

Daniel Ødegård

Stabil fornybar diffusjon i et ustabil politisk rammeverk

En teknologisk innovasjonssanalyse av fornybar energi i Storbritannia

Masteroppgave i Statsvitenskap
Veileder: Espen Moe
Trondheim, januar 2018

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for sosiologi og statsvitenskap

Førord

Først ønsker jeg å takke veilederen min, Espen Moe, for utfyllende kommentarer og kritiske spørsmål i perioder hvor flytende ideer måtte konkretiseres. En takk rettes også til Tor Håkon Jackson Inderberg, som inspirerte meg i oppgaveutvelgelsen.

Jeg ønsker også å takke alle medstudenter for de gode årene på NTNU. Veien frem til en ferdig masteroppgave var lang, men studietiden vil fremst huskes som en morsom og interessant periode med mange artige samtaler og påfunn.

Til slutt ønsker jeg å takke min samboer Anna for å ha støttet meg gjennom denne ambivalente skriveperioden.

Sammendrag

Denne masteroppgaven ser på innovasjonssystemet innen fornybar energi i Storbritannia. Fornybar energi har blitt installert i Storbritannia i et jevnt tempo, og står i dag for cirka en fjerdedel av den genererte elektrisiteten. Den stabile oppgangen kan derimot ikke forklares gjennom de politiske støtteordningene, som har vært uklare, uforutsigbare, og byttet ut flere ganger. Denne avhandlingen argumenterer for at det teknologiske innovasjonssystemet innen fornybar energi er den viktigste faktoren til den stabile fremgangen.

Det teknologiske innovasjonssystemet defineres her gjennom syv funksjoner, og oppgaven prøver derfor å analysere hvordan funksjonene er relevante for innovasjonssystemet. Dette ble gjort ved å lese gjennom og kategorisere nyheter innen fornybar energi i Storbritannia i perioden 2000-2014, hvor 459 ulike hendelser ble identifisert og kategorisert i de ulike funksjonene. Datamaterialet ble supplementert med andre relevante rapporter og forskningsartikler for å svare på hvordan det teknologiske innovasjonssystemet kan forklare det stabile fornybare diffusjonen i Storbritannia.

Innhold

Forord	1
Sammendrag.....	3
1. Innledning.....	7
2. Nasjonale politiske ordninger for fornybar produksjon	9
2.1 Non-Fossil Fuel Obligation	10
2.2 Renewable Obligations	13
2.3 Electricity Market Reform.....	16
2.4 Utfordringer knyttet til NFFO, RO og EMR.....	17
3.0 Fornybar energi i Storbritannia	21
4.0 Teori	25
4.1 Det sosiotekniske regimet	26
4.2 Innovasjonssystem	29
4.3. Teknologiske innovasjonssystem.....	32
4.4 Funksjoner i det teknologiske innovasjonssystemet	34
4.5 Hvordan funksjonene henger sammen	37
5 . Metode og design	38
5.1 Forskningsdesign.....	38
5.2 Innsamling av data	39
5.3 Reliabilitet og validitet	42
6. Analyse.....	43
6.1 Strukturanalyse.....	43
6.2 Deskriptiv data	48
6.3 2000-2006: Utvelgelse og etablering	51
Fornybar generelt	51
Offshore vind.....	54
Onshore vind	57

Bølge- og tidevannskraft	59
Biomasse	60
Solkraft	61
6.4 2007-2010: Storsatsing, markedsetablering	62
Fornybar generelt	62
Offshore vind.....	65
Onshore Vind	68
Bølge- og tidevannskraft	70
Biomasse	71
Solkraft	72
6.5 2011-2014 Satsing på solkraft og fornyet kunnskapsutvikling innenfor vindkraft.....	73
Fornybar generelt	73
Offshore vind.....	75
Onshore vind	76
Bølge- og tidevannskraft	77
Biomasse	78
Solkraft	78
6.6 Grafisk fremstilling	79
6.7 Et godt innovasjonssystem?	87
6.8 Hvorfor innovasjonssystem er av betydning	95
7. Avslutning	98
Litteraturliste	100

