraftteknikens egenskaper eller ta ställning till om vindenergi är ett önskvärt inslag i det svenska energiförsörjningssystemet, utan vindkraft representerar en teknik som har haft svårt att etablera sig i Sverige.

1.4 Disposition

I nästa avsnitt behandlas demonstrationsprojektets roll i teknisk förändring generellt. Teoridelens fokus ligger på att försöka förstå de mekanismer i

tekniksystemet som påverkar hur ny teknik växer fram, vilken väg utvecklingen tar samt varför det är så svårt att förändra rådande energisystem. Avsnitt 3 redogör för upplägget av fallstudierna samt de teman som legat som grund för undersökningen. Källmaterialet beskrivs och svårigheterna med att använda intervjuer som källa diskuteras. För att få en bakgrund till det specifika teknikområdet vindkraft behandlas i avsnitt 4 vindkraftteknikens framväxt och dess position i Sverige jämfört med andra länder. De två fallstudierna presenteras i avsnitt 5 och 6. De inleds med en kort sammanfattning av respektive projekt och avslutas med en diskussion kring vad projekten haft för betydelse. Fallstudierna utgör i sig en del av undersökningens resultat. Till sist redogörs för vilka lärdomar som dragits av undersökningen och därefter diskuteras resultatet på en övergripande nivå.

2. Demonstrationsprojekt – ett instrument för teknisk förändring

Ett mer miljövänligt energitekniksystem kan uppnås med olika strategier. De åtgärder som främst tillämpas idag är rening av bränslen och utsläpp eller stegvis modifiering och effektivisering av delar i systemet. Om en betydande miljöförbättring ska kunna ske finns behov av en mer grundlig förändring, ett tekniskifte, som innebär att den dominerande tekniken i systemet ”byts ut” mot en ny typ av teknik som därmed förändrar hela systemet. Teknikskiften har genom historien haft en central roll i förändringen av energisektorn (Grübler 1998, Neij 1999) och kommer troligtvis att ha det även i framtiden. För att öka förändringstakten kan skilda typer av styrmedel¹ behöva tillämpas. Olika styrmedel ger olika effekt och lämpar sig därför vid olika skeden i processen (Sandén och Azar 2003). Demonstrationsprojekt är ett sådant styrmedel.

I detta avsnitt sker först en kort definition av begreppet demonstrationsprojekt. För att kunna undersöka demonstrationsprojektets roll förs sedan ett resonemang kring teknisk förändring och framväxten av ny teknik innan demonstrationsprojekt placeras in som ett delmoment i den större förändringsprocessen. Utifrån det diskuteras vilken funktion denna typ av projekt kan ha samt vad som är ett lyckat demonstrationsprojekt.

2.1 Begreppet demonstrationsprojekt

Begreppet demonstrationsprojekt kan används i många sammanhang och det förekommer även andra begrepp för liknande typ av projekt exempelvis pilotprojekt, fältprov, försöksaggregat och experimentanläggning. I denna rapport används *demonstrationsprojekt* som ett samlingsnamn för alla projekt som passar in på definitionen nedan.

Ett demonstrationsprojekt kännetecknas för det första av att det infaller relativt tidigt i framväxtprocessen. För det andra måste projektet ha ett visst nyhetsvärde.

¹ Styrmedel används av myndigheter för att påverka utvecklingens riktning inom ett visst område. Exempel på styrmedel är skatter, subventioner och stöd till forskning, utveckling och demonstrationsverksamhet. I de fall demonstrationsprojekt används inom företag med främsta syftet att gynna industriell tillväx utgör de inte ett styrmedel.

Det kan handla om att projektet omfattar en ny teknik eller ett nytt tillämpningsområde. Tekniken kan anses ny om den testas på en helt ny plats under nya omständigheter. Om projektet däremot är en exakt upprepning av vad någon annan tidigare gjort är det följaktligen inte att betrakta som ett demonstrationsprojekt. Det ska med andra ord utgöra ett första exempel av något, där lärdomar från resultatet kan användas för att gå vidare. Överförbarheten av detta resultat till andra projekt och aktörer är en viktig aspekt av projekttypen. För det tredje har projektets omfattning betydelse. Demonstrationsprojekt används innan en ny teknik tillämpas i större skala, för att ge kunskap om tekniken när den testas i begränsad omfattning. Det kan röra sig om ett tiotal fordon i en stad eller om ett eller ett par vindkraftverk. När det huvudsakliga syftet med ett projekt övergår till att sänka kostnader och öka skalan hos en viss teknik är det således inte ett demonstrationsprojekt längre.

Ett demonstrationsprojekt startar då idén om projektets syfte och utformning formuleras. Projektet genomförs sedan under en viss tidsperiod, vanligtvis några år, och avslutas därefter med en utvärdering. I denna rapport undersöks även händelser som följer efter det att projektet avslutats eftersom demonstrationsprojekt betraktas som ett led i en större förändringsprocess.

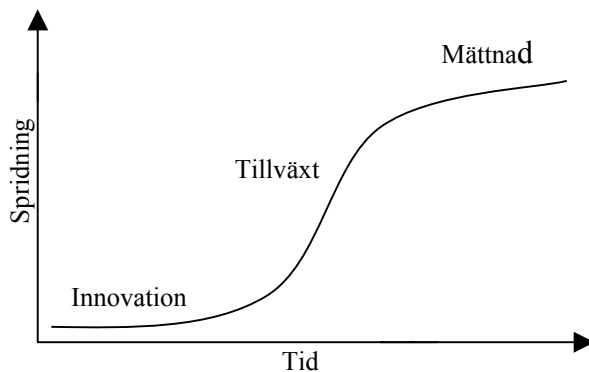
2.2 Tekniska system och förändringsprocessens tröghet

Begreppet *teknik* används i dagligt tal ofta om enskilda artefakter som telefonen eller bilen. För att lättare förstå dynamiken i framväxten av ny teknik kan artefakterna studeras som delar i större tekniska system där även den kompetens och kunskap som krävs för tillverkning och användning av prylarna ingår. Att studera teknik som *system* kan betyda skilda saker inom olika discipliner och synsätt. Grunden i systemperspektivet är att all teknik kan ses som bestående av sammanlänkande delar eller komponenter som tillsammans bildar en integrerad helhet. De olika delarna kan vara tätt eller löst kopplade, men är beroende av varandra för att helheten ska fungera. Gemensamt för de olika synsätten är att teknik inte betraktas som enstaka artefakter utan som delar av komplexa system. Bilen som artefakt är ett plåthölje med motor och fyra hjul, medan den betraktad ur ett systemperspektiv är en del av ett större vägtransportsystem som i sin tur består av biltillverkare, bränsledistribution, tankstationer, serviceverkstäder, reservdelar, vägar, trafikregler, försäkringar, körkortsutbildning och så vidare.

Det var teknikhistorikern Thomas Hughes som i början av 1980-talet lade grunden för forskningsfältet *Stora tekniska system*¹ som studerar teknisk förändring ur ett systemperspektiv. Han har beskrivit framväxten av elsystemet i Västvärlden och betonar teknikens kulturella och sociala sammanhang. Tekniska system definieras som både socialt skapade och socialt skapande (Hughes 1987). De består inte enbart av tekniska komponenter utan även av människor och organisationer som utvecklar och använder systemen, av det institutionella och ekonomiska ramverket, av politiska processer och kulturella värderingar (Hughes 1987, Summerton 1998).

Ett nyckelbegrepp i Hughes systemmodell är utvecklingsfaser. Han menar att alla tekniska system utvecklas enligt ett visst mönster där varje fas kännetecknas av kritiska problem och beslut som måste fattas. Hughes påpekar dock att utvecklingsprocessen inte är linjär utan de olika faserna kan överlappa varandra eller byta plats (Hughes 1987). Modellen med olika utvecklingsfaser återkommer hos många forskare, även om deras benämning och indelning till viss del skiljer sig åt. Generellt kan sägas att den första utvecklingsfasen sträcker sig från uppfinning till innovation då tekniken introduceras för praktiska användning. Osäkerheten är i detta skede stor. Spridningen går långsamt eftersom kostnaderna förknippade med tekniken är höga och konkurrensfördelarna ofta små. Därefter kommer spridnings- och tillväxtfasen som innebär att tekniken sprids till nya geografiska områden, systemet utvidgas och får en mer tydlig struktur. Spridningsprocessen gynnas av ett antal återkopplingsmekanismer som sätts igång när tekniken börjar användas. Slutligen når systemet en fas som kännetecknas av mättnad och inneboende tröghet, orsakad av komplexiteten i systemet. Spridningstakten avtar och möjligheterna att förändra systemet har begränsats. Processen för spridning och tillväxt av en teknik kan beskrivas med en S-kurva (Grübler 1998). Detta illustreras i figur 1.

¹ Large Technological Systems, LTS



Figur 1. De olika utvecklingsfaserna i en tekniks livscykel.

Fenomenet att ett tekniskt system förlorar sin flexibilitet när en viss teknik blivit dominerande kan beskrivas som att det skett en inlåsning (Athur 1988). En rad mekanismer bidrar till inlåsningsen och gör att systemet därefter är svårt att förändra. Det finns ett intresse från olika aktörer att behålla rådande tekniska system eftersom de investerat kapital, tid och utvecklat kompetens inom teknikområdet. Användarna har lärt sig nyttja tekniken och vant sig vid den. Det finns ett helt system av servicetjänster och utarbetade normer och regler som stöder den rådande tekniken. Dessutom etableras inom systemet en föreställning om hur en artefakt, exempelvis en bil, ska se ut och fungera och även det begränsar möjligheterna till förändring (Andersson 2001).

Dagens samhälle kan sägas vara kännetecknat av kolinlåsning eftersom tekniska, institutionella och sociala krafter i samhället håller oss kvar i ett system baserat på fossila bränslen trots negativa miljökonsekvenser och befarad klimatförändring (Unruh 2000).

Historiska exempel visar att tekniska system som nått en viss grad av ohållbarhet slutligen börjar gå tillbaka för att ersättas av ett nytt system. Ett exempel är när hästen i början av 1900-talet började ersättas av bilen och därmed avhjälpes de miljöproblem som det stora antalet hästar och deras avfall orsakade i städerna runt om i Europa. Som värst producerades 6 miljoner ton hästexkrementer om året i Englands städer (Grübler 1998). Idag har det istället blivit bensinbilarnas utbredning och användningen av fossila bränslen i övrigt som orsakar en stor del

av miljöproblematiken och därför behöver åtgärdas. Utvecklingen av tekniska system får därmed karaktären av en cyklisk process (Hughes 1987). Cykliska modeller för teknikskifte beskriver hur perioder som kännetecknas av låg förändringstakt följs av perioder med snabba och mer radikala förändringar (Andersson 2001). Genom att försöka identifiera perioder i utvecklingen som kännetecknas av osäkerhet och rubbad stabilitet kan vi lära oss om systemens sårbarhet och om samhällets möjligheter till insyn och styrning.

2.3 Framväxt av ny teknik

Demonstrationsprojekt infaller per definition tidigt i framväxtprocessen, det vill säga då en ny teknik börjar tas i bruk. Det motsvarar innovationsfasen i figur 1 på sidan 11. De utgör ett instrument som kan användas för att försöka påverka den riktning framväxtprocessen tar, men för att lyckas med det krävs en förståelse för dynamiken i innovationssystemet och de återkopplingsmekanismer som kan sätta fart på spridningen av tekniken.

2.3.1 Vägberoende och återkopplingsmekanismer

Processen för utveckling av ny teknik kännetecknas av att den är dynamisk, osäker och vägberoende (Grübler 1998, Arthur 1988). Osäkerheten ligger i att det finns flera möjliga lösningar på ett och samma problem och därmed flera vägar att gå. Det är omöjligt att i ett tidigt skede veta vilken teknik som kommer att bli dominerande längre fram. En strategi är därför att experimentera med flera olika tekniker även om det kan kännas ineffektivt (Grübler 1998). Genom att sprida investeringarna minskas risken för inlåsning till en teknik. Att teknisk förändring kan sägas vara vägberoende¹ innebär att lärdomar och gjorda val påverkar utvecklingens riktning åt ett visst håll (David 1985, Arthur 1988). Det kan handla om allt från strategiskt gjorda val till slumpmässiga små händelser och tillfälligheter. Detta vägberoende har betydelse för hur reglerbar och flexibel utvecklingsprocessen för ny teknik är. Processen har en irreversibel karaktär (Andersson 2001) vilket innebär att den i vissa avseenden har en inneboende riktning, men det finns också en möjlighet från samhällets sida att försöka påverka denna riktning.

¹ path-dependent

Eftersom tekniska system inte kan separeras från den sociala och ekonomiska kontext inom vilken de utvecklas och används, är framväxten av ny teknik varken linjär eller enkel att beskriva. Inom dagens forskning betonas allt mer återkopplingsmekanismernas betydelse för vilken väg utvecklingen tar samt hur tekniken sprids. Processen anses vara mycket mer komplex än vad man tidigare ansett (Neij 1999, Andersson 2001, Grübler 1998, Unruh 2000). Positiv återkoppling innebär att en teknik blir mer attraktiv i ju större omfattning den tas i bruk¹ (Arthur 1988). Dessa mekanismer förklarar varför en utbredd teknik har fördel jämfört med nykomlingar. Återkopplingsmekanismerna styr också hur konkurrensen mellan olika alternativa tekniker utvecklas. Om en teknik får försprång sker en utlösning av andra tekniker. Nedan nämns några av de i sammanhanget mest relevanta positiva återkopplingsmekanismerna. Listan baseras på Arthur (1988) och Andersson (2001).

- *Läreffekter av produktion*²: Tillverkningsprocesser, kompetens och produktionsorganisationen förbättras med växande produktion.
- *Läreffekter av användning*³: Ju mer en teknik används, desto mer lär sig användaren om teknikens egenskaper, precis som den tekniker som står för reparationer och service. Användare innefattar såväl driftpersonal på exempelvis ett kraftverk som privatpersonen som lär sig använda en telefon. Lärdomar från produktion och användning bidrar till vidareutveckling av tekniken.
- *Skalekonomi eller skaleffekter av produktion*⁴: Produktionskostnaden per producerad enhet minskar med växande produktion eftersom de fasta kostnaderna fördelas över fler enheter. Teknikens pris sjunker alltså när användningen ökar.
- *Skaleffekter av användning*⁵: En konsuments vinning av att använda en viss produkt ökar med antalet andra användare. Nyttan av till exempel en telefon blir större ju fler abonnenter det finns. Vidare ökar tillgången på reservdelar om produkten är vanligt förekommande, något som också underlättar spridningen av tekniken.

¹ increasing returns to adoption

² learning by doing

³ learning by using

⁴ economies of scale in production

⁵ networks externalities

- *Minskad osäkerhet:* Ökad användning minskar osäkerheten kring en teknik och ger den legitimitet.
- *Institutionella effekter:* Lagstiftning och normer anpassas till tekniken när den börjar spridas.

En insikt om positiva återkopplingsmekanismer kan underlätta styrningen av en viss tekniks framväxt och därmed förståelsen för den roll demonstrationsprojekt kan ha i processen. Målet är att skapa goda cirklar som gör processen självförstärkande så att behovet av statliga stöd och styrmedel minskar.

2.3.2 Innovationssystem

Utifrån ansatsen om tekniska system sker framväxten av en ny teknik i ett samspel mellan företag och andra organisationer som universitet, industrier och myndigheter (Johnson och Jacobsson 2001). Processen påverkas starkt av det institutionella ramverk som avgör vilka lagar och normer som reglerar användningen av tekniken och interaktionen mellan aktörerna. Innovations-systemet kan sägas utgöras av tre beståndsdelar. Den första är aktörerna och deras kompetens där ekonomiskt och politiskt inflytelserika aktörer som tidigt satsar på tekniken är viktiga¹, precis som överbryggande aktörer som universitet och industriföreningar som skapar länkar mellan olika aktörer. Den andra beståndsdelan är nätverket som fungerar som kanal för kunskaps- och informationsöverföring. Ett starkt nätverk med många aktörer tillför resurser i form av kunskap, information och teknisk kompetens till innovationssystemet. Dessutom formar det uppfattningen om vad som är önskvärt och möjligt, något som i sin tur styr investeringsviljan. Det tredje är institutionerna som utgörs av exempelvis lagstiftning, finansmarknad, utbildningssystem och kulturella värderingar.

Eftersom det tekniska systemet kan betraktas som teknikspecifikt, finns det många tekniska system inom samma land eller region. Framväxten av ny teknik och dess industri är inte bara beroende av faktorer inom ett specifikt system utan kan även bero på faktorer som delas mellan olika system. Svenska staten försöker till viss del anta ett systemperspektiv och angripa problemen inom energiområdet i termer av innovationssystem (STEM 2000).

¹ prime-movers (Jacobsson och Johnson 2000)

2.4 Demonstrationsprojektets uppgift i innovationssystemet

En grundläggande uppgift för demonstrationsprojekt är att identifiera kritiska faktorer och bärriärer som har betydelse för en tekniks framväxt och spridning. Därmed kan demonstrationsprojekt fungera som ett instrument för att minska osäkerheten kring en ny teknik. Osäkerheten minskas genom olika lärprocesser under tillverkning, tillämpning och användning av tekniken. Att testa olika tekniker i demonstrationsprojekt kan vara ett sätt att experimentera med mångfalden för att minska risken för att en ohållbar teknik blir dominerande i början av framväxtprocessen. Demonstrationsprojekt kan vara en bidragande faktor till att teknikens legitimitet ökar och till att institutionella ramverk börjar förändras, även om ett enskilt projekt inte kan förväntas ha en avgörande inverkan. Eftersom demonstrationsprojekt infaller innan tekniken börjar tillverkas i större skala har de däremot inte någon inverkan på återkopplingsmekanismer som skaleffekter i produktion och användning.

Funktionen hos demonstrationsprojekt kan delas in i tre huvudkategorier (Karlström och Andersson 2003). Den första handlar om att *testa tekniken* för att skapa och sprida teknisk kunskap som genom återkoppling kan leda till vidareutveckling. För det andra kan projektet *testa tekniken mot marknaden*. Det kan dels bestå i att öka medvetenheten och försöka nå acceptans hos tänkbara konsumenter, tillverkare och investerare dels i att peka på de institutionella hinder som finns för införandet av den nya tekniken. Syftet är att försöka öka preferenserna för tekniken och dess legitimitet i samhället. Den tredje funktionen är att *bilda nätverk* som kan bära fram tekniken. Nätverket karakteriseras av sammansättningen av aktörer, antalet aktörer och relationen mellan dem. Demonstrationsprojekt kan utgöra ett forum där olika aktörer träffas för att utbyta information och utveckla kompetens. Genom att nya aktörer knyts till nätverket tillförs resurser till innovationssystemet. Nätverket har inte bara betydelse för den specifika tekniken utan även för utvecklingen av närliggande tekniker samt för de politiska processer som skapar de institutionella ramarna för framväxten av tekniken. Denna indelning kan benämnas teknikdynamik, marknadsdynamik respektive aktörsdynamik (Andersson och Jacobsson 2000).

2.4.1 Klassificering av demonstrationsprojekt

Vilken funktion ett projekt kan förväntas ha beror till viss del på vilken typ av teknik det är som demonstreras samt hur långt i utvecklingen den har kommit. Demonstrationsprojekt kan klassificeras efter om de främst syftar till att testa en teknikprototyp, det vill säga den förstnämnda uppgiften ovan, eller om de hellre syftar till att stimulera marknaden och skapa nätverk. Projektets förutsättningar och resultat beror därmed av i vilket mognadsstadium tekniken är.

Demonstrationsprojekt kan även klassificeras efter andra faktorer. En sådan är teknikens förhållande till användarna. En skillnad kan göras mellan projekt som visar en expertprodukt respektive en konsumentprodukt. Exempel på expertprodukter är solceller och stora vindkraftverk som levererar ”grön” el till elkonsumenterna, utan att de märker någon skillnad på själva produkten el. De enda som berörs av teknikskiftet är experter som konstruktörer och driftpersonal. Utgör den nya tekniken istället en konsumentprodukt påverkas konsumenternas beteende och valmöjlighet mer direkt av en ökad användning. Så är fallet med elbilar för privat bruk eller gårdsnurror för lokal elproduktion.

Ytterligare en uppdelning kan göras mellan projekt som demonstrerar ett helt system eller endast en del av systemet. Vilka slutsatser som kan dras av ett projekt som omfattar en flotta av bränslecellsbusar beror exempelvis på om projektet syftar till att demonstrera själva bränslecellen eller hela systemet med bränsleproduktion, distribution m.m.

2.4.2 Vad är ett lyckat demonstrationsprojekt?

För att kunna undersöka demonstrationsprojektets roll är det relevant att fastställa vad som är ett lyckat projekt. Frågan är ständigt aktuell när beslut ska tas om huruvida ett projekt ska genomföras, hur det isåfall ska utformas och inte minst vid en utvärdering av resultaten. Svaret beror på ur vilket perspektiv projektet betraktas. En skillnad kan göras mellan *projektresultat* och *processresultat* (Karlström och Andersson 2003). Projektresultatet innefattar den tekniska utvärdering som görs inom ramen för projektet samt dess lokala betydelse. Efterverkningarna av ett demonstrationsprojekt kan dock visa sig långt efter det att projektet formellt avslutats och ofta finns det i planeringsarbetet en uttalad målsättning om att projektet ska vara en del av en mer omfattande process i

samhället. Processresultatet kan därför beskrivas som den betydelse projektet har för teknikutvecklingsprocessen i stort och innefattar även skapandet av marknad och aktörsnätverk.

Enligt min definition är ett projekt lyckat om det leder till något mer än att bara uppfylla det begränsade projektsyftet, det vill säga om det inverkar på förändringsprocessen och därigenom gynnar framväxt och spridning av en ny teknik. Detta kan ske genom att tekniska och sociala hinder för framväxten identifieras under projektet, att osäkerheten kring tekniken minskas, att tekniska lärdomar skapas eller att nätverket utvidgas. Ur den synvinkeln kan ett till synes misslyckat projekt där vindkraftverket får monteras ner, vara lyckat om det exempelvis tillfört ny kunskap eller skapat kontakter inom teknikområdet.