1. Innledning

Utformingen av britisk fornybar energipolitikk har vært ustabil og uforutsigbar. ‘Non Fossil Fuel Obligation’ (NFFO) var den første fornybare ordningen, initiert i 1990. Denne ordningen skulle fremst sikre at Storbritannia utforsket og utnyttet alternative energikilder som i fremtiden kunne generere energi innenlands og dermed også eksporteres (Wood & Dow, 2011). Hensikten med NFFO var finansiering av de ekstra kostnadene ved å bygge opp kjernekraft, der energileverandørene ble tvunget til å kjøpe ikke-fossilt energi til en høyere pris gjennom auksjoner. I 2002 ble dette imidlertid erstattet med ‘Renewable Obligation’ (RO), som er et byttbart grønt sertifikat/kvotesystem. I denne ordningen setter regjeringen et minimum for andelen elektrisitet som blir anskaffet fra ulike fornybare kilder av elektrisitetsleverandører, som må anskaffe et grønt sertifikat (ROC) for det satte målet av fornybar generering for hver årlige periode. Det som har vært hovedproblemet for denne ordningen er den lave utkjøpsprisen for sertifikatet dersom det ikke ble produsert nok fornybar energi. Pengene fra utkjøpsprisene ble deretter allokert tilbake til elektrisitetsleverandørene, som ga mulighet for å underlevere og fortsatt få subsidier. Ettersom dette har vist seg å være en mindre effektiv politikk – som først og fremst holdt energiprisene nede, uten å gi klare nok insentiver for å satse fornybart – ble det innført en tredje ordning av den nye koalisjonsregjeringen i 2010, nemlig ‘Electricity Market Reform’ (EMR). De to viktigste komponentene i denne ordningen innebar: (1) kapasitetsmarkeder, en ny allokering metode som gir subsidier til de selskapene som genererer eller distribuerer med pålitelighet og (2) Contracts for Difference, der differansen mellom avtaleprisen og referanseprisen betales til de selskapene som investerer i et fornybart kraftverk. Denne ordningen introduserte også en Feed-in tariff for småskalagenerering, men budsjettene for disse kontraktene ble kuttet i 2012 (Muhammad-Sukki et al., 2013), og det har kun vært to allokering runder i kapasitetsmarkedene. Hittil har denne ordningen ikke fungert slik det var ønsket, noe som ble særlig vektlagt av energi- og klimaminister Amber Rudd i hennes kjente reset-tale (Rudd, 2015). De tre ordningene har generelt blitt mye kritisert under deres livsløp, og det har derfor også vært mange mindre reformer som har forsøkt å løse noen av problemene ved disse. Denne typen “stop and go” politikk kan synes å være problematisk for utviklingen av den fornybare produksjonen. Politikktutformingen har med andre ord ikke fungert som forventet, og det har dermed vært et lite stabilt rammeverk for energibransjen.

Imidlertid har den fornybare produksjonen i Storbritannia likevel hatt en stabil økning i alle årene siden 2000. Dersom vi ser på den fornybare kapasiteten og genereringen har den utvilsomt økt i et stabilt tempo. Følgelig viser tallene til en annen situasjon – nemlig, at det har vært et stabilt og sikkert rammeverk som også har muliggjort å installere nye fornybare energikilder hvert år.

Dette gir opphav til følgende spørsmål: Hvordan kan denne stabile oppgangen forklares? Med henblikk på det ustabile politiske rammeverket samt at NFFO, RO og EMR har blitt kritisert for en rekke mangler og uklarheter, kan det synes som at politikkordningene ikke spiller en betydelig rolle for installering av fornybare kilder. Dersom situasjonen kan utlegges følgende, hva er i så fall den viktige faktoren?

Storbritannia har et av de mest liberaliserte energimarkedene i verden, en prosess som ble satt i gang allerede under Margaret Thatcher sin regjering, og med energiminister Nigel Lawson i spissen. I en tale til det britiske instituttet for energiøkonomi formulerte Lawson sine planer følgende: “Our task is rather to set a framework which will ensure that the market operates with a minimum of distortion and energy is produced and consumed efficiently” (Pearson & Watson, 2012, s.7). Thatchers regjering privatiserte både selskapet ‘British Gas’ og elektrisitetsindustrien på slutten av 80-tallet, samtidig som regjeringen også solgte store deler av sine aksjer i ‘British Petroleum’. De nye selskapene som vokste opp som følge av liberaliseringen, startet dessuten å importere mer kull og gass.¹

Dette liberaliserte energimarkedet stod dermed som et ideal frem til midten av 2000-tallet. Det politiske klimaet kan synes å ha forandret seg i kjølvannet av en rekke hendelser, blant annet den økende involveringen i den russiske energisektoren, gasskonflikten mellom Russland og Ukraina i 2008, og høyere energipriser (Kern, Kuzemko & Mitchell, 2015). Det ble lagt større fokus på energisikkerhet samt oppbyggingen av en usikker sektor. Særlig etter valget i 2010 ble koalisjonen mellom de konservative og de liberale enige i en mer intervenserende politikk med styrkede politiske instrumenter gjennom EMR. Dette har imidlertid også blitt kritisert for å være et halvhjertet forsøk på å gripe sektoren, samtidig som