Det finns även andra synsätt på vad som är ett lyckat projekt. Det är inte säkert att ett projekt som stöder framväxten av en ny teknik samtidigt leder till att en industri byggs upp i det land eller den region där projektet genomförs. Ett projekt anses ur det perspektivet lyckat först då det gynnar industriell tillväxt och produktutveckling inom ett visst geografiskt område. Demonstrationsprojekt kan följaktligen verka som ett teknikpolitiskt styrmedel som syftar till att gynna teknikframväxtprocessen i stort eller som ett industripolitiskt styrmedel då dess huvudsakliga uppgift är att främja industriell tillväxt. Slutligen kan ett projekt betraktas som lyckat även om teknikutvärderingen visar att tekniken inte är något att satsa på. Om tekniken är ohållbar eller medför en säkerhetsrisk bör spridning undvikas. Beroende på vilket perspektiv betraktaren har kan därmed en skillnad göras mellan projekt som är lyckade på grund av att de bidrar till framväxten av en ny teknik, att de gynnar uppbyggandet av en inhemsk industri eller att de lyckas utvärdera en teknik. Ett projekt kan vara lyckat ur alla tre aspekterna, men behöver inte vara det. I denna studie är den första aspekten i fokus. Ett lyckat projekt borde därför kännetecknas av att det gynnar framväxten av förnybar energiteknik och därmed har en positiv inverkan på förändringsprocessen som i detta fall ska resultera i omställningen till ett uthålligt energi- och transportsystem.

Resonemanget ovan visar att det inte är tillräckligt att studera hur framväxten av ny teknik sker, vilken roll demonstrationsprojekt kan ha i den processen samt hur projektformen ska kunna förbättras så att andelen lyckade projekt ökar. Parallellt

med dessa frågor bör det föras en diskussion kring om det överhuvudtaget är önskvärt att införa ny teknik, och vilken teknik det då ska röra sig om. Ny energiteknik kan vara en lösning på dagens miljöproblem, men det finns också en risk att den teknik som växer fram orsakar nya problem. Så har flera gånger hänt i historien (Grübler 1998). Demonstrationsprojekt är dock ofta för små eller för tekniskt begränsade för att kunna påvisa kommande problem, men de kan i vissa fall fylla den funktionen.

2.4.3 Erfarenheter från demonstrationsprojekt

På frågan om ett demonstrationsprojekt uppfyllt sitt syfte eller inte svarar de flesta som intervjuats i samband med fallstudierna med avseende på projektsyftet och de rent tekniska resultaten. Det beror antagligen på att projektresultatet är mer konkret och visar sig tidigare än processresultatet och därför är lättare att formulera. Dessutom är det vanligt att ett kortsiktigt perspektiv antas när åtgärder planeras och utvärderas inom olika områden i samhället. Ett projekt som genomförs som en isolerad teknisk företeelse borde dock inte betraktas som ett demonstrationsprojekt, åtminstone inte ett lyckat sådant.

Samlade erfarenheter från genomförda demonstrationsprojekt för miljövänliga fordon på olika håll i Europa påvisar ett antal brister som ofta uppstod i projekten (Moon 2001). Det handlar för det första om att projektsyftet var tvetydigt. Det delades inte av alla aktörer eller så var förväntningarna för höga med avseende till teknikens mognad. I vissa fall fick projekten för stor publicitet för tidigt något som innebar att massmedia och allmänhet fokuserade på de problem som uppstod. En andra kritisk faktor var demonstrationsprojektets varaktighet, det vill säga projekten pågick inte under tillräckligt lång tid för att kunna uppnå önskat resultat. För det tredje blev det tydligt att de yttre förutsättningarna hade avgörande betydelse för teknikens fortsatta framväxt efter det att projektet avslutats. Därutöver är projektets timing en viktig aspekt. Demonstreras ny teknik för tidigt eller för sent i utvecklingsprocessen blir projektet mindre inflytelserikt. Antalet aktörer och deras relativa styrka och engagemang har betydelse för resultatet och dessutom är det viktigt att projektets slutsatser är överförbara till andra projekt för att det ska inverka på förändringsprocessen och leda utvecklingen framåt. (Moon 2001, Karlström och Andersson 2003).

3. Fallstudier – Upplägg och utförande

Tyngdpunkten i undersökningen ligger på de två fallstudier av vindkraftprojekt som har genomförts. Tanken är att de ska vara ett komplement till den teoretiska diskussionen i föregående avsnitt genom att ge konkreta exempel på vilka lärdomar som kan göras av demonstrationsprojekt. De ska också visa vilken betydelse två specifika projekt, som beskrivs som ”misslyckade” av inblandade aktörer, haft för betydelse för utvecklingen inom teknikområdet.

Fallstudierna kan sägas vara utförda på mesonivå där fokus ligger på aktörer och organisationer som företag, universitet och intressegrupper. Detta kan skiljas från mikrostudier som vanligtvis består deltagande observation av en specifik aktör, och från makrostudier som inriktar sig på mer generella faktorer som priser.

Källmaterialet till fallstudierna består av intervjuer, projektdokumentationer och publikationer och presenteras mer utförligt nedan. Med hjälp av den insamlade informationen har demonstrationsprojekten beskrivits från de började planeras till dess att de avslutades och därefter har jag försökt följa efterverkningarna fram till idag. Beskrivningen syftar till att ge en förståelse för problemsituationen och uppföljningen till att försöka se vilken betydelse projekten haft för utveckling och engagemang inom teknikområdet, det vill säga undersöka projektets processresultat. I de fall där det visat sig svårt att direkt följa upp resultatet har jag avgränsat mig till att bygga resonemanget på intervjupersonernas uppfattning om vad projekten lett till. Undersökningsformen innebär att ett historiskt perspektiv antas. Ett demonstrationsprojekt och dess efterföljder ses som en process som sträcker sig från den tidpunkt då planeringsarbetet inleds fram till nutid. Det är de förändringar som sker under denna process som är intressanta.

Fallstudierna innehåller en relativt detaljerad beskrivning av projekten. För att göra dem mer översiktliga har respektive projekt delats in i tre faser; *planering*, *genomförande* och *efterföljder*. I planeringsfasen fokuseras på de faktorer som gjort att demonstrationsprojektet initierades, vilket dess uttalade syfte var samt vilket intresse olika aktörer kan ha haft av projektet. Under genomförandefasen tas kritiska händelser och hinder under projektets gång upp. Aktörernas engagemang och samarbete diskuteras, samt eventuella förändrade förutsättningar för projektet.

Dessutom undersöks på vilket sätt allmänheten deltog i projektet samt vilken uppmärksamhet det fått i massmedia och andra publikationer. Slutligen beskrivs under följdfasen vad som hänt efter det att projektet avslutats. Det inträffade studeras ur olika aktörers synvinklar samt ur ett nationellt och internationellt perspektiv.

Efter beskrivningen av de tre faserna följer en analyserande diskussion som koncentreras till den andra men framförallt den tredje fasen i projekten. Analysen fokuserar på vad som var lyckat respektive mindre lyckat med projektet, vilka lärdomar som gjorts, samt hur nätverket inom teknikområdet påverkats. Kunde projektet utformats på annat sätt för att förbättra resultatet, eller var de yttre faktorens inverkan så stark att aktörerna inte kunde påverkat situationen? Dessutom är frågan om representativitet central när demonstrationsprojektet och den demonstrerade tekniken betraktas och värderas. Representerar den demonstrerade tekniken vindkraftteknik mer allmänt? Representerar de olika aktörernas medverkan något annat än själva projektet? Vilken typ av åtgärd representerar projektet, energipolitisk, industripolitisk eller något annat?

3.1 Teman för undersökningen

För att underlätta sortering och bearbetning av källmaterialet har undersökningen styrts av ett antal teman som innehåller en rad infallsvinklar och frågeställningar som jag anser är relevanta att ta upp i en kvalitativ studie av demonstrationsprojekt. Olika teman har under arbetets gång kunnat identifieras och ett urval har gjorts. Detta grundas delvis på resonemanget i teoridelen i avsnitt 2. Ett systemperspektiv har antagits och valda teman täcker in både tekniska och sociala aspekter av demonstrationsprojekt. Dessutom har det varit relevant att belysa såväl interna projektfaktorer som rådande yttre omständigheter som kan påverka projektets genomförande och resultat. Exempel på interna faktorer är de deltagande aktörernas engagemang, projektets organisation och den tekniska utvärderingen medan bland annat lagstiftning, kulturella värderingar och marknadens utseende påverkar de yttre förutsättningarna för ett projekt.

Antalet teman är sju och en central aspekt som genomsyrar dem alla är de *hinder och konflikter* som kan urskiljas. Eftersom det är två ”misslyckade” projekt som studeras är det intressant att undersöka varför de betecknas som misslyckade.

Vilka problem uppstod under projektets gång och vad berodde de på? Att peka på tekniska och sociala hinder för framväxten av en ny teknik är ju en av demonstrationsprojektets viktigaste funktioner. Vad hände, trots misslyckandet, som en följd av projektet? Kunde det utformats annorlunda för att förändra utgången? Vissa aspekter har varit lätta att urskilja medan andra blivit förmål för spekulation.

- i) *Tekniska faktorer:* Ett demonstrationsprojekt ska testa en teknik för att skapa och sprida kunskap, som i nästa skede kan användas för att vidareutveckla tekniken. Frågor som behandlas i detta tema är varför den aktuella tekniken ansågs vara intressant, dess nyhetsvärde samt vilka eventuella hinder som påträffades för utökad tillämpning. Projektets betydelse för utveckling och spridning av tekniska lärdomar såväl inom som utanför ramen för projektet diskuteras.
- ii) *Aktörerna:* Framväxten av ny teknik sker i ett samspel mellan olika aktörer i samhället, såväl lokala, regionala som nationella. Det är därför relevant att undersöka antalet aktörer, typ av aktörer, deras bakgrund inom vindenergiverksamheten samt deras engagemang och genuina intresse. Går det att urskilja att någon aktör saknas i projektet och är det troligt att en annorlunda sammansättning eller antal aktörer påverkat resultatet? Dessutom har jag försökt följa upp verksamheten inom de olika organisationerna efter det att projektet avslutats.
- iii) *Projektorganisationen:* Samarbetet mellan aktörerna och arbetsformen inom projektet inverkar på dess framgång. Hur såg rollfördelningen ut, vad fungerade bra och mindre bra och hur kunde det blivit bättre? De rutiner som fanns för dokumentation under projektets gång samt vid utvärdering och uppföljning hör också till projektorganisationen.
- iv) *Nätverket:* Aktörerna och relationerna mellan dem kan vara en del av ett nätverk inom teknikområdet som fungerar som kanal för kunskapsöverföring och informationsspridning. Som tidigare

beskrivits har ett starkt nätverk med många aktörer och täta band en stor betydelse för introduktionen av ny teknik och demonstrationsprojekt kan verka för att stärka detta. Det är intressant att undersöka om de två demonstrationsprojekten förändrade nätverket inom vindkraftområdet och i så fall hur.

- v) *Institutionella faktorer:* Framväxten av ny teknik regleras av det institutionella ramverket som bland annat utgörs av lagstiftningar och kulturella värderingar. Ett tema för undersökningen är därför hur de lagar och normer som fanns inom teknikområdet gynnade eller missgynnade demonstrationsprojektet och därmed framväxten av den nya tekniken. Detta är nära kopplat till en tekniks legitimitet i samhället. Det är dessutom intressant att studera om några försök att förändra de institutionella hindren gjordes inom projektet.
- vi) *Nationell och internationell betydelse:* Processresultatet av ett projekt visar vilken betydelse projektet haft för teknikframväxtprocessen i stort. Därför är det intressant att undersöka vilken betydelse de två projekten haft för vindkraftens utveckling och etablering i Sverige och internationellt. Här inbegrips såväl förändringar av den politiska inställningen till tekniken som skapandet av marknad och uppbyggandet av industri.
- vii) *Allmänhetens attityd:* Demonstrationsprojekt syftar inte bara till att informera och inspirera branschfolk och forskare om den nya tekniken. Befolkningens inställning har också betydelsen för dess legitimitet. Hur påverkade allmänhetens attityd projektet och hur påverkade projektet i sin tur allmänhetens syn på den demonstrerade tekniken? Deltog befolkningen i de två projekten och i så fall hur? Det kan dessutom vara andra faktorer i samhället än själva projektet som påverka vilken bild allmänheten har av tekniken varför det är intressant att undersöka hur det specifika demonstrationsprojektet och tekniken mer generellt presenterades i massmedia.

Tillsammans ska dessa teman belysa den aktuella frågeställningen om vilken roll demonstrationsprojekt kan ha i framväxten av ny teknik. De har verkat som sökmotor i informationsinhämtningen och legat som grund vid utformningen av de frågor som ställts vid intervjuerna. De inverkar därmed på fallstudiernas innehåll men också på hur vindkraftteknikens framväxt och historia skildras i avsnitt 4.

3.2 Källmaterial

Källmaterialet till fallstudierna är omfattande men också bristfälligt ur vissa perspektiv. Det ena demonstrationsprojektet ägde rum för mer än 10 år sedan något som har försvårat informationssökningen. Ofta sparar inte företag och organisationer dokument som är så gamla. Det finns inte heller någon publicerad utvärdering av det projektet. I de projektdokumentationer som finns att tillgå om de två projekten saknas uppgifter om en del moment under projektgenomförandet och i några fall skildrar dokumenten endast en aktörs synvinkel. Intervjuer med olika personer som deltagit i projekten har därför utgjort ett komplement till de skriftliga källorna. De problem som kan uppstå när intervjuer används som källa diskuteras vidare nedan. Min ambition har varit att så långt det är möjligt kontrollera uppgifter mellan flera olika källor för att minimera risken för att någon händelse skildras felaktigt. Jag har försökt ge en så nyanserad bild som möjligt av det inträffade och i de fall där det framkommit skilda uppgifter om eller syn på det inträffade framförs de olika ståndpunkterna.

Som framgår består källmaterialet till stor del av intervjuer. För att belysa projekten ur flera perspektiv har representanter från olika sidor med skilda intressen i projektet intervjuats. Personerna som intervjuats ses som representanter för sin organisation men också i flera fall som individer som var personligt engagerade i projekten. Eftersom det under arbetets gång visat sig att flertalet av personerna inte befinner sig i Göteborg, har möjligheten till personliga möten varit liten. Flera intervjuer har därför skett per telefon eller genom att frågor besvarats via e-post. Intervjuerna har till viss del varit frågestyrda och till viss del utgjorts av öppna frågor där personerna fått berätta fritt om projekten. Ett exempel på de frågor som ställts återfinns i Appendix A, medan de intervjuade personerna och deras relation till respektive projekt listas i Appendix B.

3.2.1 Beskrivning av källmaterialet

Källmaterial till den första fallstudien har inhämtats på tre sätt. För det första har upplysningar fåtts från en opublicerad skriftlig källa bevarad på Göteborg Energi. Källmaterialet består av tre pärmar innehållande diverse drifrapporter, mötesprotokoll, avtal, tidsplaner, brevkorrespondens, uttalande från olika parter, rapporter från besiktningar samt personliga handskrivna anteckningar från projektiden. Jag kommer härnäst att referera till (GE Risholmen opubl.) då denna källa avses. För det andra har information hämtats från intervjuer med personer som var inblandade i projektet alternativt var engagerade i vindkraftfrågor i Sverige vid den aktuella tidpunkten. Tyvärr saknas källmaterial i form av en intervju med någon representant för den skotska tillverkaren. Det finns ingen vindkraftverksamhet kvar inom företaget idag och den person som främst var inblandad i Risholmen-projektet är avliden (Hammanson 2003). Den tredje källan består av publicerat material, däribland Göteborg Energis årsredovisningar, IEA Wind Energy's årsrapporter samt tidningsartiklar och broshyrer.

I samband med det andra demonstrationsprojektet har Elforsk i egenskap av projektsamordnare givit ut rapporten *"Utvärdering av småskaligt vindkraftverk"* (Arvidsson och Hilding 2000). Dessutom har en del tidningsartiklar och annat offentligt tryck som är relevant för undersökningen studerats. Även i denna fallstudie har intervjuer genomförts med representanter för de olika aktörer som deltog i projektet. Tillverkaren finns bland dem, däremot har ingen intervju kunnat genomföras med NUTEKs representant. Genom Göteborg Energi har tillgång givits till arkiverat opublicerat skriftligt material från projektet bestående av bland annat mötesprotokoll, avtal och brev mellan parterna, tidsplaner och dokument från tillståndsansökan. Jag refererar till (GE 2069 opubl.) när detta material avses, där 2069 är Elforsks projektnummer.

3.2.2 Problem med intervjuer som källa

Att använda intervjumaterial som källa är problematiskt på flera sätt. För det första kan de intervjuade personernas representativitet diskuteras. I ett demonstrationsprojekt blir de deltagande aktörernas representanter ofta personligt engagerade i projektet. Det är därför möjligt att de synpunkter som framkommer vid intervjuerna speglar personliga åsikter hellre än organisationens syn på saken. För det andra är det högst troligt att de tillfrågades minne påverkas av tiden som

gått sedan projektet genomfördes. Ju längre tid som förflutit mellan en händelse och berättelsen om den, desto större skäl finns det att tvivla på källan (Thurén 1997). Det finns en möjlighet att personerna i efterhand rekonstruerar det inträffande så att de ihågkomna händelserna får en logisk innebörd. Därför är kanske inte de svar som ges idag identiska med hur de skulle sett ut för 10 år sedan. Det finns också anledning att misstänka att en person väljer att "försköna" bilden av sin egen insats eller bara berätta vissa delar av det inträffande på grund av personliga intressen (Thurén 1997). Dessutom påverkar troligtvis personens nuvarande relation till övriga aktörer de uppgifter som lämnas om dem. Att det gått lång tid sedan framför allt det första projektet ägde rum, kan samtidigt tänkas medföra att känsliga ämnen och konflikter lagt sig och att aktörerna inte längre har ett lika starkt intresse av att framhålla sin egen roll på ett visst sätt. Istället tillåter de sig vara mer självkritiska och kan betrakta projektet med distans.

De problem som nämnts ovan gäller också min egen roll i egenskap av den som ställer frågorna och sedan använder materialet. För att undvika att mitt minne ska påverka informationen har noggranna anteckningar förts i samband med intervjutillfällena. Det finns dock en risk att jag omedvetet lyft ut det jag "vill" höra, samtidigt som jag blundat för det som inte "passar in". Som inom alla vetenskapliga undersökningar lyser förmodligen mina egna värderingar igenom och det påverkar urval och tolkning av informationen, även om jag strävat efter att förhålla mig så objektiv som möjligt till ämnet. Någon ingående diskussion kring hur ovan nämnda faktorer påverkat resultatet förs inte men förhoppningen är att medvetenheten om problemen hjälpt mig vara källkritisk.

4. Vindkrafttekniken och dess historia

För att ge en förståelse för det sammanhang inom vilket de två demonstrationsprojekten ägde rum, följer nedan en kort presentation av vindkrafttekniken och dess utveckling och spridning. Det sker en kortfattad redogörelse för den globala situationen, medan fokus ligger på att diskutera läget i Sverige de senaste årtiondena och det faktum att Sverige hamnat på efterkälken. Något anspråk på att ge en fullständig bild görs inte, utan urvalet av händelser och aktörer som tas upp motiveras av deras relevans för fallstudierna.

4.1 Kraftverk som använder vinden som energikälla

Vinden är en förnybar energikälla. Det är tryck- och temperaturskillnader orsakade av solinstrålningen som sätter luften i rörelse. Vindkraftverk fångar upp rörelseenergin i vinden och omvandlar den till andra energiformer: mekaniskt arbete i vattenpumpar och väderkvarnar eller el i moderna vindkraftverk.

Den vanligaste typen av moderna vindkraftverk har en vindturbin med horisontell axel och två eller tre blad som fångar upp vindenergin. Kraften överförs, ofta via en växellåda, till en generator. För att höja energiuttaget riktas maskinhuset och därmed turbinen hela tiden in mot vinden med hjälp av signaler från en vindmätare. Maskinhuset är monterat på ett torn av stål eller betong. Vindkraftverk producerar vanligen el vid vindhastigheter mellan 4 och 25 m/s. Driften sköts av ett styrsystem som startar anläggningen när vinden är tillräckligt stark och stoppar den vid storm eller då fel uppstår. Den vindstyrka vid vilken kraftverket når full effekt kallas märkvind och infaller oftast vid 12-14 m/s. På trebladiga vindkraftverk är bladen stelt monterade i navet. På tvåbladiga kan bladen monteras så de blir rörliga ur vertikplanet, så kallat gungbrädesnav. De flesta vindkraftverk går med ett fast varvtal vilket innebär att turbinen snurrar med samma hastighet oavsett vindstyrka. Allt fler tillverkare börjar emellertid tillämpa variabelt varvtal. Generators effekt sätter en gräns för hur mycket energi som kan tas ut ur vinden. När vindstyrkan överstiger märkvind måste turbinen bromsas så att inte belastningen på aggregatet blir för stor. Detta kan ske genom pitchreglering som innebär att bladen vrids så att angreppsvinkeln anpassas efter vindhastigheten. Ett annat alternativ är stall- eller överstegringsreglering som

innebär att bladprofilen är utformad så att det succesivt bildas luftvirvlar på ovansidan av bladen som bromsar turbinen när vinden ökar (Wizelius 2002).

En nackdel med att använda vinden som energikälla är att vinden hela tiden varierar. När det är vindstilla måste elen genereras på annat sätt. Om vindkraften utgör en del i ett större energiförsörjningssystem medför växlande vindstyrka att belastningen på systemet förändras på samma sätt som när användningen av el varierar över dygnet. En mindre mängd vindkraft i elsystemet innebär därför inga problem eftersom det befintliga energisystemet redan är utrustat med reservkapacitet (Wizelius 2002). Sveriges stora andel vattenkraft kan fungera som en sådan reservkapacitet när det blåser dåligt.

Vindkraftverk är en teknik med systemkaraktär. Konstruktionen består av en mängd integrerade komponenter som kräver kompetens inom områden som elektronik, aerodynamik, mekanik och hydraulik för att fungera. Inkopplingen av vindkraftverk till elnätet är beroende av energiförsörjningssystemets sammansättning och omfattning. När vindkraftverket väl är anslutet till elnätet ska den producerade elen konkurrera på elmarknaden. För att uppföra vindkraftverk krävs byggnadstillstånd och att säkerhetsföreskrifter följs. Vindkraftverkens utseende skiljer sig från traditionella kraftverk, något som påverkar vilken acceptans tekniken får i samhället. Allt detta visar på olika sociotekniska aspekter av vindkrafttekniken.

4.2 Vindkraftens framväxt och spridning

De första systematiska studierna av vindturbiner för generering av elektricitet startade i Danmark 1890. Det ledde till att danskarna, som idag är ett föregångsland inom vindkraftområdet, redan i början av 1900-talet hade vindkraftaggregat med effekten 10-20 kW i drift. Efter andra världskriget, då vindkraften fick ett uppsving i världen, prövade danskarna att ansluta vindkraftverk till elnätet. Det rörde sig fortfarande om småskalig vindkraft och anläggningen blev den mest framgångsrika i världen före 1970-talet. Den första storskaliga demonstrationen av elproduktion med vindenergi skedde i USA under 1940-talet då en för sin tid gigantisk prototyp på 1250 kW tillverkades. Under 1950-talet byggdes flera experimentanläggningar i bland annat Danmark,

Frankrike, Storbritannien och Tyskland. Även i Sverige fick vindkraften viss uppmärksamhet men inga åtgärder vidtogs (STEV 1985, Wizelius 2002).

Intresset för vindkraft ökade inte på allvar förrän under 1970-talet då oljekriserna fick en rad länder att satsa på förnybara energikällor. Intresset stärktes av kärnkraftsolyckorna i Harrisburg och Tjernobyl. Nationella forsknings- och utvecklingsprogram startade i flera länder, däribland Sverige. Målet var i de flesta fall att utveckla stora vindkraftverk med effekter på flera MW, vilket ansågs nödvändigt om vindkraften skulle kunna ge några märkbara bidrag till elförsörjningen. Regeringarna satsade stora belopp på forskning och utveckling samt demonstrationsprojekt, medan uppdraget att tillverka vindkraftverken gick till kraftbolag och storföretag. På 1980-talet byggdes ett antal storskaliga försöksanläggningar i flera länder bland annat Sverige, USA och Tyskland (STEV 1985).

I Danmark fördes dock en annan linje (Karnoe och Garud 1997, Wizelius 2002). Förutom anslag till forskningen satsade regeringen på att försöka stimulera marknaden och på så sätt bygga upp en vindkraftindustri. Det infördes generösa statliga investeringsstöd och regler som innebar att ägare till vindkraftverk som var anslutna till elnätet fick räkna av produktionen från sin elkonsumtion. Samtliga partier stod bakom programmet. Elpriset i Danmark var relativt högt och det bidrog också till att få igång verksamheten och samtidigt minskade osäkerheten förknippad med vindkraft. I Danmark var det en helt annan typ av företag som började tillverka vindkraftverken, nämligen små och medelstora tillverkare av lantbruksutrustning och maskiner. De levererade till en början små vindkraftverk med effekter runt 20-30 kW som var enkla och robusta i sin konstruktion. Verken köptes av lantbrukare och miljömedveten allmänhet antingen privat eller i form av bildade kooperativa föreningar. Utvecklingen fick ytterligare en skjuts genom en stor export till Kalifornien. Sakta men säkert skalades kraftverken upp allt eftersom danskarna skaffade sig värdefulla lärdomar och erfarenheter längs vägen. 1980 fanns runt tio företag som hade kommersiell försäljning av vindkraftverk däribland Vestas och Bonus. På drygt 10 år utvecklades vindkraftindustrin i Danmark till en industribransch som klarade sig utan investeringsbidrag. Marknaden för vindkraft växer ständigt och samtidigt pressas tillverkningskostnaderna. Vid sekelskiftet hade effekten på de danska

vindkraftverken ökat till 2000 kW och de verk som finns på markanden idag är lika stora som de prototyper som byggdes med statliga medel i exempelvis Sverige i början på 1980-talet, med skillnaden att dagens verk är konkurrenskraftiga och fungerar bra. Idag byggs ofta stora vindfarmer på land eller till havs istället för enskilda vindkraftverk som gjordes tidigare. Det finns ett antal havsbaserade anläggningar, bland annat i Danmark, England, Nederländerna och Sverige och utbyggnad planeras.

De senaste åren har den tyska marknaden växt snabbt efter att tyskarna i slutet av 1990-talet införde ett marknadsstimulanspaket med investeringsstöd och garanterade avräkningspriser enligt dansk modell. Den tyska vindkraftindustrin har tagit upp konkurrensen med danskarna och de båda har fått nya exportmarknader i Indien och Kina som satsar stort på att bygga ut vindkraften. Spanien har installerat flera tusen MW under de senaste åren och i USA byggs vindkraften ut på de stora slätterna i mellanvästern och på västkusten (Wizelius 2002).

4.2.1 Det svenska vindenergiprogrammet

I Sverige startades 1975 ett statligt vindenergiprogram med syftet att i mitten av 1980-talet ta fram underlag för beslut om en eventuell introduktion av vindkraft i det svenska kraftsystemet. Inom programmet kartlades vindenergitillgången i landet och en försöksanläggning uppfördes i Kalkugnen vid norra Upplandskusten för att få praktiska erfarenheter av konstruktion och drift samt möjlighet att testa olika komponenter och system i verklig miljö. Huvuddelen av programmet inriktades dock på att beställa, uppföra och utvärdera två stora vindturbin-prototyper. Syftet var att testa två olika svenska teknikvarianter och demonstrera praktisk drift av vindkraftverk anslutna till elnätet. Fem svenska företag lämnade anbud och av dem valdes Karlskronavarvet för att tillverka det aggregat som restes vid Maglarp i Skåne och Karlstads Mekaniska Werkstad (KaMeWa) för vindkraftverket vid Näsudden på Gotland. Prototyperna sattes i drift 1982. Maglarpaggregatet, som hade märkeffekten 3 MW, var en lätt och vek konstruktion med gungbrädesnav, ståltorn och två rotorblad. Kraftföretaget Sydkraft anlätades av staten för att ansvara för montering, försöksdrift och utvärdering. Statens Vattenfallsverk som även varit med vid uppförandet av försöksanläggningen i Kalkugnen, ansvarade i sin tur för aggregatet på Näsudden.

Detta hade märkeffekten 2 MW, bestod av stelt nav med två blad och hade betongtorn (STEV 1985).

Genom vindenergiprogrammet begränsades verksamheten i Sverige tidigt till storskalig vindkraft. Vid denna tid ansågs Sverige vara ett av de ledande länderna inom vindenergiområdet, mycket tack vare Maglarp och Näsudden. När Maglarp nedmonterades 1993 hade det levererat mer el till nätet än något annat enskilt vindkraftverk i världen. När det svenska vindkraftsprogrammet utvärderades 1985 konstaterades att den tekniska kompetensen för att bygga och driva stora vindkraftverk fanns, men att staten inte var villig att ta ett fortsatt huvudansvar för uppförandet av eventuella nya anläggningar (STEV 1985). Utvecklingen i Sverige har därefter gått trögt och Sverige har hamnat på efterkälken i den snabba tillväxten av en ny industribransch i världen.

4.2.2 Sverige på efterkälken

Utbyggnadstakten i ett land bestäms till stor del av den vindenergipolitik regeringen för. I Danmark, Tyskland och Spanien har det varit lönsamt att investera i vindkraft eftersom det införts institutionella regelverk som garanterat att ägaren får tillbaka investerade medel. Det har funnits tydliga politiska signaler om att vindkraften bör byggas ut och det har inte varit allt för svårt att få tillstånd att uppföra kraftverken och ansluta dem till elnätet. Stödet till vindkraften ses inte heller bara som en del av miljö- och energipolitiken utan också som ett industripolitiskt medel som får företag att växa. Nya arbetstillfällen och ökade exportintäkter bidrar till vindkraftens legitimitet. Andra faktorer som gynnat framväxten är den nya tekniken och industrin är mångfald och bredd. I ett tidigt skede då osäkerheten var stor experimenterades det med många olika koncept av varierande storlek. Ett stort antal aktörer, såväl företag, organisationer som högskolor deltog. Att många som en följd därav misslyckas ser Johnsson och Jacobsson (2001) som en nödvändighet för att en ny industri ska kunna byggas upp.

I Sverige och en rad andra länder har förutsättningarna inte varit desamma. En förklaring är det relativt låga elpriset i Sverige, som gör att efterfrågan på nya elproduktionsformer är låg. En stor andel vattenkraft och kärnkraft medför också att det inte finns något tryck på regeringen att minska koldioxidutsläppen från

elproduktionen. Trots detta har det utvecklats en hög teknisk kompetens inom vindkraftområdet i Sverige. Svenska tillverkare utgör dock en väldigt liten del av industrin. Detta kan enligt Johnson och Jacobsson (2001) förklaras med att det finns starka mekanismer som blockerar uppbyggandet av en inhemsk industri. En av dem är den infekterade kärnkraftdebatten som pågått sedan tidigt 1970-tal och som hindrar legitimeringen av vindenergi. Förnybara energikällor har endast betraktats som substitut för kärnkraften och därmed utgjort ett hot mot den elintensiva industrin som vill ha billig el och mot kraftbolagen som äger kärnkraftverken. Situationen har medfört att resursflödet till forskning, utveckling och demonstration (FUD) inom förnybar energiteknik nästan uteslutande bestått av statliga medel. Potentiella svenska tillverkare reagerade därför inte heller på samma sätt som exempelvis tyska när vindkraftindustrin började utvecklas i världen. Den kompetens som utvecklats inom ramen för det svenska vindenergiprogrammet kom inte till användning i någon större utsträckning. En ensidig satsning på storskalig vindkraft har dessutom medfört att de lärdomar som gjorts bygger på ett fåtal stora anläggningar där antalet inblandade aktörer varit begränsat, något som inte gynnar mångfalden i processen för framväxt av en ny teknik. De stora aggregaten var dyra att bygga och montera och saknade marknad. I Sverige har det till skillnad från i Danmark inte funnits något uttalat stöd från regeringens sida för utveckling av mindre aggregat.

En svårighet för utbyggnaden av vindkraften har genom åren varit marktillgången. Vindkraft konkurrerar om att utnyttja mark och vatten med andra intressen som naturskydd, friluftsliv, flyg, sjöfart och militär, varför alla områden med lämpliga vindförhållanden inte kunnat användas. Utbyggnaden begränsas också av avstånd till bebyggelse, vägar och elnät. Den svenska lagstiftningen för tillståndsprövning är komplicerad och tillsammans med den svenska traditionen att bevara naturen har resultatet blivit att processen för tillståndsprövning på lokal nivå än idag går mycket långsamt. I Danmark och Tyskland däremot har mark på regeringens initiativ avsatts för uppförandet av vindkraftverk (Johnson och Jacobsson 2001, Wizelius 2002).

Enligt Björn Dahlroth (2003) bör ytterligare en faktor nämnas som bidragit till att utvecklingen i Sverige gått så långsamt. I början av 1980-talet arbetade Kraftverksföreningens utvecklingsstiftelse, VAST, i samverkan med svensk

tillverkningsindustri med att ta fram ett medelstort vindkraftaggregat som var utformat för att passa kraftföretagen. Kraftverksföreningen representerade alla ickestatliga kraftföretag i Sverige. Projektet gick så långt att man fått budgetofferter från två svenska företagsgrupper samtidigt som alla kraftföretag utom ett hade samtyckt till att bidra ekonomiskt till åtminstone ett av aggregaten. Dagen innan det sista kraftföretaget hade frågan uppe i styrelsen fattade regeringen ett beslut om att införa övervinstskatt på äldre vattenkraft. Skatten skulle hindra ägare till äldre vattenkraftverk att göra oskäliga vinster vid höjda elpriser. Effekten av skatten blev att ett av de utvecklingsmedel som fanns inom ickestatliga energiföretag försvann. Detta väckte missnöje och det sista kraftföretaget beslöt att inte stödja VASTs vindkraftprojekt. Björn Dahlroth var verksam inom VAST och berättar att vid den tiden, långt innan avregleringen, hade kraftindustrin till viss del karaktären av en brödraskapsförening. De övriga kraftföretagen följde därför efter och projektet lades ner. Enligt Dahlroth var övervinstskatten den sista spiken i likkistan för svensk vindkraftindustri (Dahlroth 2003).

4.2.3 Läget i Sverige efter Maglarp och Näsudden

1990 fanns färre än 30 kommersiella vindkraftverk i Sverige. Den svenska industrin var i början av 90-talet närmast obefintlig och utgjordes huvudsakligen av tre företag (Johanson och Jacobsson 2001). Ett av dem var Kvaerner Turbin i vilket KaMeWa uppgått, som endast tillverkade stora vindkraftverk. Företaget levererade med hjälp av statliga medel Näsudden II som restes 1992 och har effekten 3 MW. Zephyr Energi AB var en liten mekanisk firma som på 80-talet började tillverka 250 kW aggregat. Det byggdes totalt sju vindkraftverk av fabrikat Zephyr, tre av dem köptes av Vattenfall. Det tredje vindkraftföretaget var Nordic Windpower AB som bildades 1990 för att vidareutveckla Maglarpkonstruktionen. Företaget tillverkade ett vindkraftverk med effekten 400 kW 1992 och har även tillsammans med Vattenfall utvecklat NWP 1000. Verksamheten i de tre företagen har varit beroende av stöd från staten (NUTEK 1993). Läget för svensk vindkraftindustri förvärrades vid årsskiftet 1995/1996 när elmarknaden avreglerades och handeln med el utsattes för konkurrens. Det medförde att kraftföretag som Vattenfall blev mindre intresserade av att delta i utvecklingsprojekt (Johnson och Jacobsson 2001).

Även i Sverige har det funnits investeringsbidrag¹ och dessa har till viss del satt fart på utbyggnaden, men det har främst varit danska och tyska vindkraftverk som installerats. Något investeringsbidrag till små vindkraftverk med effekter under 60 kW har inte förekommit, trots att det i en lägesrapport från Vindkraftutredningen 1998 står att det finns ett stort intresse av att bygga så kallade gårdssnurror för lokalt bruk (SOU 1998).

I början av 2002 fanns i Sverige drygt 570 vindkraftverk i drift med en sammanlagt effekt på cirka 295 MW. Det motsvarar 0.3 % av den svenska elproduktionen. Samma siffra i Danmark är 16 % (Wizelius 2002). Ökningen av antalet elproducerande vindkraftverk de senaste 10 åren är markant, men antalet svenska tillverkare är fortfarande få. Bland dem kan nämnas Nordic WindPower, Scanwind som är en svensknorsk fortsättning på Kvaerner Turbin och PitchWind Systems AB som tillverkar gårdssnurror med effekten 20-30 kW. Inom svensk industri finns därutöver ett antal underleverantörer som tillverkar delar till vindkraftverk (Wizelius 2002).

4.2.4 Studieobjekten

Det första demonstrationsprojektet som studerats började planeras efter utvärderingen av det svenska vindenergiprogrammet 1985. Det vindkraftverk som uppfördes inom projektet var det tredje på mer än 500 kW i Sverige. Bara Maglarp och Näsudden var större. Projektet drevs efter påtryckningar från svenska staten av kraftföretagen med Sydkraft och Vattenfall i spetsen och omfattade ett utländskt aggregat som på grund av ett haveri fick plockas ner efter några år. Projektet är sällan omnämnt i offentligt tryck.

Den andra fallstudien handlar om ett demonstrationsprojekt för småskalig vindkraft. Vindkraftverket tillverkades av PitchWind AB som är föregångaren till ovan nämnda PitchWind Systems AB, och genomfördes i Elforsks regi i slutet av 1990-talet.

¹ I energiöverenskommelsen 1991 avsattes 250 Mkr till investeringsbidrag för vindkraft under en femårsperiod. Under 1992 ökade stödnivån från 25 till 35 % av investeringskostnaden. Bidrag gavs till aggregat med effekt högre än 60 kW (NUTEK 1993). 1999 togs beslut om att samma summa skulle ges i investeringsstöd för vindkraftverk större än 200 kW (Westling 1999).

4.3 Aktörer, kompetens och nätverk inom vindenergiområdet

Det första internationella samarbetet inom vindenergiområdet startade 1974 genom bland annat International Energy Agency (IEA). Arbetet syftade till informationsspridning mellan länderna samt initiering och genomförande av olika samarbetsprojekt. Idag samarbetar runt 20 länder och verksamheten inriktas på storskaliga vindkraftsystem (IEA 2003). Sverige är ett av de länder som tidigt medverkade i flera projekt (IEA 1992), något som visar på Sveriges framträdande position och höga kompetens. Sverige deltar också i vindkraftprojekt inom EU:s Joule-Thermie-program för kunskapsutveckling och demonstration av ny teknik.

Bland de aktörer som deltog i det svenska vindenergiprogrammet finns förutom staten kraftföretag, forskningsinstitut, tillverkningsindustri och konsultföretag. Forskning bedrivs huvudsakligen vid universitet och nationella forskningsinstitut. Däribland kan nämnas avdelningen för Flygteknik (FFA) på Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) som har hög kompetens inom aerodynamik, prestanda och laster, institutionen för Elteknik vid Chalmers Tekniska Högskola samt Uppsala Universitet som forskat inom vindkraftsmeteorologi sedan slutet av 1970-talet. Även Lund Universitet och Tekniska Högskola samt Tekniska högskolan i Stockholm engagerades till viss del i vindenergiprogrammet. Bland konsultföretagen som var med finns Teknikgruppen AB och Allmänna Ingenjörbyrå AB. Bland kraftföretagen var det länge Sydkraft och statliga Vattenfall som dominerade vindkraftverksamheten i och med att de ansvarade för drift av Maglarp- respektive Näsuddenaggregaten. Kraftindustrin deltog av allt att döma i programmet efter påtryckningar från staten. Samarbetet motiverades från statens sida med att kraftindustrin i ett tidigt skede skulle få praktiska erfarenheter av den nya tekniken (STEV 1985). Något genuint engagemang från kraftindustrin fanns dock inte av olika anledningar.

Vid sidan om det statliga programmet skedde en viss utveckling av småskalig vindkraft. Uppfinnaren Sven Svenning utvecklade redan på 1960-talet en turbin där bladen regleras automatiskt av vinden. Det var hans konstruktion som användes i Zephyrverken och senare även i PitchWinds gårdssnurror (SVIF 2003).

Nätverket inom vindkraftområdet under 1970- och 80-talet utgjordes av ett fåtal aktörer. Majoriteten av dem nämns ovan. Totala antalet personer som arbetade

med forskning och utveckling inom vindkraftområdet 1983 har uppskattats till 150, motsvarande cirka 100 heltidssysselsatta (STEV 1985). De intervjuer som genomförts inom ramen för fallstudierna bekräftar nätverkets begränsade omfattning. Kontakten mellan olika aktörerna sker än idag ofta genom personliga relationer och alla känner till var kompetensen finns samlad. Detta tyder på att det nätverk som började bildas under 1970-talet inte förändrats eller utökats särskilt mycket under åren. Sven-Erik Thor (2003) på FOI menar dock att det har skett en utökning av antalet aktörer och att det bland annat visar sig i att antalet deltagare på den svenska vindenergikonferensen ökat. Det handlar både om ett ökat intresse från kraftföretagen, där Falkenberg Energi är ett bra exempel, och från projektörer som vill bygga vindkraftverk. Dessutom bedrivs idag forskning inom vindenergiområdet på fler ställen i landet än för 20 år sedan.

4.3.1 Allmänheten och massmedia

Två viktiga aktörer i vindkraftsammanhang är allmänheten och massmedia. I debatten om vindkraftens miljöeffekter och fortsatta utbyggnad hävdas å ena sidan att vindkraftverk syns på långt håll och därmed stör landskapsbilden speciellt vid kusterna. Rotationen är estetiskt störande och de rörliga skuggorna kan verka obehagliga. En annan negativ miljöpåverkan är bullret från vindkraftverk som kan höras inom en radie på ett antal hundra meter. Å andra sidan medför vindkraft inga miljöfarliga utsläpp eller andra allvarliga miljöstörningar. Inga naturresurser används eftersom vinden är en förnybar energikälla. Vindkraftverk kräver bara en liten markyta och det är möjligt att bedriva jordbruk runtomkring. Det förekommer att människor är positiva till vindkraftverk så länge de inte uppförs i närheten av den egna bostaden. Detta fenomen brukar kallas NIMBY (Not In My Back Yard). En systematisk genomgång av massmedias bevakning visar att det är ungefär lika många artiklar som behandlar vindkraften på ett neutralt eller positivt sätt som ställer sig kritiska till vindkraft (Wizelius 2002).

5. Fallstudie I – Medelstort aggregat på Risholmen

Nedan följer en kort sammanfattning av det första demonstrationsprojektet för att ge läsaren en överblick av viktiga moment i projektet. Sedan sker en aktörsbeskrivning och en kort introduktion till den aktuella teknikkonstruktionen. Därefter beskrivs demonstrationsprojektets tre faser *planering*, *genomförande* och *efterföljder* mer ingående.

5.1 Sammanfattning

Sommaren 1988 uppfördes ett 750 kW vindkraftverk på Stora Risholmen i Göteborgs norra hamninlopp. Ägare var Kraftföretagens Vindkraft AB som i sin tur ägdes av svenska elkraftproducenter. Energiverken i Göteborg¹ stod för drift och underhåll. Vindkraftverket levererades av ett skotskt företag vid namn James Howden & Co. Projektet ingick som en del i det utvecklingsarbete som pågick i Sverige för att öka kunskapen om vindkraft som framtida energikälla. Syftet med projektet var att få erfarenhet från kommersiell upphandling och praktisk drift av vindkraftverk i denna storleksklass. I relation till föregångarna Maglarp och Näsudden å ena sidan och de små danska vindkraftverken å andra sidan var detta ett medelstort aggregat.

Projektet kan klassas som ett demonstrationsprojekt. Vindkraft var en relativt ny energikälla vid denna tid och aggregatet var det tredje i ordningen på mer än 500 kW i Sverige. Den tekniska konstruktionen hade aldrig förr använts i Sverige. Det var det första vindkraftverket som uppfördes i Göteborg och även det första som Göteborg Energi medverkade i. Både från Göteborg Energi och utifrån var intresset stort. Vindkraft betraktades som något nytt och spännande och kraftverket invigdes under festligheter där lokalradion var närvarande.

Kraftverket togs över av KVAB i december 1990 efter provdrift och slutbesiktning. Projektet gick då över i en driftfas under vilken Göteborg Energi på uppdrag av KVAB skulle samla erfarenheter av drift och underhåll under tre år. Optimismen var i början stor. Under projektets gång uppstod dock vid flera tillfällen problem framförallt av teknisk karaktär som var kopplade till brister i

¹ Energiverken i Göteborg bolagiserades 1 januari 1989 och övergick i Göteborg Energi AB. I texten använder jag fortsättningsvis namnet Göteborg Energi.

konstruktionen av bladspetsregleringen. Detta bidrog till att projektet blev försenat och att maskinen var avställd under långa perioder. Den 18 juni 1992 inträffade ett haveri då den ena bladspetsen lossnade under drift och föll till marken. Vindkraftverket togs därefter aldrig i drift igen eftersom säkerhetsrisken ansågs för stor och Göteborg Energi befarade att maskinen hade blivit en belastning för vindkraftteknikens vidare användning i Sverige och framför allt i Göteborg. Följande år byttes Howdenaggregatet ut mot en dansk maskin, 450 kW Bonus, som togs över av Göteborg Energi och fortfarande är i drift.

5.2 Aktörsbeskrivning

Beställare och *ägare* av det medelstora aggregatet på Risholmen var som nämnts Kraftföretagens Vindkraft AB (KVAB) som till 50 % ägdes av statliga Vattenfall, 25 % av Sydkraft och 25 % av Svenska kraftverksföreningen som representerade de flesta kommunala och privata energibolagen i Sverige. KVAB bildades 1986 efter en överenskommelse mellan staten och kraftindustrin som ett bolag där kraftbranschen skulle sätta av pengar för utveckling av vindkraften i Sverige (Engström 2003, Hilding 2003). *Statsmakten* agerade genom påtryckningar på kraftindustrin att ta ett ökat ansvar för verksamheten. I en informationsbroschyr från KVAB står det att ”bolaget ska arbeta med den fortsatta utvecklingen av tekniken för att utnyttja vindenergi. Målet ska vara att ge ett säkrare underlag för att bedöma vilken betydelse vindkraften kan få i det framtida energisystemet och dessutom bidra till att det blir verklighet” (KVAB 1990). KVAB uppgick 1993 i Elforsk AB som bedriver gemensam FoU-verksamhet för svenska energiföretag.

Ansvar för *drift* och *underhåll* låg hos Göteborg Energi, som också skötte lokaliseringsförberedelserna. Göteborg Energi skulle under en treårsperiod *utvärdera* driften av vindkraftverket. Idag finns koncernen representerad i sammanlagt sex kommuner, som hel- eller delägda lokala energibolag (GE 2003). Kommunen är ägare till 100 %.

Tillverkare och *leverantör* av vindkraftverket var skotska James Howden & Co. Företagets verksamhet bestod sedan länge av att tillverka stora fläktar och borrar som bland annat användes för att bygga tunneln under Engelska kanalen. 1984 inriktades en del av verksamheten på vindkraft och året därefter såldes den första kommersiella anläggningen till Kalifornien. När KVAB beställde 750 kW

aggregatet hade James Howden & Co levererat ett antal mindre kraftverk av samma konstruktion till framför allt Kalifornien. Av storleken 750 kW hade ett liknande tidigare levererats till Kalifornien och 1987 installerades ett på Shetlandsöarna som beställts av North of Scotland Hydro Electric Board. Samtidigt hade Howden tecknat ett utvecklingskontrakt gällande ett aggregat på 1 MW. Enligt företagets egna uppgifter tillhandahöll de en av de största tillgängliga kommersiella maskinerna i världen vid denna tidpunkt (GE Risholmen opubl.).

Finansiär var KVAB, men även Göteborg Energi bidrog med en summa på 5 Mkr (GE Risholmen opubl.).

Lokalpolitiker och andra lokala organisationer medverkade i projektet genom att de gav godkännande för uppförandet av vindkraftverket och genom att Göteborg Energi ägs av kommunen. Dessutom kan *allmänheten* urskiljas som en indirekt aktör precis som *massmedia*.

5.3 Teknikbeskrivning

Kraftverket hade märkeffekten 750 kW och beräknades producera 1.5 GWh/år, något som skulle räcka till hushållsel för 250-300 bostäder. Navhöjden var 35 m och turbindiametern 45 m. Vindkraftverket hade tre 21 m långa blad. Turbinen startade vid en vindstyrka på 5 m/s. Full effekt uppnåddes vid 14-15 m/s. Vid lägre vindhastighet än 5 m/s var bladen låsta i fast läge, till skillnad från dagens vindkraftturbiner som har roterande parkering vilket innebär att bladen snurrar även när det blåser för lite för elgenerering. För effektereglering tillämpades aktiv pitchreglering genom att en hydraulanordning i turbinnavet vred bladspetsarna när vinden tilltog i styrka. Anordningen skulle garantera samma tryck och volymförhållande i de tre bladen och därmed en jämn och vibrationsfri gång. De största tekniska problemen med Howdens konstruktion visade sig gälla bladen och bladspetsregleringen (GE Risholmen opubl.).

5.4 Planering

Som tidigare har nämnts rådde ett känsligt läge inom energipolitiken i Sverige i mitten av 1980-talet. I *Vindkraft 1985:1* rapporterar Statens energiverk att Maglarp och Näsudden bevisat att de tekniska förutsättningarna för att bygga och driva stora vindkraftverk fanns. Däremot noteras att kraftindustrin inte var villig

att ta ansvaret för en fortsatt utbyggnad, något som föreföll bero på vindkraftens jämförelsevis höga elproduktionskostnad samt avsaknaden av behov av nya elproduktionanläggningar. I rapporten går det, som tidigare nämnts, också att urskilja att staten inte var villig att ta ett fortsatt huvudansvar. Istället ansågs att kraftföretagen borde svara för uppförande och finansiering av eventuella nya stora vindkraftverk. Båda parter var dock överens om att det var stora aggregat som det skulle satsas på. I en överenskommelse mellan staten och kraftindustrin bildades därför 1986 Kraftföretagens Vindkraft AB (KVAB) för att föra den svenska vindkraftutvecklingen vidare. Flera av personerna som deltog i projektet kände till varandra sedan tidigare. En del hade erfarenhet från vindenergiområdet, andra hade främst arbetat med kärnkraft och vattenkraft.

När demonstrationsprojektet initierades rådde i Sverige en delad uppfattning om hur den fortsatta vindkraftverksamheten skulle utformas. Tillverkningsindustrin och Industridepartementet förespråkade satsningar på svensk vindkraftteknik och därmed vidareutveckling av lärdomar från Maglarp och Näsudden. På den andra sidan fanns bland annat kraftföretagen som istället ansåg att införskaffandet av drift- och operatörserfarenheter från vindkraftverk som kommit förbi prototypstadiet skulle prioriteras. Det uttalade syftet med KVABs projekt *Medelstort aggregat* blev därför att få erfarenhet från kommersiell upphandling, praktisk drift och underhåll av ett vindkraftverk i storleken 0.7-1.0 MW (GE Risholmen opubl.). Intresset för ett aggregat i mellanklassen grundades i att de ville utreda ett mellanting mellan de stora svenska vindkraftverken i Maglarp och Näsudden och danskarnas kraftverk på några hundra kW. Anläggningen skulle upphandlas i internationell konkurrens med jämförelse av teknik och ekonomi (GE Risholmen opubl.), vilket innebär att det krävdes dokumenterad drifterfarenhet och referenser för det koncept som skulle väljas. Det visade sig inte finnas så många alternativ som uppfyllde detta kriterium och enligt representanter för KVAB fanns det framför allt inget aktuellt svenskt alternativ (Svensson 2003, Hilding 2003, Dahlroth 2003). Valet föll på skotska James Howden & Co. Från Howdens sida var det en viktig order eftersom företaget tidigare endast levererat två andra verk i den aktuella storleksklassen.

Valet av en utländsk konstruktion fick kritik. Statens energiverk ansåg att det var ”olämpligt att lägga statliga energiforskningspengar på en utländsk leverantör”

(GE Risholmen opubl.). Dessutom ställde de sig kritiska till att just Howdenaggregatet upphandlades eftersom tillverkaren haft problem med bladkonstruktionen på flera av sina verk. KVAB hade dock fört en diskussion med Howden om risken för bladbrott och ansåg att problemet var löst i och med de åtgärder som vidtagits. Bevarade anteckningar från ett möte på Industridepartementet i december 1986 avslöjar att departementet ansåg att det fanns ett svenskt alternativ¹ (GE Risholmen opubl.). Det går att urskilja ett missnöje från departementets sida över kraftindustrins skeptiska inställning till nyetablerade svenska tillverkare av vindkraftverk. KVAB svarade med att den svenska tillverkarens finansiella och industriella styrka inte var tillräckligt stor och att ett projekt med en svensk konstruktion i utvecklingsstadiet inte skulle kunna rymmas inom KVABs budget. Ingemar Andersson på Göteborgs Energi berättar att upphandlingen sköts upp en tid som ett resultat av att svensk tillverkningsindustri genom statliga påstötningar försökt påverka KVABs beslut om vilket vindkraftverk som skulle ingå i projektet (Andersson 2003). Slutligen valdes ändå det skotska aggregatet. Projektledare Göran Svensson påpekar att KVAB möjligen brast i kommunikationen och inte lyckades föra fram projektsyftet och de kriterier som fastställts för valet av koncept. Han menar att de erhållna drifterfarenheterna som projektet skulle resultera i var tänkta som ett komplement och inte ett alternativ till den svenska teknikutvecklingen (Svensson 2003).

Inom Göteborgs Energi väcktes intresset för vindkraft på allvar i början av 80-talet. Det skedde i samband med kommunens energiplan som syftade till att minska beroendet av olja och kol. Olle Lagerholm som då var direktör för Energiverken säger att verksamhetens miljöprofilering visade sig tidigt (Lagerholm 2003). Ingemar Andersson (2003) som idag är chef för Forskning och Utveckling, instämmer och menar att det alltid funnits ett stort intresse inom

¹ Denna teknikkonstruktion byggde om jag förstått det rätt vidare på Maglarpkonceptet. Det befarades i början av 1980-talet att den kompetens och teknikkunskap som utvecklats inom Karlskronavarvet och Svenska Varv Vindenergi AB skulle gå förlorad när dess efterträdare Götaverken Energy Systems AB lade ner vindkraftverksamheten. Som ett försök att undvika detta bildades nya företag som försökte ta över verksamheten och få igång en tillverkning. 1990 lyckades Nordic Windpower (GE Risholmen opubl., Dalén 2003). En person som hela tiden varit drivande i denna utveckling är Bruno Bergqvist som idag är VD för Nordic Windpower, berättar Göran Dalén (2003).

företaget för nyheter inom energiområdet. Det beror såväl på ett personligt engagemang hos de anställda som på att det råder en positiv inställning både från företagets ledningen och från kommunen som ägare. Redan 1984 fanns planer på att uppföra ett vindkraftverk på Stora Risholmen¹. Enligt Göteborg Energi drog sig den svenska tillverkaren den gången ur på grund av ekonomiska problem och projektet lades ner innan aggregatet var klart (Andersson 2003). Ett av bladen till konstruktionen står idag som staty på Liljeholmen i Stockholm utanför före detta NUTEK.

Planerna kring ett vindkraftverk på Risholmen återupptogs i samband med KVABs projekt *Medelstort aggregat*. KVAB undersökte lämplig lokalisering på flera platser i landet. Energiverken i Göteborg var angelägna om att vindkraftverket skulle placeras i Göteborg. Det fanns antagligen flera orsaker till att KVAB valde Göteborg. En faktor är att Göteborg Energi hade ett i det närmaste färdigt bygglov från tidigare planer på att uppföra ett vindkraftverk på Stora Risholmen. Dessutom var energibolaget villiga att ge ett ekonomiskt bidrag till projektet (GE Risholmen opubl.). Säkert hade även entusiasmen i Göteborg betydelse. Vad gäller lokaliseringen inom Göteborgs kommun fanns det enligt Stadsbyggnadskontoret endast ett område som uppfyllde kraven på säkerhetsavstånd till bebyggelse, som inte var detaljplanerat eller användes för annat ändamål och det var Torshamnen i stadsdelarna Arendal och Syråla. Slutsatsen var ett resultat av samråd med KVAB och statens Vindkraftutredning som utredde förutsättningarna för lokalisering av Vindkraft i Sverige (GE Risholmen opubl.). Stora Risholmen ligger inom detta område.

I samarbetsavtalet mellan KVAB och Göteborg Energi står det att dåvarande Energiverken ”avser att, som en del i dess forskningsinsatser, bidra till att ett vindkraftaggregat placeras inom Energiverken i Göteborgs distributionsområde, för att få underlag för bedömning av en distributörs möjligheter till och kostnader för att driva ett vindkraftaggregat.” Genererad energi skulle tas emot av Göteborg

¹ Den rörde sig denna gång om en prototyp av svensk konstruktion, WTS 1200, som byggde på Maglarp-konceptet. Prototypen skulle tillverkas av Götaverken Energy Systems. Götaverken ville ha en samarbetspartner som kunde ordna bygglov samt sköta driften av vindkraftaggregatet. Energiverken i Göteborg hade beviljats ekonomiskt bidrag från Statens Energiverk och energiupphandlingsdelegationen för upphandling av prototypen (STEV 1985).

Energi mot att ersättning lämnades till KVAB (GE Risholmen opubl.). Från Göteborgs sida ställde man sig neutrala i frågan om vilket aggregat som skulle väljas och överlät beslutet till KVAB. I energiföretagets årsredovisningen från 1988 står det att det medelstora vindkraftverket på Risholmen är upphandlat från en skotsk firma, men att ”drygt en tredjedel av ordern har hamnat hos svenska underleverantörer.” Detta kan tyda på att det fanns ett intresse från Göteborg Energis sida att visa att projektet till viss del stödde svensk industri. Avtalet om samarbete undertecknades 1987. I augusti samma år gjordes ett studiebesök vid systeraggregatet på Shetlandsöarna för att driftpersonalen skulle få en allmän känsla för och skaffa sig kunskap om vindkraftverket. Personalen deltog dessutom vid ett vindkraftseminarie på Hönö 1987 för att lära om variabel varvtalsdrift (GE Risholmen opubl.).

Göteborg Energi hade ansvar för att bygglovets kom till stånd samt för att bereda uppställningsplatsen. Tillfrågade parter som godkände uppförandet var Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Hamn som ägare av marken, Fastighetskontoret, Miljö- och hälsoskyddsförvaltningen, Sjöfartsverket, Västkustens Marinkommando, Televerket, Länsstyrelsen, Luftfartsverket, BP Raffinaderier AB som ägare av bergrummet för oljelagring under uppställningsplatsen, Försvarsmaterielverket och Brandförsvaret (GE Risholmen opubl.).

5.5 Genomförande

Vindkraftverket restes på Risholmen sommaren 1988 och invigdes i slutet av september. Invigningen var välbesökt och lokalradion rapporterade från platsen (GE 1988, Hammarson 2003). Första infasningen till nätet skedde den 25 september. Av olika orsaker blev provdriften, som bestod av 500 timmars oavbruten drift försenad till augusti 1989. Brister i hydraulsystemet upptäcktes på systerverket på Shetlandsöarna och åtgärder vidtogs även på Risholmen. Andra brister uppmärksammades också och maskinen stod vid flera tillfällen stilla. Göteborg Energis intryck från det första driftåret var att maskinen hade svagheter främst vad gällde kontroll- och reglersystem, men att den som sådan gav intryck av att ha förutsättningar för en stabil drift. En faktor som redan vid denna tidpunkt bidrog till svårigheterna var att tillverkaren Howdens resurser inom vindenergiområdet minskade som följd av en omorganisering inom företaget.

Intresset för vindkraftverket på Risholmen från allmänheten, företag och organisationer var stort det första året och ett tjugotal studiebesök arrangerades (GE Risholmen opubl.).

De flesta av uppgifterna ovan är hämtade från den årliga sammanställning av drifterfarenheter som finns nedtecknad (GE Risholmen opubl.). I dessa dokument kan man se hur den optimistiska inställningen till teknikkonceptet från Energiverkens sida med tiden avtar. Rapporten från 1990 är positiv. Driftpersonalen följde Howdens arbete med idrifttagande och provdrift för att lära och bli förberedda för kommande driftansvar. Samarbetet med Howden beskrivs som gott. Intresset från massmedia och allmänhet var fortfarande stort och även detta år arrangerades studiebeök. I december 1990 tog KVAB över vindkraftverket från Howden efter 15 veckors relativt ostörd drift. 1991 började bra men sedan avlöste problemen varandra. I och med att KVAB tagit över vindkraftverket vidtog en tvåårig garantiperiod. Det uppstod dock skilda meningar mellan KVAB och Howden angående omfattningen av serviceavtalet under garantitiden. Förhandlingarna drog ut på tiden och verket var därför avställt under längre perioder. Hammarson (2003) uppger att det under tiden hände att vindkraftverket tilläts snurra ”för syns skull”, även om maskinen inte fungerade tillfredställande. Även 1991 noteras att Howden hade små resurser för att uppfylla garantiåtagandet på grund av ägarbyte och ekonomiska problem i företaget (GE Risholmen opubl.).

Det är tydligt att beroendet av Howdens kompetens var stort för projektets fortskridande eftersom det inte fanns någon svensk firma som hade tillräcklig kunskap om teknikkonstruktionen. Det gjordes försök att uppta svenska kontakter för att komma från detta, men all reparation och ombyggnad var tvunget att ske under uppsikt av personal från Howden (GE Risholmen opubl.). Som nämnts hamnade en del av Risholmen-projektets order hos svenska underleverantörer. Bland dessa finns Hägglunds i Örnsköldsvik som bland annat byggde själva stommen i maskineriet samt monterade alla maskindelar på underredet. Hägglunds anlidades också under projektets gång för reparationer och detta var företagets första kontakt med vindkrafttekniken. Även Gränges Metalock anlidades flera gånger under projektiden för modifieringsarbete. Maskinhuskåpan kom från en svensk leverantör precis som fundamentet. G M K i Göteborg tillhandahöll kranar

för lyft och har därefter medverkat vid uppresning och nedtagning av andra vindkraftverk i Västsverige, bland annat på uppdrag av Göteborg Energi (GE Risholmen opubl., Hammarson 2003).

Den 18 juni 1992 lossnade så en bladspets från vindkraftverket under drift och föll till marken. Ingen person skadades men haveriet innebar att fortsatt drift medförde en säkerhetsrisk. Hammarson berättar att Göteborg Energi befarade skandalnyheter i massmedia om haveriet. Så blev det dock inte och det kan ha berott på att nyheterna denna dag dominerades av tyska fotbollshuliganer som gått bärsärkargång på Avenyn mitt i Göteborg och spridit skräck i stan under pågående fotbolls-EM (GP 1992).

Göteborg Energi ansåg inte att vindkraftverket skulle drivas vidare med rådande bladkonstruktion. ”Maskinen har närmast blivit en belastning för vindkraftteknikens vidare användning i Sverige och då främst i Göteborgsområdet” rapporterar de strax efter haveriet (GE Risholmen opubl.). Ett stillastående vindkraftverk kan hos allmänheten skapa en negativ opinion mot vindkraft. Göteborg Energi krävde ett snabbt beslut från KVAB antingen om omkonstruktion eller nedmontage och ersättning med en annan maskin. Även från KVABs sida försökte man påskynda processen, vilket framgår i ett brev från KVAB till James Howden & Co strax efter haveriet. En reparation ansågs inte tillräcklig efter det inträffade. KVAB krävde åtgärder som skulle återge förtroendet för vindkraften på Risholmen. Från Howdens sida fanns en motvilja i att dra sig ur projektet med det medelstora aggregatet. För dem var det värdefullt att vidare undersöka den nuvarande konstruktionens möjligheter och få den att fungera. Tillverkaren behövde alla referenser de kunde få. Under hösten 1992 beslutades att maskinen skulle monteras ner och ersättas med den största kommersiella maskinen som fanns på marknaden. Det blev en dansk Bonus 450 kW och den uppfördes sommaren 1993 av KVAB och togs sedan över av Göteborg Energi (GE Risholmen opubl.). Som parentes uppgir Kjell Jonasson på Göteborg Energi att Howdenmaskinen idag finns uppställd någonstans i Västergötland och där fungerar bra med nya blad (Jonasson 2003). Som ett resultat av projektet konstaterade KVAB att det vid den aktuella tidpunkten inte fanns något medelstort aggregat som var tekniskt moget för drift. Projektets hade därmed uppfyllt sitt syfte och kunde avslutas.

Det var flera *tekniska* förutsättningar som ändrades under projektets gång. Howdens anläggning visade sig ha många brister och hade inte kommit förbi prototypstadiet trots garantier från tillverkaren. Tanken var att projektet skulle ge drift- och underhållserfarenheter. Istället fick projektet karaktären av ett utvecklingsprojekt, där lika mycket tid lades på idrifttagande och reparationer som elproduktion. Drifttillgängligheten under 1990 och 1991 var ca 50 % och den sammanlagda drifttillgängligheten 1989-1992 var endast 36 % (GE Risholmen opubl.) Trots att optimismen från Göteborg Energis sida avtog under projekts gång till följd av de problem som uppstod verkar den stora vändpunkten i projektet ha kommit vid haveriet. Det är både representanter från KVAB och Göteborg Energi överens om (Dalén 2003, Hammarson 2003, Hilding 2003).

Vad gäller de olika aktörernas *samarbete och engagemang* i projektet kan sägas att deltagarna verkar nöjda med Göteborg Energis insats. Representanter från KVAB poängterar att engagemanget från Göteborg hela tiden var stort. Samarbetet mellan Göteborg Energi och Howden fungerade bra. Hammarson (2003) betonar att Howden och dess representanter tog ansvar och försökte leva upp till sina åtaganden trots mycket stora ekonomiska problem. De uppgifter som finns tyder på att även Howdens representanter var nöjda med samarbetet inom projektet (GE Risholmen opubl.) . Det var först efter det att KVAB tagit över vindkraftverket som konflikter uppstod om garantins omfattning. Tillverkaren verkar också ha varit nöjd med den svenska underleverantören Hägglunds insats.

KVABs insats och engagemang måste betraktas utifrån det känsliga läge som rådde inom svensk energipolitik. Kraftindustrin var inte intresserad av att ta ansvaret för en utbyggnad av vindkraften (STEV 1985). Projektet *Medelstort aggregat på Risholmen* planerades vara ett driftprojekt istället för ett utvecklingsprojekt. Flera av de tillfrågade aktörerna menar att det saknades ett genuint intresse och motivation från kraftindustrin för projektets framgång (Dalén 2003, Engström 2003). Ett visst engagemang fanns dock och det visar sig bland annat i att KVAB var angelägna om att snabbt byta ut det havererade aggregatet mot ett fungerande.

Eftersom det medelstora aggregatet på Risholmen var det första vindkraftverket i Göteborg var projektet utsatt för bevakning av *allmänhet*, *massmedia* och *politiker*. Det lär ha rapporterats om projektet både i lokalradio och dagspress vid ett flertal tillfällen. Lars Hammarson minns dock att uppmärksamheten främst var positiv och grundades i nyfikenhet utifrån (Hammarson 2003).

Det publicerades ingen utvärdering av projektet. Det offentliga tryck som finns tillgängligt består av en notis i Göteborgsposten från 1987 om att Göteborgs länge omtalade vindkraftverk beräknas vara driftklart kommande år (GP 1987) och en artikel som publicerades i tidskriften EL som utgavs av Svenska Elverksföreningen. Artikeln är positiv till projektet och till vindkraft generellt och förutspår en ljus framtid för vindkraften i Sverige (Kolare 1989). Det specifika projektet nämns kortfattat i Göteborg Energis årsredovisning 1988 och 1990. Det omnämns även i IEAs årsrapport åren 1991-1993 som gick ut till alla medlemsländerna. Här konstateras också kortfattat att KVAB drev ett projekt med ett 750 kW Howdenaggregat på Risholmen och att tekniska problem uppstått som lett till flera längre avställningar (IEA 1992). Haveriet 1992 nämns samt att vindkraftverket därefter ersatts med en annan maskin (IEA 1994). Även systerverket på Shetland och de tekniska svårigheter som parallellt inträffade där beskrivs.

5.6 Efterföljder

När det gäller att få igång vindkraftutvecklingen i Sverige har demonstrationsprojektet på Risholmen ur *nationell synvinkel* endast haft marginell betydelse. Teknikkonstruktionen som användes var inte tillverkad av ett svenskt företag och bidrog därför inte till någon inhemsk produktion. Dessutom visade sig tekniken vara ofullgången. När vindkraftutbyggnaden senare kom igång i Sverige skedde det främst genom ett överspill från en internationell utveckling.

Projektet kan ha haft viss betydelse eftersom det fängade *allmänhetens*, *massmedias* och en del företags intresse. Sten Hilding som var kraftverksdirektör för KVAB höll under projektets gång föredrag för allmänheten om vindkraften i Sverige (Hilding 2003). Inom vindkraftsammanhang hölls också föredrag om Risholmen-projektet bland annat på den Svenska vindenergikonferensen 1990 och

1992 som anordnas av FOI före detta FFA (Thor 2003). Att projektet omnämndes i IEAs årsrapporter medförde att det blev känt utanför Sverige.

Tekniklösningen med aktiv bladspetsreglering av den typ som Howden använde tillämpas inte av någon tillverkare idag (Carlson 2003, Dalén 2003, Engström 2003). Om det beror på Howdens tekniska bakslag kan diskuteras. James Howden & Co har avvecklat all vindkraftverksamhet. Enligt Ola Carlson (2003) på CTH, Elteknik finns det inte någon vinst att få med denna typ av effektregering. De som tillämpar aktiv pitchreglering idag vrider istället hela bladen. Den största tekniska lärdom de medverkande i projektet gjort är att ett vindkraftverk ska ha få komponenter och få rörliga delar ute i systemet (Hammarson 2003, Dalén 2003).

Bland de medverkande *aktörerna* fanns Vattenfall, Sydkraft, FFA, Meteorologiska i Uppsala, Teknikgruppen med flera som ingått i det svenska *vindkraftnätverket* sedan 1970-talet. Risholmen-projektets främsta värde ligger i att det införlivade Göteborg Energi och Hägglunds i detta nätverk. Det bidrog till ett fördjupat intresse för vindkraft hos Göteborg Energi, som därefter fortsatt med verksamhet inom området. Dessutom introducerades underleverantören Hägglund i vindkrafttekniken. Hägglunds & söner medverkade senare tillsammans med ÅF-Industri teknik till bildandet av svenska Nordic Windpower. Denna verksamhet skulle därmed delvis kunna ses som en ”spinn off” av Howdenprojektet. De som anser att det varit möjligt för KVAB att redan 1986 välja att satsa på den svenska konstruktionen, menar att Howden-projektet istället fördröjde starten av Nordic Windpower med fyra år, vilket är en lång tid i sammanhanget. Enligt Ola Carlson (2003) har Göteborg Energis medverkan i Risholmen-projektet och den ökade vindkraftverksamheten i Göteborg som följde haft betydelse för Chalmers tekniska högskola. Chalmers, institutionen för Elteknik, var inte direkt delaktig i demonstrationsprojektet, men samarbetade med KVAB inom andra projekt. KVAB uppgick 1993 i nystartade Elforsk AB, som fortsatt utföra projekt och satsningar där energiföretagen gemensamt medverkar. Den arbetsform som utvecklades inom KVAB har alltså gått vidare till Elforsk och tillämpas fortfarande idag.

Drivkraften bakom Göteborg Energis engagemang i projektet *Medelstort aggregat på Risholmen* var teknikintresse, nyfikenhet och miljöengagemang (GE

Risholmen opubl.). Som nämnts betecknas projektet idag ur vissa aspekter som misslyckat inom Göteborg Energi, främst vad gäller de tekniska problem som uppstod. Bolaget insåg snart att den aktuella vindkrafttekniken inte var något att satsa på. Trots det behölls en positiv inställning till vindkraft i allmänhet inom bolaget. Det visar sig bland annat i att stora påtryckningar gjordes för att få upp ett ersättningsverk på Risholmen efter Howdenmaskinens haveri. Det hade varit möjligt att haveriet istället gjort att intresset för vindkraft svalnat, inte minst med tanke på att bolaget investerat en stor summa pengar i projektet, men så blev det inte. I början av 1990-talet skedde dock en förändring inom Göteborg Energi som visade sig i att verksamheten inom vindenergiområdet gick över till marknadssidan. Det innebär att bolaget valde att satsa på kommersiell vindkraft istället för utvecklingsprojekt. Anledningen är att de inte var villiga att gå in med riskkapital i stora utvecklingsprojekt (Andersson 2003). Under 1992 startade ett sådant marknadsprojekt där tre standardmaskiner med dokumenterad god driftstatistik köptes in. De hade effekten 225 kW och var tillverkade av danska Vestas. Samtidigt bildades den ekonomiska föreningen Göteborgsvind bestående av kunder till Göteborg Energi som köpte andelar i dessa vindkraftverk och på så sätt skulle producera sin egen el. Verken restes under 1993 på Hjärtholmen som ligger i anslutning till Stora Risholmen. 1994 slopades energiskatten för vindkraft vilket bidrog till att föreningens inkomster ökade med 30 %. Två år senare köpte Göteborg Energi genom anbudsförfarande 6 stycken maskiner på vardera 600 kW, även dessa av fabrikat Vestas. Fyra av dem restes på Stora Risholmen och resten på Hjärtholmen. Ett såldes till Göteborgsvind som hade en kö av intresserade och ett halvt till Shell som ägde marken. Göteborg Energi har idag ansvaret för drift och övervakning av dessa vindkraftverk enligt avtal med respektive ägare. Föreningen Göteborgsvind har idag cirka 1100 medlemmar som köpt 3120 andelar à 3000 kronor. Varje andel motsvarar 1000 kWh/år (Göteborgsvind 2003).

Totalt har Göteborg Energi byggt elva vindkraftverk på Risholmen, Hjärtholmen och Torsholmen i Göteborgs hamninlopp. I dag äger Göteborg Energi sex och ett halvt av dessa vindkraftverk och de övriga ägs som nämnts ovan av Göteborgsvind och Shell. De vindkraftverk som Göteborg Energi äger producerar under ett år 8,5 GWh el, vilket motsvarar 350 eluppvärmda villors förbrukning. I dagsläget pågår ett projekt där möjligheterna att bygga en större havsbelägen vindkraftpark på Fladen utanför Varberg utreds. Den planeras omfatta 40-50

vindkraftverk med effekten 3.5 MW. Om regering och myndigheter ger alla tillstånd och lägger fast långsiktiga riktlinjer för kommersiell vindkraft kan de första vindkraftverken vara i drift hösten 2004. Förhoppningen är att en fullt utbyggd vindkraftspark ska kunna täcka omkring 10 procent av elförbrukningen i Göteborg. Det skulle också innebära att mängden vindkraftproducerad el i Sverige fördubblas i ett slag (GE 2003). Detta visar att Göteborg Energi idag är en stor aktör inom vindkraftområdet i Sverige.

Förutom kommersiella satsningar bedrivs fortfarande en del forsknings- och utvecklingsstödjande verksamhet inom Göteborg Energi, berättar Andersson (2003). Provanläggningen på Hönö som drivs av institutionen för Elteknik på Chalmers sedan 1984 finansieras bland annat av Göteborg Energis stiftelse för forskning och utveckling. Bolaget har också medverkat tillsammans med Vattenfall, Sydkraft, Slite vind och Mit Energi i ett projekt som på uppdrag av Statens Energimyndighet syftade till att ta fram en uppköpshandling för inköp av vindkraftverk. Detta skedde 1996-98 och tillsammans testade bolagen upphandlingsmodellen och köpte i en första omgång 15 verk och därefter ytterligare lika många, varav ett placerats i Göteborg. Enligt Jonasson (2003) var detta ett mycket lyckat projekt. Förutom dessa relativt storskaliga vindkraftprojekt har Göteborg Energi medverkat i demonstrationsprojekt som omfattar småskalig vindkraft. Det andra demonstrationsprojektet som studerats inom ramen för detta examensarbete är ett sådant.

5.7 Diskussion kring processresultat

Troligtvis hade Risholmen-projektet fått större positiv betydelse för vindkraftutvecklingen om tekniken fungerat bättre och om en svensk tillverkare medverkat istället för en utländsk. Trots det har projektet ur flera aspekter spelat en viktig roll. För de som av olika anledningar var emot vindkraft blev projektet en bekräftelse på att storskalig vindkraftteknik inte fungerade och därför motiverades ingen fortsatt satsning på vindkraft. De som istället förespråkade vindkraft och förnybar energi betraktade demonstrationen som något positivt. Projektet spred information om möjligheterna men också om de svårigheter som måste övervinnas för fortsatt användning. Båda läger fick därmed vatten på sin kvarn.

En skillnad finns också mellan de som aktivt deltog i projektet och de som betraktade det utifrån. Exempelvis Göteborg Energi såg haveriet som ett bevis på att den specifika tekniklösningen brast, medan deras tro på vindkraft som en förnybar energiteknik avtog inte genom demonstrationsprojektet. För att släta över det hela myntades skämtsamt uttrycket ”Vindkraften har kommit till Göteborg för att stanna” (Hammarson 2003). För allmänheten och politiker som inte direkt deltog är det rimligt att anta att demonstrationsprojekt av denna typ representerar vindkraft eller miljövänlig energiteknik generellt istället för ett specifikt teknikkoncept. Tekniken blir därmed bedömd utifrån andra kriterier. En kritisk egenskap hos vindkraftverk är att det syns lång väg om turbinen snurrar eller står still. Aktörerna inom projektet var medvetna om detta och lät därför vindkraftverket snurra även när det inte kunde producera el. Av samma anledning var det efter haveriet viktigt att ersätta Howdenaggregatet med ett vindkraftverk som fungerade bra och som kunde återfå förtroendet för vindkraften i Göteborg. Detta verkar ha lyckats eftersom det idag finns ett flertal vindkraftverk i regionen. Det går dock att spekulera kring hur det kunde blivit om bladhaveriet på Risholmen blivit en skandalnyhet i massmedia. Händelsen med fotbollshulliganerna på Avenyn kanske av en tillfällighet räddade vindkraftteknikens kvarlevnad i Göteborg och Sverige.

Synpunkterna på hur projektet skulle utformas och utföras påverkades av vilket syfte projektet ansågs ha. Enligt KVAB var syftet att erhålla erfarenheter från drift och underhåll av ett medelstort aggregat. Slutsats av projektet var att det inte fanns någon teknik i den aktuella storleksklassen som var mogen för detta och därmed var projektsyftet uppfyllt. Staffan Engström (2003) som arbetade på Statens Energiverk menar dock att ett projekt som vid den aktuella tidpunkten syftade till att ge drifterfarenheter av ett medelstort aggregat redan från början var dömt att misslyckas. Det fanns helt enkelt inte några lämpliga alternativ att välja mellan på marknaden. I efterhand kan sägas att en dålig timing bidrog till att projektets framgång hindrades. Ett möjligt alternativ kunde varit att satsa på flera små vindkraftverk istället, men det gick mot statens och kraftindustrins önskemål om storsklig vindkraft. Ytterligare ett alternativ kunde varit att genomföra ett utvecklingsprojekt kring en svensk teknik, men det var kraftindustrin inte intresserad av. Projektet kan betraktas mot bakgrund av den infekterade kränkningsdebatten i Sverige som hindrar legitimiteten av vindkraft och andra

förnybara energikällor. Ur den synvinkeln skulle demonstrationsprojektet kunna representera kraftindustrins ambition att så billigt som möjligt och med så lite resulterande vindkraftutbyggnad och industriförankringar som möjligt komma ur Industridepartementets krav på att ta ansvar för den fortsatta vindkraftutvecklingen i Sverige.

Projektet gynnades antagligen av att det inföll relativt tidigt i svensk vindkraftshistoria. Den allmänna opinionen färgades av nyfikenhet och attityden till vindkraft var från de flesta håll positiv. Det hade inte hunnit bildas en debatt kring vindkraftens estetiska miljöeffekter eftersom det inte uppförts så många vindkraftverk i Sverige. Lokaliseringsproblematiken hade inte heller aktualiserats eftersom de kraftverk som uppförts initierats av staten. Risholmen hade utsetts som lämplig plats för vindkraft i den statliga Vindkraftutredningen. Dessutom hade tillståndsansökan förberetts i och med tidigare planer på att uppföra ett vindkraftverk på samma plats.

En intressant aspekt av Risholmen-projektet är valet av utländsk leverantör. I efterhand kan spekuleras kring hur resultatet skulle blivit om projektet omfattat en svensk konstruktion istället, under förutsättning att detta varit möjligt. Ett demonstrationsprojekt som omfattar en inhemsk leverantör kan dels betraktas som ett energipolitiskt styrmedel, dels som ett industripolitiskt medel som gynnar sysselsättning, inhemsk produktion och uppbyggandet av en ny industri. Det sistnämnda kan bidra till att skapa legitimitet för tekniken. Ju fler funktioner ett demonstrationsprojekt visar sig kunna uppfylla, desto större borde möjligheterna vara att försöka påverka det institutionella ramverket som reglerar framväxten och spridningen av tekniken.

Sett ur ett innovationssystemperspektiv saknades en viktig aktör i projektet, nämligen en tillverkare som ingick i eller kunde inlemmas i det svenska nätverket. En lärdom av detta är att prototyper ska placeras nära tillverkaren så att service och reparationsarbeten inte blir så resurskrävande samtidigt som återkopplingen av teknisk kunskap från projektet underlättas. En utländsk tillverkare medförde att den tekniska kompetens som utvecklats inom ramen för det svenska vindenergiprogrammet inte kom till någon vidare användning. I och med att Howden senare lade ner sin vindkraftverksamhet kunde inte heller något fortsatt

samarbete med leverantören ske. Avsaknaden av en publicerad projektutvärdering hindrar också erhållna lärdomar från projektet från att spridas.

Nätverket inom svensk vindenergi består av relativt få aktörer med täta band och därför är det viktigt att involvera nya aktörer i demonstrationsprojekt så att nätverket breddas. I den meningen var projektet värdefullt eftersom det engagerade Göteborg Energi och Hägglunds i detta nätverk.

6. Fallstudie II - Småskaligt vindkraftverk Elforskprojekt 2069

Ungefär 10 år efter Risholmen-projektet genomförts ägde det andra demonstrationsprojektet som studerats rum. Projekten har en del gemensamma drag som är karakteristiska för demonstrationsprojekt och för vindkrafttekniken men skiljer sig också åt på många sätt.

6.1 Sammanfattning

I början av 1997 inleddes Elforskprojektet 2069 inom vilket de tre energiföretagen Göteborg Energi, Sydkraft och Marks Värme gjorde ett samordnat inköp av varsitt vindkraftverk med effekten 20 kW. Leverantör var ett svenskt företag vid namn PitchWind. Projektet skulle stödja utvecklingen av PitchWinds produkt genom att bidra till att tre aggregat i en nollserie såldes och utvärderades. Syfte med projektet var att prova affärskonceptet att använda små vindkraftverk, så kallade gårdsnurror, som säljstöd för eldistributionsbolag samt att prova och verifiera att vindkraftverk med ny teknik kan uppfylla de krav som ställs för den uppgiften.

Projektet kan ses som ett demonstrationsprojekt eftersom det handlar om en ny teknisk systemlösning. Gårdsnurran var i utvecklingsstadiet och tekniken skulle inom ramen för projektet testas och utvärderas. Dessutom var projektet avsett att utgöra en marknadsskapande åtgärd. Produkten riktade sig mot en nischmarknad i och med att vindkraftverket skulle säljas till lantbrukare och andra elkunder för lokal elproduktion. PitchWind AB var ett nystartat företag. Ytterligare en nyhet var att aggregatet kunde köras utan nätanslutning, vilket möjliggjorde kraftproduktion på avlägsna platser.

De tre vindkraftverken placerades i Göteborg, i Sperlingsholm utanför Halmstad och i Kinna i Marks kommun. Projektet blev försenat dels på grund av svårigheter med att få tillstånd för lokalisering, dels vid tillverkningen och dels under utvärderingen eftersom diverse modifieringar behövde genomföras för att kraftverken skulle fungera tillfredsställande. En teknisk utvärdering som grundades på mätningar utförda på verket i Sperlingsholm utfördes 1999. I december 2000 publicerades Elforsks rapport *Utvärdering av småskaligt vindkraftverk* (Arvidsson och Hilding 2000), som även den utgår främst från

erfarenheter från detta vindkraftverk. Provdriften av de andra två hade då av olika anledningar inte hunnit genomföras. Skildringen av projektet och dess resultat är relativt positiv i rapporten. Övergripande konstateras att PitchWinds konstruktion med måttliga modifieringar och förbättringar kan uppfylla de krav som måste ställas på ett vindkraftverk. Aggregatet skulle därmed kunna ingå i ett affärskoncept för lokal energiproduktion.

Därefter har vindkraftverket i Kinna monterats ner som följd av att en förlängning av bygglovets inte beviljades. Byggnadsnämndens beslut om att godkänna platsen visade sig vara felaktigt fattat redan från början. I Göteborg restes inte gårdsnurran förrän 1999 på grund av stora svårigheter att erhålla bygglov. Provdrift genomfördes våren 2001 men tekniska problem gör att anläggningen planeras monteras ner 2003 och ersättas med ett annat vindkraftverk. Sydkrafts vindkraftverk, som tagits över av Sperlingsholm Kraft, är dock fortfarande i drift. I april 2001 gick PitchWind i konkurs. Resurserna räckte inte till för att åtgärda och reparera uppkomna fel på vindkraftverken, samtidigt som en skatteändring för svenska lantbrukare förändrade marknadsförutsättningarna. Inte något av energibolagen saluför idag gårdsnurror för lokal elproduktion.

6.2 Aktörsbeskrivning

Samordnare av projektet var Elforsk som också ansvarade för upphandling och utvärdering. Elforsk AB startade sin verksamhet 1993 och ägs av Svensk Energi och Svenska Kraftnät, vilket innebär att Elforsk representerar energiföretagen i Sverige. Kraftföretagens Vindkraft AB som drev Risholmen-projektet är ett av bolagen som uppgått i Elforsk. På Elforsks hemsida står det att ”affärs-idén är att bedriva sådan FoU-verksamhet som de svenska energibolagen finner lämpligt att genomföra gemensamt och med andra intressenter, en affärs-idé som uppenbarligen kan vara intressant även i avreglerade tider.” Verksamheten bedrivs i enskilda projekt eller i samlade ramprogram (Elforsk 2003). Projekt 2069 ingick i programområdet El- och Värmeproduktion. Som projektledare för projekt 2069 anlätades Sten Hilding som konsult av Elforsk. Han hade tidigare varit kraftverksdirektör för KVAB.

Ägare av de tre vindkraftverken var energibolagen Göteborg Energi, Sydkraft och Marks Värme. De ansvarade också för tillstånd och byggnadslov. Sydkraft AB

grundades 1906 av ett antal sydsvenska kommuner. Företaget har expanderat genom företagsköp under 1990-talet och i Sydkraftkoncernen finns idag ett 35-tal dotterbolag. Sydkraft börsnoterades 1996 och avregleringen av elmarknaden har inneburit en internationalisering av företaget. Sydkraft är verksamt i Norden och Polen och ingår sedan 2001 i den tyska E.ON. koncernen (Sydkraft 2003). Marks Värme AB är ett kommunägt bolag som bildades 1996 och bedriver fjärrvärmeverksamhet inom Marks kommun. Verksamheten omfattar i regel ingen elproduktion och företaget hade därför inte arbetat med vindkraft tidigare och planerar inte göra det i framtiden heller eftersom det ligger utanför verksamhetsområdet, uppger Bengt Allan Frost (2003) som är VD för Marks Värme.

Driftansvaret övergick efter provdrift från leverantör till köpare. All producerad el skulle tillfalla ägaren.

Finansiär av projektet var Vattenfall, NUTEK (numera Statens Energimyndighet) och de tre köparna. Priset inkluderade en del av utvecklingskostnaderna.

Leverantör var PitchWind från Marks kommun. Företaget inriktade sig på tillverkning och försäljning av gårdsvindkraftverk till svenska lantbrukare och handelsträdgårdar. Bakom PitchWind fanns en företagsgrupp med moderbolaget Arkmek AB som var medfinansiär på tillverkarsidan i projektet. I koncernen ingick de helägda dotterbolagen Marks Mekanisk AB, Buttorps Bruk AB och Ewex International AB med tillverkning och reparationer av maskiner inom främst mekanisk/textil bransch. Tillverkningen av vindkraftaggregat var huvudsakligen förlagd till Marks Mekaniska i Kinna (Arvidsson och Hilding 2000). 1999 låg kapaciteten på 10 vindkraftverk om året (Westling 1999). Innan Elforskprojektet hade PitchWind levererat en gårdsnurra till Kalmar våtmarkspark och under tiden skedde leverans av ytterligare några verk vid sidan om projektet (GE 2069 opubl.).

Utvärderare av prestanda var Flygtekniska försöksförvaltningen, FFA, som är landets instans för flygteknisk forskning och provning. FFA slogs år 2000 ihop med FOA och bildade FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut. Vindenergi är ett av forskningsområdena. FOI deltar aktivt i Statens vindenergiforskning i Sverige, som finansieras av Statens Energimyndighet (FFA 2003).

Utvärderare av det elektriska systemet var Chalmers Tekniska Högskola, institutionen för Elteknik. Institutionens verksamhetsområde är elkraft i olika former såsom generering, distribution och användning. Vindkraft blev en del av verksamheten 1974 i samband med försöksanläggningen i Kalkugnen, som var det första statligt drivna vindkraftverket i Sverige. 1984 uppfördes Hönö provstation som består av ett fast provaggregat och ett fundament för mer tidsbegränsade prov av vindkraftverk samt vindmätningstrustning. Vindkraftseminarier har anordnats i anslutning till provstationen.

Även i detta demonstrationsprojekt kan *allmänheten* och *massmedia* betraktas som aktörer. Befolkningen i stort kan ses som en passiv aktör, medan de närboende i Kinna, Sperlingsholm och Göteborg var mer aktiva (GE 2069 opubl.).

6.3 Teknikbeskrivning

Gårdsnurran hade märkeffekten 20 kW. Navhöjden var 30 m och turbindiametern 14 m. Vindkraftverket var av typen lågvindsaggregat vilket innebär att ett energiuttag kunde ske redan vid låga vindstyrkor. Vindkraftverket började generera el vid vindhastigheten 3 m/s och märkeffekt uppnåddes vid 8 m/s. Vid cirka 40 m/s stannade maskinen (GE 2069 opubl.). Konstruktionen byggde på en självreglerande vindkraftturbin med variabelt varvtal. Den inre halvan av bladen var fast medan den yttre var vridbar och fastspänd i en torsionfjäder. När vinden översteg märkvind vreds ytterdelen av bladen automatiskt av vinden, så kallad passiv pitchreglering. Denna konstruktion utvecklades av Svenning redan på 1960-talet och har patenterats (SVIF 2003). Turbinen hade två blad och gungbrädesnav. Bladen var ledade i navet vilket gjorde att de var vinklade in mot tornet i viloläge och rätades ut av centrifugalkraften när turbinen snurrade. Till turbinen var en nykonstruerad permanentmagnetiserad generator kopplad och därtill en omriktare som krävs för anslutning till elnätet. Generators konstruktion medför att ingen växellåda behövs. De grundläggande dragen i konstruktionen tillämpades i tidigare uppförda vindkraftverk av fabrikat Zephyr. Det nya var driften med variabelt varvtal och typen av generator (Arvidsson och Hilding 2000).

6.4 Planering

Det var flera olika händelser som ledde fram till att de aktuella aktörerna samlades i Elforskprojektet. Företaget PitchWind bildades 1996 för att marknadsintroducera Svennings konstruktion i form av en gårdsnurra. Delägare var Arkmek-koncernen som också ägde Marks Mekaniska där tillverkningen av vindkraftverk skulle ske. Enligt näringslivssekreterare Urban Karlsson (2003) i Marks kommun var verksamheten ett resultat av kommunens arbete med att få igång industrin på orten och skapa arbetstillfällen. Vindkraft föll dessutom i linje med kommunens utvecklade miljöarbete. PitchWind inledde ett samarbete med Chalmers tekniska högskola, Elteknik. Chalmers hade redan under 1980-talet kommit i kontakt med Svennings konstruktion, uppger Ola Carlson (2003). Inom ramen för doktorandstudier utvecklades den nya typen av generator. Detta var innan Elforskprojektet ägde rum.

När PitchWind presenterade sin nya systemlösning blev bland annat Bengt Ahlmann på Sydkraft Miljö och Utveckling intresserad. Han hade kontakt med näringslivssekreteraren i Marks kommun och planerna på ett projekt tog form. En preliminär marknadsundersökning utifrån Sydkrafts kundregister visade att det fanns en potential för installation av vindkraftverk i den aktuella storleken och att elproduktion från små lokala vindkraftverk i många fall skulle kunna ersätta husuppvärmning med olja (Arvidsson och Hilding 2000). Initiativet till Elforskprojektet kom från Sydkraft. Först var Elforsk som representant för Sveriges energiföretag tveksam till idén. Ett visst intresse för att få igång en svensk tillverkningsindustri fanns dock och projektet beslutades genomföras. Ulf Arvidsson (2003) på Elforsk menar dock att projektet varit mer intressant ur energibolagens synvinkel om det omfattat ett vindkraftverk med högre effekt.

I en överenskommelse mellan PitchWind och Elforsk blev det bestämt att projektet skulle omfatta en nollserie med tre aggregat och att Elforsk skulle ansvara för att hitta köpare av dessa. En förfrågan gick ut till ett antal energibolag om att åta sig att installera och driva ett aggregat under en utvärderingsperiod. Energiföretagens medverkan motiverades med att den rådande marknadssituationen inom elområdet medförde "ett visst intresse för energiföretag att i rimlig grad stödja viss - miljövänligt benämnd - lokal kraftproduktion" (GE 2069, opubl). Dessutom ansågs det aktuella projektet ha ett tekniskt värde genom

att det till relativt låga kostnader kunde bidra till att utveckla ett koncept som inom vindkraftområdet ansågs ha goda framtidsförutsättningar. Bland annat FFA hade uttryckt positiva omdömen om tekniken och givit förslag på förbättringar. Både FFA och Teknikgruppen hade medverkat i beräkningar för Zephyr aggregaten. Generatoren var ännu inte tillverkad, men Chalmers kompetens fanns bakom detta koncept, vilket medförde en säkerhet. PitchWind saknade egen ekonomisk substans, men hade stöd av Arkmek som skulle utgöra den finansiellt starka industriparten och stå för eventuella oförutsedda kostnader.

Det ena aggregatet köptes av Sydkraft. Först fanns planer på att uppföra gårdsnurran hos en lantbrukare men det blev Sperlingsholms Kraft som blev värd för kraftverket (Ahlmann 2003). Genom att samarbeta med ett litet energibolag på detta sätt kan Sydkraft genomföra små utvecklingsprojekt som krävt för mycket administrativt arbete och därför blivit för dyra om de legat helt inom Sydkrafts verksamhet. Eskil Hartman (2003) på Sperlingsholms Kraft som sedan tidigare kände Bengt Ahlmann, säger att från deras sida var medverkandet i projektet ett sätt att försöka stödja svensk vindkraftutveckling. Det var första gången Sperlingsholm Kraft arbetade med vindkraft. Förutom Sydkraft var Göteborg Energi intresserade av att köpa ett vindkraftverk i nollserien. Göteborg Energi avsätter varje år en summa pengar för deltagande i olika Elforskningsprojekt. Ingemar Andersson (2003) uppger att det var ett intresse för tekniklösningen och produkten gårdsnurra som gjorde att Göteborg Energi ville medverka i projekt 2069. Vattenfall var också intresserade av PitchWinds produkt efter det att de kommit i kontakt med tekniken genom Zephyrverken. Konstruktionen visade sig den gången vara för komplicerad för så stora vindkraftverk, men Göran Dalén (2003) säger att tron på tekniklösningen fanns kvar inom Vattenfall. Vattenfall, Lokal Energi var positiv till att stödja projektet, men det uppstod oenigheter inom Vattenfall om vilken roll man skulle ha i det. Slutligen bestämdes att Vattenfall inte skulle stå som ägare av en gårdsnurra utan istället ge ett ekonomiskt utvecklingsbidrag till det tredje aggregatet som köptes av Marks Värme AB på initiativ från Marks kommun (GE 2069 opubl.). Förutsättningarna för vindkraftbaserad elproduktion i Marks kommun är inte de bästa på grund av det geografiska läget. Lokalpolitikerna var dock positiva och köpet motiverades med att det stödde tillverkaren samtidigt som vindkraftverket skulle visa upp tekniken och skapa medvetenhet om förnybar energi hos befolkningen i kommunen.

Tanken var att vindkraftverket skulle placeras i närheten av en gymnasieskola och att eleverna skulle delta i uppföljningen av driften.

Ett ekonomiskt bidrag till projektet gavs från NUTEK. Övriga aktörer anser dock att intresset från NUTEK var svagt (Ahlmann 2003, Arvidsson 2003, Åkesson 2003). Det rörde sig inte om en stor summa pengar och bidraget skulle täcka utvärdering och projektadministration, det vill säga Elforsks medverkan samt FFAs och Chalmers insatser. Därmed var det inte avsett för teknikutveckling inom PitchWinds verksamhet (GE 2069 opubl.). Lars Åkesson (2003) uppger att Svenning och PitchWind tidigare hade sökt utvecklingsbidrag från NUTEK på egen hand men fått avslag. Att ansökan beviljades denna gång beror antagligen på att omständigheterna förändrats. Det skedde en ekonomisk insats från industrin och det fanns ett bekräftat intresse hos energiföretagen för gårdsnurran.

6.5 Genomförande

Projektet var från början tänkt att starta i mitten av 1996 och avslutas med utvärdering under 1998 men blev försenat av olika anledningar. Starten senarelades bland annat av att bidraget från NUTEK dröjde (GE 2069 opubl.). Det första projektmötet ägde rum i mars 1997 strax efter det att köpeavtalen tecknats. Samtidigt provades generatorprototypen på Chalmers innan den skulle testas på en provstation i verklig miljö. Övriga delar till aggregaten höll på att tillverkas på Marks Mekaniska. Det första vindkraftverket i nollserien var planerat att levereras i augusti samma år till Marks Värme i Kinna. Två veckor därefter skulle aggregatet till Göteborg vara klart och slutligen skulle Sydkraft få sin leverans till Sperlingsholm utanför Halmstad.

Snart konstaterades att tidsplanen inte skulle kunna hållas. Leveranserna försenades av problem som uppstod i tillverkningen. Dessutom visade det sig vara väldigt svårt och tidskrävande att få bygglov¹ i Göteborg och Halmstad (GE 2069

¹ Bygglov krävs för vindkraftverk med en rotordiameter över 2 meter, det vill säga för i stort sett alla vindkraftverk. Ansökan om bygglov görs hos kommunen och ärendet handläggs hos byggnadsnämnden. Miljötillstånd enligt miljöbalken krävs därutöver om anläggningen är på mer än 1 MW. Det finns uppgifter om att det 1999 låg 40 ansökningar från kunder till PitchWind på landets byggnadsnämnder som väntade på behandling (Westling 1999).

opubl.). I Kinna erhöles bygglov för en tvåårsperiod i juni 1997. Platsen var belägen nära en badanläggning och en gymnasieskola. Vissa protester mot platsvalet förekom från allmänheten men lokalpolitikerna var positivt inställda, något som också visade sig i en snabb behandling av tillståndsansökan. Verket togs i drift i december. Några problem förväntades inte heller i Göteborg när en plats i den ekologiska stadsdelen Bergsjön valdes. Göteborg Energi som varit aktiv inom vindkraftområdet sedan Risholmen-projektet 1988 hade stor erfarenhet av att söka tillstånd för vindkraftverk. I oktober 1997 kom dock ett negativt besked från byggnadsnämnden, och en ny placering måste utses. Tillståndsärendet fortsatte att dra ut på tiden och flera alternativa platser måste utredas. När Göteborgsaggregatet var klart för levererans valde PitchWind att sälja det till en kund utanför projektet istället, eftersom bygglov ännu inte erhållits i Göteborg. Även i Halmstad gick bygglovshanteringen trögt, dock inte lika trögt som i Göteborg. Bygglovets var klart i januari 1998 och verket levererades strax därefter.

I början av 1999 hade provdrift varken genomförts i Kinna eller Sperlingsholm. Dröjsmålet verkar ha berott på att det rådde delade uppfattningar om vad provdriften innebar (GE 2069 opubl.). Elforsk och köparna menade att provdriften var ett funktionsprov som leverantören skulle stå för. Därefter skulle vindkraftverket tas över av köparen och en 2-årig garantiperiod inledas under vilken aggregaten skulle utvärderas. Leverantören däremot väntade på den prestandautvärdering som FFA skulle utföra för att därefter kunna genomföra önskvärda modifieringar innan provdriften skulle äga rum. Sven-Erik Thor (2003) på FFA berättar att produktens prestanda till en början var lägre än vad leverantören uppgett och därför kunde inte provdrift genomföras inom utsatt tid. De mätningar som FFA utförde inom ramen för projektet hjälpte tillverkaren att kunna modifiera konstruktionen och FFAs insats i projektet fick därmed en utökad roll. Samtidigt drog arbetet ut på tiden och projektet blev allt mer försenat.

Det var viktigt för Elforsk som samordnare av projektet att försöka hålla tidsplanen samt redovisa en utvärdering av projektet. Så snart en rapport kom från provdrift i Sperlingsholm, meddelade Elforsk att en publicerad utvärdering av projektet närmade sig. Trots svårigheter med intrimning och förseningar med provdrift med mera förväntades den kunna bli positiv, eftersom det låg i både Elforsks och PitchWinds intresse (GE 2069 opubl.). Rapporten trycktes i

december 2000 och där konstateras att PitchWinds teknikkonstruktion var intressant (Arvidsson och Hilding 2000). Resultatet av Chalmers och FFAs utvärdering av effekt, energiproduktion och elkvalitet visade att de prestanda som angivits av tillverkaren i stort sett var uppfyllda och borde kunna uppfyllas helt efter måttliga modifieringar. Aggregatet skulle därmed kunna ingå i ett affärskoncept för lokal kraftproduktion.

Förutom de parter som främst var intresserade av de tekniska faktorerna i projektet, deltog näringslivssekreteraren från Marks Kommun vid flera projektmöten. Redan vid första mötestillfället kom han med förslag om att aktörerna i projektet skulle medverka i en skrivelse till näringsministeriet där det skulle föreslås att även vindkraftanläggningar under 200 kW skulle omfattas av det investeringsstöd som planerades införas. Förslaget ansågs bra och Elforskprojektets aktörer skrev under. Detta verkar dock ha varit enda gången frågan om investeringsbidrag diskuterades inom projektet. Vid fler tillfällen rapporterade dessutom näringslivssekreteraren om kontakter utomlands som var intresserade av att köpa PitchWinds produkt, bland annat i Indien och Finland. Han informerade också om ett EU-projekt för marknadsutveckling för små och medelstora industriföretag som förhoppningsvis PitchWind skulle kunna komma att beröras av (GE 2069 opubl.). Det inträffade nedtecknades i mötesprotokoll, men det finns inga uppgifter i källmaterialet om att det följdes upp inom projektet.

Den huvudsakliga tillverkningen av PitchWinds vindkraftverk skedde som nämnts vid Marks Mekaniska i Kinna. Tillverkningen av generatören som utvecklats av Chalmers var ett viktigt moment. Därutöver anlätades ett antal underleverantörer. AMM Styrteknik svarade för utveckling och tillverkning av omriktarutrustning, i samarbete med Sandblom & Stohne och Chalmers. Betongtornen levererades av A-betong i Vislanda. Den elektriska utrustningen bestod av standardkomponenter. Styrutrustning levererades av Eurotherm (GE 2069 opubl.). Redan innan Elforskprojektet inleddes levererade PitchWind ett vindkraftverk till Kalmar. Ett visst utbyte av information och erfarenheter vad gäller teknisk utrustning skedde därefter mellan Kalmar och Elforsk.

Elforskprojektet var inte avslutat när utvärderingsrapporten skrevs eftersom provdrift ännu inte utförts på två av de tre aggregaten. Efter utvärderingen uppstod

diverse driftproblem i Sperlingsholm och Kinna. Det förekom också klagomål på buller från närboende, något som motsades av en bullerundersökning i Kinna (GE 2069 opubl.) 1999 var det dags att förlänga det temporära bygglovets i Kinna. Innan permanent byggnadslov kunde erhållas krävde kommunen en utredning som visade att risken för isbildning och kringflygande is var minimal. Kravet grundades i en upplevd risk från allmänheten och utredningen blev ytterligare en förseningsfaktor i projektet (GE 2069, opubl.). Byggnadsnämnden ville förlänga bygglovets men beslutet överklagades till Länsstyrelsen av ett fåtal privatpersoner och det resulterade i att verket fick plockas ner (Roadway 2001). Det visade sig att detaljplanen för området inte medgav vindkraftverk eller någon annan bebyggelse heller för den delen och byggnadsnämnden hade från första början gjort en felaktig bedömning när platsen godkännts. Att bara tornet står kvar idag beror alltså formellt varken på brister i konstruktionen, buller eller olycksrisken. Någon provdrift genomfördes aldrig i Kinna. Samarbetet med gymnasieskolan hann inte heller komma igång, uppger Frost (2003). Källmaterialet från Göteborg Energis arkiv tyder på att bygglov erhållits i Göteborg i september 1999, men att det i april följande år fortfarande inte skett någon leverans. Den slutliga uppställningsplatsen blev Gårdstensberget nära Angeredsbron. Tekniska problem uppstod även med detta aggregat, men i april 2001 rapporteras slutligen att provdrift utförts (GE 2069 opubl.).

I samma veva begärdes PitchWind i konkurs av Arkmek. Den ekonomiska situationen för PitchWind hade börjat bli bekymmersam redan under 1998. De upptäckta bristerna i kvalitén hos levererade produkter bidrog till att en stor del av företagets resurserna gick till reparationer och modifieringar av de levererade aggregaten. Ett beslut från regeringen vid årskiftet 1999/2000 att befria alla lantbrukare från energiskatt förvärrade situationen. Det blev billigare att köpa el än att producera den med egen snurra och därmed försvann i stort sett den svenska marknaden för gårdsnurror (Åkesson 2003). Sammanlagt hade PitchWind vid konkursen levererat 15 gårdsnurror.

Lars Åkesson (2003) menar att besvikelsen vid konkursen var stor eftersom man trodde att moderbolagets ekonomiska styrka skulle garantera projektets framgång. Konkursen kom knappt ett halvår efter att Elforsks utvärderingsrapport publicerats. I och med konkursen avbröts den avtalade garantiperioden för de

vindkraftverk som sålts inom ramen för projektet. Göteborg Energi bedömde då att en reparation av gårdsnurran inte var ekonomiskt motiverad och beslutade att satsa pengarna på något nytt istället. Kjell Jonasson (2003) meddelar att bolaget våren 2003 planerar riva gårdsnurran och istället resa ett större vindkraftverk av annat fabrikat. Vindkraftverket som köptes av Sydkraft är därmed det enda som fortfarande är i drift våren 2003 och det fungerar tillfredställande uppger Hartman (2003).

Eftersom Elforsk var samordnare av projektet och den part som företrädde köparna, skedde *kontakten mellan aktörerna* till största del via Elforsk och genom de projektmöten som regelbundet anordnades. De olika energibolagen verkar inte ha haft någon direkt kontakt med varandra, utan träffades endast vid dessa mötestillfällen. Eftersom aggregaten levererades vid olika tidpunkter befann sig energibolagen på olika ställen i processen. När provdrift genomfördes i Sperlingsholm hade Göteborg Energi exempelvis ännu inte fått bygglov. Detta resulterade i att samtliga aktörer inte alltid deltog i mötena. Någon representant från Vattenfall närvarade inte vid mötestillfällena, eftersom Vattenfall utgjorde en passiv aktör i projektet.

Det förekom dock en del samarbete direkt mellan aktörerna. Sydkrafts representant var personligt engagerad i projektet och hade nära kontakt med tillverkaren. Han hjälpte PitchWind med marknadsföringen samt höll föredrag och träffar för Sydkrafts kunder för att informera om PitchWinds produkt. Från båda sidor beskrivs samarbetet som gott (Ahlmann 2003, Åkesson 2003). Däremot uppger PitchWinds representant att det inte förekom någon kontakt med Vattenfall och kontakten med Göteborg Energi beskrivs som dålig. Kjell Jonasson säger att de meningsskiljaktigheter som uppstod mellan de båda delvis berodde på att det avtal som fanns mellan Göteborg Energi och tillverkaren inte kunde överföras till att gälla det nystartade företaget PitchWind Systems AB som efter konkursen driver verksamheten. Göteborg Energi kunde inte acceptera en ny leverantör, något som tillverkaren upplevde som att köparen inte uppfyllde sin del i projektet (Åkesson 2003).

Chalmers medverkan i projektet gick ut på att göra en elektrisk utvärdering av vindkraftverket. Högskolan hade som nämnts redan innan demonstrationsprojektet

varit involverad i PitchWinds konstruktion. Enligt Ola Carlson (2003) på Elteknik innebär de medel som Elforskprojektet tillförde att en mer noggrann provning, utvärdering och vidareutveckling av generatorn kunde göras. Att detta kunde ske i nära samarbete med tillverkaren är värdefullt, anser han, och kontakten med PitchWind fungerade väl. Åkesson (2003) påpekar dock att det rådde delade meningar om Chalmers roll i projektet. Arkmek förväntade sig att Chalmers skulle färdigställa elkonstruktionen, de hade ingen egen elkonstruktör vid den tiden, medan Chalmers menade att det var PitchWinds uppgift att konstruera och tillverka elsystemet för att Chalmers därefter skulle kunna utvärdera det. Detta kan ses om en kulturkrock mellan den akademiska världen och tillverkarindustrin.

Det uppstod även en del andra *konflikter* under projektets gång. Ur källmaterialet framkommer att de aktiva aktörerna i projektet var delade i två läger med olika erfarenhet från och förväntningar på projekt av det aktuella slaget. På ena sidan fanns projektledningen, Elforsk och de stora energibolagen. Göteborg Energi och Sydkraft hade tidigare medverkat i Elforskprojekt och de var vana vid organisationen och administrationsförfarandet. Deras ekonomiska investering i projektet var relativt liten. På andra sidan fanns tillverkarindustrin, ett relativt litet och nyetablerad företag med höga ambitioner. En första tvist mellan de två lägren uppstod när bidraget från NUTEK var avsett för utvärdering och administration av projektet. Det innebär att pengarna gick till Elforsk, FFA, Chalmers, Vattenfall och Sydkraft medan teknikutveckling och PitchWinds verksamhet inte prioriterades. Detta väckte misstro och besvikelse hos tillverkaren redan innan projektet inleddes.

Elforsk och de slutliga köparna var medvetna om att tekniska problem inte var ovanliga vid utveckling av en ny anläggning. De var också vana vid att föra rapporter under projektets gång, tyda avtal och hantera andra dokumentationer som ingår i ett projekt. PitchWind hade inte samma erfarenhet av detta i egenskap av ett nystartat litet tillverkarföretag. Det framkom under ett flertal projektmöten att projektledningen ansåg att PitchWind brast i flera av sina åtagande bland annat överlämnandet av dokumenterade drift- och underhållsinstruktioner, något som måste finnas tillhands innan kunderna kunde överta vindkraftverken. Representanter från Elforsk, Vattenfall och Chalmers påpekar att bristande dokumentation och rapportering tillsammans med att PitchWind tog för lätt på

gällande normer och säkerhetskrav var ett hinder i projektets genomförande (Arvidsson 2003, Carlson 2003, Dalén 2003, Hilding 2003). PitchWind å sin sida uttryckte viss osäkerhet om behovet och omfattningen av dokumentationen (GE 2069 opubl.). Enligt Åkesson såg tillverkarna byråkratin och administrationen av projektet som omständig och tidskrävande till skillnad från snabbhet, handlingskraft och enkelhet på verkstadsgolvet. Avståndet mellan tillverkarna i Kinna och projektledningen i Stockholm beskrivs som stort, inte bara rent geografiskt, och även detta möte kan beskrivas som en kulturkrock (Åkesson 2003).

Ovan redogörs för hur flera *förutsättningar ändrades* under projektets gång och därmed hindrade och fördröjde genomförandet. Trots att gårdsnurrorna var små och hade låg effekt uppstod stora svårigheter med lokalisering och bygglov. Vindkraftverken var svårare att få i drift än beräknat. Tanken var att kompletta anläggningar skulle levereras, men problem uppkom som medförde ändringar och utvecklingsarbete efter hand. Resultatet blev att det uppstod skillnader i konstruktionen mellan de tre aggregaten i nollserien, exempelvis har anläggningen i Sperlingsholm skalats upp till 30 kW. Generellt kan sägas att de flesta momenten i projektet tog mycket längre tid än förväntat. Dessutom visade sig tillverkarens finansiella resurser inte räcka till. Arkmek klarade inte av att stå för de oförutsedda kostnader som uppstod och begärde slutligen PitchWind i konkurs. När det inte längre fanns någon leverantör kunde garantiavtalet inte uppfyllas, något som skapade förändrade förutsättningar för köparna. En institutionell faktor som påverkade projektet och PitchWinds verksamhet var regeringens beslut om att förändra energiskatten för lantbrukare. En effekt av beslutet var att efterfrågan på gårdsnurror för lokal elproduktion minskade. Läget försvårades också av att staten endast gav investeringsbidrag till vindkraftanläggningar med effekt över 200 kW.

Det finns flera synpunkter kring varför projektet gick som det gick och vad som skulle kunna gjorts annorlunda för att förbättra resultatet. De flesta medverkande aktörerna är överens om att finansieringen brast, men det råder skilda meningar kring om det berodde på en ekonomiskt svag industripart eller en för liten projektbudget.

Generellt kan sägas att tillverkare av småskaliga vindkraftverk sällan *omnämns i nationella sammanhang*. I en rapport från STEV 1988 namnges de svenska leverantörer som tillverkar stora aggregat och därefter står det att det dessutom finns ett antal mindre företag, men inga namn nämns (STEV 1988). I en rapport från Vindkraftutredningen listas årsvis antalet vindkraftverk i Sverige men bara de som är större än 50 kW under 1990-talet (SOU 1998). Detta visar att statliga myndigheter främst intresserar sig för storskalig vindkraft. Det har *publicerats flera artiklar* om gårdsnurran och PitchWinds verksamhet i flera tidskrifter, däribland Ny Teknik (Westling 1999) och Energimagasinet (Wizelius 1997). Dessutom omskrevs de tre aggregaten vid flera tillfällen i lokalpressen. Inläggen handlar om vilka hinder som uppstått vid idrifttagandet och de flesta har en i grunden positiv inställning till gårdsnurran (Sydvin 1997, Heyman och Johnsson 2000, Engström 2001, Löfström 2001, Roadway 2001)

6.6 Efterföljder

Ur *nationell synvinkel* har Elforskprojektet 2069 endast haft marginell betydelse för vindkraftens utveckling. Det gäller såväl marknadens utseende, uppbyggandet av en industri som energipolitikens utseende. En anledning är troligtvis vindkraftverkens låga effekt i relation till det rådande intresset för storskalig energitillförsel. Projektets begränsade omfattning har troligtvis inte heller bidragit till att påverka *allmänhetens uppfattning* om vindkraft i någon större grad. Det är bara befolkningen som bor i närheten av uppställningsplatserna som yttrat sig och oftast är det de som är emot vindkraft som visat störst uppmärksamhet. I Marks kommun var ett fåtal invånare oroliga över säkerhetsrisken och deras överklagan till Länsstyrelsen medförde mycket riktigt att vindkraftverket fick monteras ner, även om den slutliga orsaken var en helt annan. I Göteborg möttes uppförandet på flera platser av motstånd från närboende, något som drog ut på lokaliseringsproceduren.

Projektet har trots det varit mycket betydelsefullt för PitchWinds verksamhet och inte minst för det nya bolaget PitchWind Systems AB som bildades i oktober 2001 som en rekonstruktion av PitchWind. Tekniklösningen anses fortfarande intressant både av tillverkaren själv och av övriga aktörer som deltog i projektet.

PitchWind Systems AB är privatägt och bland de nya ägarna finns Lars Åkesson och Sven Svenning. Det nya företaget inriktar sig främst på export och har därmed eliminerat beroendet av en enskild marknad. Produktutbudet har ökat till tre standardmodeller av vindkraftverk med effekten 20-30 kW, och ett aggregat på 40 kW planeras (PitchWind 2003). Tillverkning av turbin och generator sker fortfarande på Marks Mekaniska. Företagets mest efterfrågade produkt är dock ett hybridsystem där vindkraft kan kombineras med exempelvis dieselmotorkraft som främst riktar sig till utvecklingsländerna. Vind-dieselsystemet har utvecklats i samarbete med ÅF Kista i Stockholm. Det första hybridsystemet togs i drift i december 2002 på en ö i Estland som saknar annan kraftkälla. Anläggningen rapporteras fungera bra. Leveransen skedde efter anbudsförfarande och slutkund är Estniska Gränsbevakningen (SVIF 2003). En anläggning har levererats till Ryssland och därefter planeras ytterligare leverans till Estland respektive Ryssland, uppger Åkesson (2003). Dessutom har företaget marknadsfört sig i en sydamerikansk energitidskrift (PitchWind 2003). Det nya hybridsystemet testades först på gårdsnurran i Sperlingsholm och de kontakter som skapades mellan PitchWind och Sperlingsholms Kraft under Elforsksprojektet fortgår. Leverantören dras fortfarande med problem från gammalt feltillverkat material och försöker allt efter resurser att åtgärda bristerna hos tidigare sålda produkter. Alla levererade vindkraftverk behövs som goda referenser. Det vid årskiftet 2002/2003 höjda elpriset i Sverige har ökat efterfrågan på gårdsnurror i Sverige något, men Åkesson anser att elpriset fortfarande är för lågt för att vindkraftverk för lokal elproduktion ska bli konkurrenskraftiga. Förutom kommersiell verksamhet har PitchWind Systems två gånger ansökt om att medverka i SIDA:s DemoÖst-program genom att bygga en vind-dieselanläggning på ön Runö i Rigabukten tillsammans med estländska staten och ett statligt energibolag. Tanken om att uppföra en anläggning på platsen föddes enligt Dalén (2003) efter att en representant för Gotlands Energibolag som hade kontakter i Baltikum tagit del av Elforsksprojektets resultat. PitchWind Systems skulle genomföra projektet i samarbete med Ångpanneföreningen men har fått avslag från SIDA. Motiveringen har, enligt uppgift från Åkesson (2003), båda gångerna varit att företaget är för litet.

För de stora energibolag som medverkade i Elforsks projekt 2069 har projektet endast haft marginell betydelse. Det beror till största del på dess begränsade

omfattning samt att det handlade om småskalig vindkraft. Det har dessutom under de senaste åren skett en omorganisering inom energibolagen, som följd av avregleringen. Intresset för produkten gårdsnurra har försvunnit uppger representanter för såväl Sydkraft, Vattenfall som Göteborg Energi (Ahlmann 2003, Dalén 2003, Jonasson 2003). Bengt Ahlmann (2003) menar att projektet ändå haft en viss betydelse för Sydkraft i och med att de anställda som kommit i kontakt med demonstrationsprojektet blivit positivt inställda. PitchWinds produkt har exponerats vid flera tillfällen inom ramen för Sydkrafts verksamhet, bland annat i samband med Simlinge-projektet¹. Ahlmann var våren 2003 fortfarande engagerad och positiv till PitchWind Systems verksamhet och han är en av dem som hjälpt bolaget komma igång igen. Göteborg Energi anser att projektet haft en viss betydelse för att vindkraften ska uppmärksammas. För att gynna användningen av vindenergi är bolaget angeläget om att snabbt byta ut den icke fungerande gårdsnurren på Gårdstensberget mot ett fungerande vindkraftverk (Jonasson 2003). Energiföretagen fortsätter med sin vindkraftverksamhet, men det finns idag inga planer på att marknadsföra gårdsnurror inom varken Göteborg Energi, Sydkraft eller Vattenfall. Sperlingsholms Kraft som för första gången kom i kontakt med vindkraft genom Elforsksprojektet, planerar att uppföra fem stycken dansktillverkade vindkraftverk med effekten 900 kW (Hartman 2003).

Det Elforsk lärt sig som samordnare av projekt 2069 är främst att man aldrig kan vara tillräckligt noggrann vad gäller att kontrollera och bedöma den kommersiella potentialen i en produkt samt den ekonomiska styrkan hos den medverkande industriparten, menar Arvidsson (2003). Han var med och författade Elforsks utvärderingsrapport och menar att om rapporten skrivits vid ett senare tillfälle hade den nog sett annorlunda ut. Förutom detta hade Elforsk antagligen agerat på samma sätt idag om projektet gjorts om. Våren 2003 pågår ett gasprojekt som i princip är uppbyggt på samma sätt som projekt 2069.

Majoriteten av de aktörer som aktivt medverkade i demonstrationsprojektet har funnits med länge inom vindkraftkretsar. Projektets funktion som skapare av nya

¹ Simlinge är ett litet samhälle i Skåne som inom ramen för ett miljöprojekt, startat av Sydkraft, planerades bli ett modernt kretsloppssamhälle. All el och värme skulle alstras inom samhället. Tre gårdsnurror skulle svara för cirka 30 procent av elförsörjningen. Projektet genomfördes aldrig, men det berodde inte på tekniska faktorer (Ahlmann 2003).

kontakter och *nätverk* var därför begränsad. De enda nya aktörer som deltog är tillverkaren PitchWind och Sperlingsholms Kraft samt till viss del lokalpolitikerna från Marks kommun. Nystartade PitchWind Systems har fortsatt att samarbeta med Sydkraft och Sperlingsholms Kraft och har också bra kontakt med Elforsk, FFA och Chalmers.

6.7 Diskussion kring processresultat

Övergripande kan sägas att projektet *Småskaligt vindkraftverk* har haft betydelse och att det var bra att det genomfördes. Det kan också sägas att det nätverk som utvecklats inom svensk vindenergi sedan 1970-talet hade betydelse för att Elforskprojektet överhuvudtaget kom till stånd. Flera av de aktörer och personer som medverkade i det svenska vindenergiprogrammet och i Risholmen-projektet deltog även i detta projekt.

Inom projektet skedde ett samarbete mellan maskintillverkare, högskola och energibolag. Denna kombination av aktörer gav en bra förutsättning för projektet. Genom högskolans medverkan kunde forskningsresultat tillämpas i praktiken i nära samarbete med tillverkaren, något som är värdefullt för båda parter. Att kraftindustrin var representerad och även kom med initiativet till projektet kan ses som en framgång i sig med tanke på deras inställning till förnybar energi i början av 1980-talet. Dessutom lyckades projektet sammanföra stora Elforsk med en liten nyetablerad tillverkningsindustri. Det finns dock en aktör som inte var representerad i projektet och det var den privata användaren och slutkunden. Gårdsnurran var en konsumentprodukt till skillnad från Howden-aggregatet. Även om en marknadsundersökning visat att det fanns ett intresse hos lantbrukare för lokal elproduktion, så är det viktigt att inom projektet testa tekniken mot den användning den är avsedd för. Detta hade kunnat uppnås genom att de tre gårdsnurrorna placerats hos lantbrukare som kunde lämnat synpunkter under projektets gång.

Det är intressant att diskutera vad Elforskprojektets organisation haft för betydelse för processresultatet. Att all kontakt skedde via Elforsk istället för att knyta varaktiga kontakter direkt mellan aktörerna har antagligen missgynnat utvidgningen av nätverket inom teknikområdet. Upplägget kan tyda på att projektet betraktades som en isolerad företeelse, som avslutas i samma stund

projektledningen startar ett nytt projekt. Någon skriftlig utvärdering eller uppföljning av projektet har inte gjorts sedan *Utvärdering av småskaligt vindkraftverk* publicerades 2000.

Projektet visar också att det kan vara problematiskt för aktörer med olika erfarenhet att mötas och samarbeta eftersom det finns skilda förväntningar på den egna och andras roll i projektet. Det går här att tala om kulturkrockar. För det första uppstod en krock mellan maskintillverkare och högskola. Hårddraget kan sägas att tillverkaren förväntade sig att högskolan skulle agera industri och leverera en färdig generator, medan högskolans roll enligt avtalet var att hjälpa till med utveckling och utvärdering. För det andra fanns olika syn på vikten av omfattande dokumentation samt hur mycket tid och resurser som skulle läggas på sådant arbete. Denna konflikt grundas till viss del i skillnaden mellan stora och små aktörer.

Ett demonstrationsprojekt syftar till att tillföra ny teknisk kunskap. Antagligen hade projektet varit mer värdefullt på detta område om hela kraftverkskonstruktionen utvärderats samt om medel funnits för teknikhöjande åtgärder. Det ekonomiska bidraget från NUTEK visar att staten inte ville stödja teknisk utveckling eftersom pengarna öronmärkts för projektutvärdering och administration. Dessutom försvårades lärandeprocessen av att leverantören arbetade med alla tre aggregaten samtidigt och dessutom levererade produkter till kunder utanför projektet. Visserligen är det viktigt för en industri att öka produktionen för att få ner kostnaderna, men i detta fallet hade det kanske varit bättre att först tillverka en prototyp och utvärdera teknikkonstruktionen och sedan leverera de tre aggregaten och utvärdera driften. Att en liten nyetablerad tillverkare ska gå med på ett sådant upplägg förutsätter ett avtal som säkrar att tillverkaren kommer att få sälja sin nollserie så snart prototypen utvärderats. Ett sådant tvåstegsprojekt kräver en längre varaktighet hos demonstrationsprojektet.

Precis som i Risholmen-projektet framkommer det att uppfattningen om Elforsks projektets syfte och roll gick isär. Från Elforsks och projektledningens sida ansågs projektet omfatta utvecklingen och försäljning av tre aggregat i en nollserie. I utvärderingsrapporten står det visserligen att i och med att de tekniska kraven visat sig vara uppfyllda kan aggregatet ingå i ett affärskoncept för lokal

elproduktion, men någon uppföljning av denna tillämpning ingick inte i projektet. Det fanns å andra sidan de som hade ett längre tidsperspektiv och snarare såg demonstrationsprojektet som en del i en process, där inte bara tekniska faktorer var av vikt utan även arbetsmarknads- och industripolitiska frågor. För näringslivssekreteraren i Marks kommun var projektet intressant som en verksamhetsskapande åtgärd inom kommunen i och med att det lokala företaget PitchWind medverkade. Planerna på ett samarbete med gymnasieskolan i Kinna visar också på ett längre tidsperspektiv. Det samma gör Sydkrafts arbete med Simlinge-projektet där PitchWind skulle medverka.

Som marknadsskapande åtgärd fungerade demonstrationsprojektet måttligt bra. Tre kraftverk såldes inom projektet och ett antal parallellt med det, men företaget gick ändå i konkurs. Representanterna för energibolagen menar att elproduktion med gårdsnurra var för dyr för att vara intressant för lantbrukare. Konkursen berodde dock inte bara på tekniska problem och bristande resurser utan också på att marknaden förändrades av yttre faktorer i form av ändrade skatteregler för lantbrukare. Sett ur ett längre perspektiv hade projektet dock betydelse eftersom det indirekt ledde till marknadsintroduktion av en ny produkt, nämligen PitchWind Systems hybridanläggning. Den nya konstruktionen testades på vindkraftverket i Sperlingsholm i samarbete med bland annat Sydkraft, något som inte varit möjligt utan Elforsksprojektet. Den nya produkten riktar sig dock till en marknad utanför Sverige.

Ett stort hindret för att företag som PitchWind Systems och dess föregångare ska kunna etablera sig är finansieringen. Det är svårt för ett litet företag på entreprenörstadiet att komma in på marknaden. Det finns inget riskvilligt kapital i Sverige för vindkraftbranschen. Vindkraft precis som annan förnybar energiteknik har stora initialkostnader. Det kräver en långsiktig och uthållig finansiering något som stämmer illa med dagens kortsiktighet i investeringar och jakten på snabba klipp. Dessutom kan den svenska byråkratin uppfattas som väldigt omfattande. I ett genomreglerat samhälle finns ingen plats för kreativitet, menar PitchWind Systems representant (Åkesson 2003). Projektet visar även på det storhetssyndrom som kännetecknar vindenergisatsningarna i Sverige. Det finns inget stöd från statliga myndigheter för småskalig vindkraft och med den inställningen är det

svårt för små företag att växa. Det ekonomiska stöd som gavs inom demonstrationsprojektet räckte inte för att introducera PitchWind på marknaden.

På frågan om hur relevant olika aktörer ansåg att demonstrationsprojektet var, är det tydligt att staten ansåg att det representerade småskalig vindkraft, något som inte gick i linje med svensk energipolitik. De stora energiföretagen var visserligen intresserade av att medverka, men det har inte skett någon uppföljning av projektet. Intresset för gårdsnurran har avtagit och de inriktar sig istället på att sälja produkten vindkraftel till sina kunder. Projektet spred information om vindkraft generellt men hade också betydelse eftersom det visade upp de inblandade energibolagens miljöengagemang.

I jämförelse med det första demonstrationsprojektet har de institutionella faktorerna större inverkan i detta projektet. Lokaliseringsproblematiken hindrade i högsta grad genomförandet och befolkningens motvilja till vindkraft av estetiska och säkerhetsmässiga skäl är tydligare. Det fanns en förhoppning hos medverkande aktörer om att det skulle vara relativt enkelt att få bygglov för vindkraftverk med så låg effekt som 20 kW, men det stämde inte. Enligt svensk miljölagstiftning går det att överklaga ett beslut om bygglov flera gånger, något som ofta sätter stopp för uppförandet av vindkraftverk. Dessutom är reglerna för vindkraftverk strängare än för andra kraftverk, eftersom effektgränsen för när miljötillstånd måste sökas är lägre (Wizelius 2002). Det gick visserligen lätt att få bygglov i Marks kommun, men där fanns också ett stort stöd från lokalpolitikerna för projektets genomförande eftersom det handlade om att stödja en industri inom kommunen. Att beslutet fattades utan hänsyn till detaljplaneringen kan ses som olyckligt för projektet, men det visar också på hur många olika bestämmelser det finns som reglerar etableringen av vindkraft i Sverige. Svårigheterna med lokalisering kan jämföras med situationen i Danmark och Tyskland där problemet avhjälpes genom att mark avsatts för uppförandet av vindkraftaggregat. Andra institutionella faktorer som hindrade projektets processresultat var de förändrade skattebestämmelserna för lantbrukare samt att inga investeringsbidrag gavs till småskalig vindkraft.

7. Resultat och diskussion

Fallstudierna i avsnitt 5 och 6 utgör i sig ett resultat av den undersökning som utförts. Beskrivningen av studieobjekten har visat på vilka olika funktioner två specifika projekt haft. Det har också spekulerats kring vad som kunde gjorts annorlunda för att förbättra utfallet. Resultatet av fallstudierna kan överföras till generella lärdomar om demonstrationsprojekt som ett instrument för teknisk framväxt. Dessa redovisas nedan och därefter följer en avslutande diskussion kring resultatet. Slutligen ges några rekommendationer till hur framtida studier av demonstrationsprojektets roll skulle kunna bedrivas.

7.1. Lärdomar från fallstudierna

Nedan följer sex slutsatser om hur demonstrationsprojekt kan betraktas, utformas och utvärderas för att fungera som ett effektivt styrmedel för framväxten av ny teknik.

1. *Vikten av processperspektiv:* Demonstrationsprojekt utgör ett steg i processen för framväxt av ny teknik. För att demonstrationsprojektet ska uppfylla den funktionen krävs att nästa steg i processen tar vid då projektet avslutats. I de båda fallstudierna finns, förutom projektsyftet, ett uttalat långsiktigt mål för vad projektet ska leda till. En idé om hur processresultatet ska följas upp eller vilka åtgärder som ska vidtas därefter saknas dock. Utan att ta ställning till om demonstrationsprojekt är det mest effektiva styrmedlet, är en slutsats att om demonstrationsprojekt ska användas som ett styrmedel i en större förändringsprocess så krävs ett längre tidsperspektiv och en inställning att projektet ska leda till något mer än att det begränsade projektsyftet uppfylls. De två fallstudierna visar att demonstrationsprojekt som betecknas som misslyckade trots allt visat sig ha betydelse eftersom de uppfyllt värdefulla uppgifter som blivit synliga efter det att projektet avslutats. Ur den synvinkeln är de inte att betrakta som misslyckade.
2. *Sammansättningen av aktörer:* Ett demonstrationsprojekt kan inte på ett tillfredsställande sätt bidra till lärandeprocessen kring en teknik eller peka på kritiska faktorer som påverkar teknikens framväxt och spridning

om någon viktig aktör saknas i projektet. I det första projektet saknades en inhemsk tillverkare. Det missgynnade vidareutvecklingen av den svenska kompetensen inom teknikområdet och uppbyggandet av en svensk tillverkningsindustri. Det andra projektet demonstrerade gårdsnurror med svenska lantbrukare som målgrupp, men det fanns ingen aktör som representerade användarna i projektet. Därför framkom det inte hur efterfrågan verkligen såg ut eller vilka krav de potentiella användarna ställde på produkten, något som är avgörande för om produktion och försäljning ska kunna öka. En lärdom från detta är att det är en fördel om alla aktörer i kedjan från tillverkare till slutanvändare finns representerade i projektet samtidigt som såväl statliga myndigheter, lokalpolitiker som allmänheten ger sitt stöd.

3. *Kulturella skillnader och rollfördelning:* Det räcker inte med att tillräckligt många och en lämplig sammansättning av aktörer medverkar i ett projekt för att kunskap och kompetens ska kunna utbytas och vidareutvecklas. Problem kan uppstå om aktörerna kommer från olika kulturer, har olika erfarenheter av att arbeta med demonstrationsprojekt samt om det finns skilda uppfattningar om syftet med projektet eller vilken roll olika aktörer har. Konflikter av denna typ går troligtvis inte att undvika helt, men vetskapen om att de kan uppstå kan underlätta samarbetet och lärandeprocessen. Dessa relationer borde vara lika självklara att diskutera som rent tekniska problem.
4. *Projektorganisationens struktur:* Hur många och vilka relationer som skapas mellan aktörerna samt hur detta nätverk vidareutvecklas påverkas av projektets organisationsstruktur. I de fall då alla kontakter under projektets gång sker via en samordnande aktör, försvinner samarbetskanalerna i samma stund som projektet avslutas och samordnaren går vidare till nästa projekt. En sådan projektorganisation kan vara effektiv för att få till stånd och genomföra demonstrationsprojekt inom utsatt tid samt för att undvika kulturkrockar mellan aktörer. När det gäller att bygga upp ett nätverk runt tekniken kan det dock vara ineffektivt.

5. *Institutionell påverkan:* Genom ett demonstrationsprojekt kan institutionella hinder för framväxt och användning av en ny teknik identifieras. Ett projekts betydelse ökar om dessa barriärer påverkas på något sätt av projektets genomförande. Det är inte rimligt att tro att ett enskilt demonstrationsprojekt kan bidra till att en lagstiftning ändras men att medvetandegöra vilka ändringar som skulle behöva göras kan vara nog så viktigt. I den andra fallstudien görs ett försök att påverka vilka vindkraftverk som ska omfattas av investeringsbidrag, men det lyckas inte. Hur lokaliseringsproblematiken ska lösas är en annan kritisk fråga som borde diskuteras mer inom vindkraftprojekt. Här finns också en koppling till att inlemma lokalpolitiker som en mer aktiv aktör i demonstrationsprojekt.
6. *Överföringen av lärdomar:* Lärdomar och erfarenheter från ett projekt kan inte inverka på fortsatt verksamhet inom teknikområdet om de inte sprids. Därför är det betydelsefullt att projektet utvärderas även om det inte gått som planerat och att utvärderingen publiceras så att lärdomarna kan överföras till andra aktörer. Dessutom är det önskvärt att utvärderingen utförs av en oberoende part som inte har något egenintresse i projektet så att alla aspekter kan belysas.

7.2. Slutdiskussion

I fallstudierna blir det uppenbart hur tekniska, sociala, ekonomiska och politiska faktorer samspelar i ett demonstrationsprojekt. Framför allt är det tydligt att de människor och organisationer som deltar eller berörs av projekten spelar en viktig roll, precis som det institutionella ramverket. Detta visar på komplexiteten i innovationssystem och bekräftar behovet av att studera teknisk förändring ur ett systemperspektiv samt att tekniska system är sociotekniska till sin natur. Det framkommer också att ett projekt och dess efterverkningar inte uteslutande styrs av strategiska handlingar och beslut, utan även av tillfälligheter. Fotbollshuliganerna hindrade till exempel med stor sannolikhet haveriet på Risholmen från att bli en skandalnyhet.

I framväxten av en ny teknik utgör demonstrationsprojekt ett instrument som kan tillämpas vid ett tidigt skede för att testa tekniken. Genom att sprida tekniska lärdomar, skapa kontakter mellan aktörer inom teknikområdet och genom att identifiera och försöka övervinna de hinder som finns för att tekniken ska börja tas i bruk, påskyndas framväxtprocessen. Beskrivningen av de två demonstrationsprojekten i fallstudierna visar att en del följder blivit synliga först flera år efter det att projekten avslutats. Ett projekt som betecknas som misslyckat vid sitt slut kan därför övergå till att betraktas som lyckat allt eftersom tiden går och ett annat perspektiv anläggs. Detta illustrerar hur demonstrationsprojekt kan utgöra ett steg i en större förändringsprocess i samhället. Av den anledningen har det varit lättare att skåda det första projektets processresultat. Det andra ligger närmare i tiden och därför kan det vara svårt att vid ett så här tidigt skede se vilken betydelse det haft för framväxtprocessen.

Synen på demonstrationsprojektets roll påverkas av det tidsperspektiv betraktaren har samt om projektet ses som ett teknikpolitiskt eller industripolitiskt styrmedel. Ett dilemma kan uppstå då valet står mellan en lösning som kan realiseras på kort sikt men inte säkert resulterar i önskad uthållighet och en lösning som ser lovande ut på pappret men kräver stora resurser, mycket tid och stora beteendeförändringar att genomföra. Omställningen av energisystemet till förnybara energikällor är en process som kommer att ta flera decennier och därför krävs långsiktig planering. För att undvika för tidig inlåsning i ett ohållbart teknisk system är det av värde att försöka upprätthålla mångfalden i teknikutvecklingen så länge som möjligt. Där kommer demonstrationsprojekt in som ett betydelsefullt instrument. Ur ett innovationssystemperspektiv är det inte ett problem att projekt misslyckas i början av framväxtprocessen utan det ses snarare som en förutsättning för att en teknik med hög potential ska kunna bli dominerande längre fram. En viktig fråga för framtida forskning handlar om hur demonstrationsprojekts processresultat ska kunna mätas och bedömas. Att betrakta projekt ur ett processperspektiv medför troligtvis att alla projekt förr eller senare visar sig ha någon betydelse och inverkan på förändringsprocessen. Detta utgör emellertid inte ett tillräckligt argument för att satsa på ett visst demonstrationsprojekt. Det är därför viktigt att fortsätta studera hur nyttan av ett demonstrationsprojekt kan bli så stor som möjlig.

I rapporten diskuteras hur demonstrationsprojekt kan användas som ett instrument för att inverka på förändringsprocessen. Det sker däremot ingen ingående behandling av vilka alternativ som finns till att använda demonstrationsprojekt för att få igång teknikframväxten. Demonstrationsprojekt har kritiserats för att vara oekonomiska och ineffektiva (Norberg-Bohm 2002). I vissa skeden är genomförandet av dem inte det mest lämpliga eller effektiva instrumentet för att påverka utvecklingen åt ett visst håll. När det handlar om att stimulera skalekonomin har exempelvis denna typ av projekt spelat ut sin roll. Ekonomiska styrmedel som subventioner och skatter kan dock vara ett bra komplement till demonstrationsprojekt för att öka förändringstakten. Det är i detta sammanhang viktigt att poängtera att olika typer av styrmedel ger olika effekt och valet av styrmedel bör därför anpassas till teknikens mognadsgrad. Det finns de som menar att demonstrationsprojekt och andra tekniks specifika FUD-satsningar utgör ett mer kostnadseffektivt sätt att skapa och upprätthålla mångfald när tekniken är ny än generella ekonomiska styrmedel som gröna elcertifikat och koldioxidskatter (Sandén och Azar 2003). Frågan om hur effektivt genomförandet av demonstrationsprojekt är i förhållande till andra styrmedel och åtgärder vore därför intressant att undersöka vidare.

Resultatet i denna rapport baseras på fallstudier av två vindkraftprojekt. Som ett alternativ till att göra kvalitativa fallstudier av ett fåtal specifika projekt kunde en statistisk undersökning av ett större antal projekt utföras. Det hade emellertid varit svårare att få en känsla för dynamiken i demonstrationsprojekten och att belysa de sociala aspekterna i en sådan undersökning. Det skulle dock vara värdefullt att kunna jämföra resultatet av denna undersökning med andra fallstudier och då även med projekt inom andra teknikområden. Det skulle också vara intressant att följa ett pågående projekt genom deltagande observation. Då skulle aktörernas beteende, relationerna mellan dem och de eventuella kulturkrockar som uppstår kunna studeras mer ingående. En sådan studie kan motiveras med att de sociala aspekterna av demonstrationsprojekt visat sig vara betydelsefulla. Som ett komplement till fallstudier av demonstrationsprojekt kunde olika aktörers syn på instrumentet demonstrationsprojekt undersökas närmare. Vilka kriterier styr statliga projektbidrag idag och hur väljer övriga aktörer vilka projekt de ska medverka i?

Avslutningsvis kan sägas att min förhoppning är att den diskussion som förs i rapporten ska sprida uppfattningen att demonstrationsprojekt måste ses som något mer än en isolerad teknisk företeelse. Resultatet visar att det är viktigt att betrakta teknikframväxt ur ett mer långsiktigt tidsperspektiv samtidigt som hänsyn tas till andra faktorer än de rent tekniska.

8. Referenser

Publicerade:

Andersson, B. A. (2001). *Material Constraints on Technology Evolution: The case of scarce metals and emerging energy technologies*. Avdelningen för Fysisk Resursteori, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborgs Universitet, Göteborg.

Andersson, B. A. och Jacobsson, S. (2000). Monitoring and assessing technology choice: the case of solar cells. *Energy Policy* 28: 1037-1049.

Arthur, B. W. (1988). Competing technologies: an overview, i Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. och Soete, L. (red.) *Technical change and economic theory*. Pinter Publishers, London: 590-607.

Arvidsson, U. och Hilding, S. (2000). *Utvärdering av småskaligt vindkraftverk*. Elforsk rapport 00:21, Projekt 2069.

David, P. (1985). Clio and the economics of QWERTY. *Economic history* 75:332-337.

Engström, A. (2001). Satsning på vindkraft en ren besparing. *Borås Tidning*, 2001-11-09.

Grübler, A. (1998). *Technology and Global Change*. Cambridge University Press, Cambridge.

GE (1988). Göteborg Energi Årsredovisning 1988.

GE (1990). Göteborg Energi Årsredovisning 1990.

GP (1987). Vindkraftverk klart nästa år. *Göteborgs-Posten* 1987-02-04.

GP (1992). Här slår mobben till. *Göteborgs-Posten* 1992-06-19.

Heyman, E., Johnsson, M. (2000). Vindsnurra som experiment i Gårdsten. *Göteborgs-Posten*, 2000-11-12.

Hughes, T. P., (1987). The evolution of large technological systems, i Bijker, W. E., Hughes, T. P. och Pinch, T.J. (red.) *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

IEA (1992). *IEA Wind energy annual report 1991*. International Energy Agency, NUTEK 1992:4.

IEA (1993). *IEA Wind energy annual report 1992*. International Energy Agency, NUTEK 1993:4.

IEA (1994). *IEA Wind energy annual report 1993*. International Energy Agency, NUTEK 1994:4.

Jacobsson, S., Sandén, B. och Bångens, L. (2002). Transforming the energy system – the evolution of the German technological system for solar cells. *Technology Analysis and Strategic Management* (kommande).

Jacobsson, S. och Johnson, A. (2000). The diffusion of renewable energy technology: An analytical framework and key issues for research. *Energy Policy* 28: 625-640.

Johnson, A. och Jacobsson, S. (2001). The emergence of a growth industry – the case of wind turbine industry in Sweden, Germany and the Netherlands, i Metcalfe, S. och Cantner, U. *Transformation and Development: Shumpeterian Perspectives* (kommande). Physica/Springer, Heidelberg.

Karlström, M. och Andersson, B. (2003). *Selecting and Assessing Demonstration projects: the Case of Fuel Cells and Hydrogen systems*. Presentation at ASEAT/Institute of Innovation Research conference: Knowledge and Economic and Social Change: New Challenges to Innovation Studies, Manchester, UK.

Karnøe, P. och Garud, R. (1997). Path creation and dependence in the Danish wind turbine field, i Porac, J. och Ventresca, M. (red.) *Social construction of industries and markets*, Pergamon Press.

Kolare, S. (1989). Nu blåser nya vindar. Svenska elektrikerföreningen, *EL* 1989/1.

KVAB (1990). Vindkraft i dag och i morgon: Information från Kraftföretagens Vindkraft AB. Karlerik Lindgren/Stellan Stål tryck.

Löfström, G. (2001). Slutsnurrat i Pitch Wind. *Borås Tidning*, 2001-04-28.

Moon, D. (2001). *Demonstrating cleaner vehicles – Guidelines for success*. Januari 2001 European Commission Transport RTD Programme UTOPIA project.

Neij, L. (1999). *Dynamics of energy systems – Methods of analysing technology change*. Avdelningen för Miljö- och energisystem, Lunds Universitet.

Norberg-Bohm, ed. (2002). *The role of government in energy technology innovation: Insights for government policy in the energy sector*. Energy Technology Innovation Project, Belfer Center for Science and International Affairs, John F. Kennedy School of Government, Harvard University.

NUTEK (1993). *Utvärdering av stödet till biobränsleeldad kraftvärme samt vindkraft*. NUTEK 1993:29.

Pinch, T.J. och Bijker, W.E. (1987). The social construction of facts and artefacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other, i Bijker, W. E., Hughes, T. P. och Pinch, T.J. (red.) *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Roadway, A. (2001). Nu rivs vindkraftverket ner. *Borås Tidning*, 2001-10-09.

Sandén, B. och Azar, C. (2003). *Near-term technology policies for long-term climate targets*. Avdelningen för Miljösystemanalys, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.

Summerton, J. (1998). Stora tekniska system: en introduktion till forskningsfältet, i Kaijser, A. och Blomkvist, P. (red.) *Den konstruerade världen: tekniska system i historiskt perspektiv*. B. Östlings bokförlag, Symposion, Eslöv.

SVIF (2003). PitchWind Systems AB: vindprofilen 1. i *Medvind 1/2003*, Utgivare: Svensk Vindkraftförening.

Sydvik, P. (1997). Vindkraftplaner oroar granne. *Göteborgs-Posten*, 1997-08-06.

SOU (1998). *Vindkraften – en ren energikälla tar plats*. Lägesrapport från Vindkraftutredningen, SOU 1998:152.

STEM (2000). *En ny långsiktig strategi för arbetet med forskning och utveckling, demonstration, teknikupphandling och marknadsintroduktion inom energiområdet*. Statens Energimyndighet.

STEV (1985). *Vindkraft – Resultat och slutsatser från det svenska vindenergiprogrammet*. Statens Energiverk 1985:1.

STEV (1988). *Ny elproduktionsteknik 1987-1990: Värmekraft/Kraftvärme, Nya processer för elproduktion, Vindkraft*. Statens Energiverk 880920.

Thurén, T. (1997). *Källkritik*. Almqvist & Wiksell, Stockholm.

Unruh, G.C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy* 28: 817-830.

Westling, J. (1999). Gårdsnurran många vill ha men inte kan få: tillverkare önskar sig enklare bygglov och högre elpris. *Ny teknik* 1999 häfte 41, bil., sida 20-21.

Wizelius, T. (1997). PitchWind tillverkar svensk gårdsmölla: vindkraften på väg upp i fjällen. *Energimagasinet* 1997, häfte 2, sida 30, 32-36.

Wizelius, T. (2002). *Vindkraft i teori och praktik*. Studentlitteratur, Lund.

Opublicerade:

GE 2069 (opubl.). Opublicerad skriftlig källa bevarad i Göteborg Energis arkiv under titeln Elforskprojekt 2069. Källmaterialet består bland annat av mötesprotokoll, avtal och brev mellan deltagande parter, tidsplaner och dokument från tillståndsansökan.

GE Risholmen (opubl.). Opublicerad skriftlig källa bevarad hos Lars Hammarson på Göteborg Energi. Källmaterialet består av tre pärmar innehållande diverse drift rapporter, mötesprotokoll, avtal, tidsplaner, brevkorrespondens, uttalande från olika parter, rapporter från besiktningar samt personliga handskrivna anteckningar från projektiden.

Internetsidor:

Elforsk (2003). Elforsk AB, www.elforsk.se, 2003-06-11.

FFA (2003). Avdelningen för flygteknik, Totalförsvarets forskningsinstitut, www.ffa.se, 2003-03-16.

GE (2003). Göteborg Energi AB, www.goteborgenergi.se, 2003-04-20.

Göteborgsvind (2003). Göteborgsvind, <http://www.geocities.com/gbgv1>, 2003-06-08.

IEA (2003). International Energy Agency, <http://www.afm.dtu.dk/wind/iea/index.html>, 2003-05-21.

PitchWind (2003). PitchWind Systems AB, www.pitchwind.se, 2003-05-27.

Sydkraft (2003). Sydkraft AB, www.sydkraft.se, 2003-05-21.

Personlig kommunikation:

Ahlmann, B. (2003) Intervju och telefonintervju med Bengt Ahlmann, Sydkraft Miljö & Utveckling, 3 och 7 april.

Andersson, I. (2003). Intervju med Ingemar Andersson, Chef Forskning och Utveckling, Göteborg Energi AB, 7 april.

Arvidsson, U. (2003). Telefonintervju med Ulf Arvidsson, Ansvarig för programområde El- och värmeproduktion, Elforsk AB, 4 april.

Carlson, O. (2003). Intervju med docent Ola Carlson, Elteknik, Chalmers Tekniska Högskola, 7 april.

Dahlroth, B. (2003). Telefonintervju och kommunikation via e-post med Björn Dahlroth, Miljö, Energi och Teknisk försörjning, Kommunförbundet i Stockholms län (KSL), 31 mars och 2 april.

Dalén, G. (2003). Telefonintervju och kommunikation via e-post med Göran Dalén, Airicole AB, 19 och 31 mars samt 4 april.

Engström, S. (2003). Kommunikation via e-post med Staffan Engström, Nordic Windpower AB, 31 mars, 1 och 14 april.

Frost, B-A. (2003). Telefonintervju med Bengt Allan Frost, VD Marks Värme, 26 maj.

Hammarson, L. (2003). Intervju, telefonintervju och kommunikation via e-post med Lars Hammarson, Göteborg Energi AB, 25 februari, 12 och 23 mars, 17 april.

Hartman, E. (2003). Telefonintervju med Eskil Hartman, Sperlingsholms Kraft, 19 maj.

Hilding, S. (2003). Telefonintervju med Sten Hilding, 6 april.

Jonasson, K. (2003). Intervju och kommunikation via e-post med civilingenjör Kjell Jonasson, Göteborg Energi AB, 10 mars, 7 och 23 april.

Karlsson, U. (2003). Telefonintervju med näringslivssekreterare Urban Karlsson, Marks kommun, 4 april.

Lagerholm, O. (2003). Telefonintervju med Olle Lagerholm, 25 april.

Svensson, G. (2003). Telefonintervju med Göran Svensson, ansvarig för FoU och Miljö, Vattenfall AB, 27 mars.

Thor, S-E. (2003). Telefonintervju med Sven-Erik Thor, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Avdelningen för Flygteknik, institutionschef för Vindenergi och luftfartsteknisk miljöforskning, 19 mars och 25 april.

Åkesson, L. (2003). Kommunikation via e-post med Lars Åkesson, PitchWind Systems AB, 6 och 13 april.

Appendix A: Intervjumall

Nedan redovisas de standardfrågor som ställdes vid intervjuerna. Frågorna varierade något beroende på den intervjuades relation till projekten samt om personen representerade sig själv eller sin organisation.

- Hur ser din/företagets bakgrund ut inom vindenergiområdet?
- Vilken var din/företagets roll i projektet?
- Varför ville du/företaget medverka i projektet?
- Vilket var projektets syfte? Uppfylldes det?
- Hur fungerade samarbetet mellan olika parter under projektet?
- Hade du/företaget tidigare haft kontakt med någon av de övriga aktörerna?
- Knöts några nya kontakter?
- Tror du att allmänhetens inställning till vindkraft påverkades av projektet?
- Skedde någon mediabevakning av projektet? Hur skildrades det i så fall i massmedia?
- Hur upplevdes (lokal-) politikernas inställning till projektet?
- Vilken betydelse har projektet haft för företagets verksamhet?
- Vilka lärdomar har man från företagets sida gjorts av projektet? Vilka erfarenheter och lärdomar har du själv tagit med dig till andra projekt?
- Hur var timingen för projektet med avseende på dess syfte samt läget i Sverige vid den aktuella tidpunkten?
- Anser du att projektet borde genomförts på samma sätt om det gjorts om idag? Om nej, vad skulle förändrats?
- Vilka hinder och svårigheter, såväl av teknisk som icke-teknisk karaktär, stötte man på under tiden?
- Vad anser du var lyckat och mindre lyckat med projektet?

Appendix B: Förteckning över intervjuade personer

Nedan listas de personer som intervjuats samt deras relation till respektive projekt.

Fallstudie I - Medelstort aggregat på Risholmen *Göteborg Energi AB*

Lars Hammarson, representerade Energiverken i Göteborg, senare Göteborg Energi, under projektet. Arbetade som driftingenjör och hade driftansvaret för vindkraftverket.

Olle Lagerholm, direktör för Energiverken i slutet av 1980-talet.

Ingemar Andersson, är idag chef för Forskning och Utveckling. Kom i viss kontakt med projektet under tiden det genomfördes då han arbetade som elverkschef.

Kjell Jonasson, följde projektet men var inte direkt delaktig.

Kraftföretagens Vindkraft AB

Sten Hilding, kraftverksdirektör för KVAB. Hade tidigare arbetat med vatten- och kärnkraft.

Göran Svensson, projektledare. Arbetade på Vattenfall. Hade deltagit i Kalkugnen- respektive Näsuddenprojektet innan han engagerades i KVAB.

Göran Dalén, arbetade på Vattenfall och kom därigenom i kontakt med projektet. Hade tidigare jobbat med Maglarpaggregatet på Karlskronavarvet och Svenska Varv Vindenergi AB. Anlitades bland annat för bladinspektion av vindkraftverket.

Björn Dahlroth, arbetade för Svenska Kraftverksföreningen som ägde 25 % av KVAB. Assisterade projektledaren vid flera tillfällen.

Statliga myndigheter

Staffan Engström, arbetade med vindkraftfrågor på Statens Energiverk när projektet ägde rum och har även representerat Sverige i IEA-sammanhang. Är antälld på Nordic Windpower AB.

Forskningsinstitut

Sven-Erik Thor, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Avdelningen för Flygteknik, institutionschef för Vindenergi och luftfartsteknisk miljöforskning

Ola Carlson, Chalmers tekniska högskola, Elteknik

Fallstudie II – Småskaligt vindkraftverk Elforskprojekt 2069

Elforsk AB

Ulf Arvidsson, ansvarig för programområde El- och värmeproduktion, Kontaktperson för Elforsk under projektet.

Sten Hilding, projektledare och konsult åt Elforsk. Hade tidigare i egenskap av kraftverksdirektör för KVAB deltagit i Risholmen-projektet.

Sydskraft AB

Bengt Ahlmann, kontaktperson för Sydkraft AB, Miljö och Utveckling. Var tidigt personligt intresserad av vindkraft. Har ett förflutet inom kärnkraften.

Eskil Hartman, anställd på Sperlingsholms Kraft som var värd åt Sydkrafts aggregat under projektet och därefter tagit över det.

Göteborg Energi AB

Kjell Jonasson, kontaktperson för Göteborg Energi i projektet.

Ingemar Andersson, Chef för Forskning och Utveckling. Deltog vid ett par projektmöten.

Vattenfall AB

Göran Dalén, representerade Vattenfall Energiförsäljning och Marknadsutveckling respektive Vattenfall Lokal Energi. Hade även deltagit i Risholmen-projektet.

Marks kommun

Urban Karlsson, näringslivssekreterare

Bengt Allan Frost, VD för Marks Värme som var värd för det ena aggregatet.

PitchWind AB

Lars Åkesson, var anställd av PitchWind och är numera ägare av nystartade PitchWind Systems AB

Forskningsinstitut

Sven-Erik Thor, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Avdelningen för Flygteknik, institutionschef för Vindenergi och luftfartsteknisk miljöforskning. FFA ansvarade för utvärdering av vindkraftverkets prestanda.

Ola Carlson, Elteknik, Chalmers Tekniska Högskola. Elteknik ansvarade för utvärdering av elsystemet.