¹ Mange land som privatiserte sine energimarkeder i ettertid fulgte nemlig i Storbritannia sine fotspor.

det har blitt argumentert for at de lange tradisjonene med liberaliserte energimarkeder har ført Storbritannia inn i en “ideologisk limbo” (Keay, 2016). Energipolitikken opplever derfor fortsatt mye ustabilitet, der det er vanskelig å vite hva som vil være det neste steget.

Henholdsvis oppsummerer Keay dagens energipolitikk følgende: “The situation remains half-planned, half market-based, but with the disadvantages of each approach” (Keay, 2016, s.249).

Avhandlingens hypotese er at det teknologiske innovasjonssystemet innen fornybar teknologi i Storbritannia kan i større grad forklare den stabile oppgangen, i motsetning til de ulike ordningene. Siden midten av 90-tallet har den britiske regjeringen uttrykt ønske om mer innovasjon innenfor fornybar energi, og det globale innovasjonssystemet for vindenergi² har beviselig fungert meget godt (Foxon et al., 2005). Utgangspunktet er at det er innovasjon og hvordan man drar nytte av den teknologiske utviklingen som er avgjørende for at et land omstiller seg til ny teknologi, uansett om den teknologien produserer i landet eller utenfor statens grenser. Denne hypotesen vil testes ved å analysere det teknologiske innovasjonssystemet omkring fornybar teknologi i Storbritannia. Dette gjøres gjennom en historisk prosessmetode som søker å forklare dynamikken i innovasjonssystemet gjennom ulike funksjoner. Datamaterialet består av nyhetsartikler som komplementeres med relevante forskningsartikler og rapporter. Analysen gjennomføres ved at hendelsene som analyseres blir lagret i ulike databaser og klassifisert i ulike kategorier. Ettersom noen hendelser vil ha positive funksjoner, mens andre vil ha negative funksjoner, vil det markeres med +1 og -1 for å indikere hva slags funksjon de ulike hendelsene har hatt. Intensjonen er å skrive en kronologisk historie omkring innovasjonssystemets forandringer på bakgrunn av det gjennomgåtte analysearbeidet, for så å kunne svare på problemstillingen: hvordan og hvorfor har innovasjonssystemet påvirket den fornybare utviklingen i Storbritannia.

2. Nasjonale politiske ordninger for fornybar produksjon

Siden 1990-tallet har Storbritannia vært i en politisk strid som dreier seg om Storbritannia burde satse på karbonmekanismer eller fornybar energi som sin hovedstrategi for å redusere utslippene (Mitchell & Connor, 2004). I alle kampene har fornybar energi vunnet på grunn av

² Vindkraft er den viktigste kilden for fornybar energi i Storbritannia

potensialet for å produsere fornybar energi for å dekke forespørselsbehovet. Storbritannia nyter godt av meget gode ressurser på vind, vann og bølger, samt muligheter for biomasse- og solenergi (Pollitt, 2010). Tilgangen til gode naturressurser muliggjør en kraftig satsing på fornybar energi, men karbonfangst og kjernekraft har også spilt sin rolle i forsøket på å redusere utslippene.

Til tross for mange ulike politiske ordninger er det likevel noen fellestrekk som er påfallende. Det viktigste politiske målet for Storbritannia – og for de ulike ordningene – har vært å løse “energi-trilemmaet”. Dette består i at ordningene har arbeidet for å oppnå energisikkerhet, klimavennlige løsninger og økonomisk effektivitet samtidig (Keay, 2016; Hammond & O’Grady, 2016). Dette trilemmaet synes å være en nærmest umulig oppgave å løse uten at det går ut over en av målene. Viktigheten av målene har riktignok forandret seg noe over tid – der man på 1990-tallet anla større fokus på økonomisk effektivitet, skiftet dette på starten av 2000-tallet til å heller finne klimavennlige løsninger for høyere pris. Omkring 2006 var energisikkerhet det gjennomgående temaet, mens det økonomiske ble gjenopptatt under Theresa May.

I de følgende delkapitlene vil de ulike politikordningene for fornybar energi presenteres og diskuteres.

2.1 Non-Fossil Fuel Obligation

Starten av den praktiske gjennomføringen av privatiseringen av energiindustrien sammenfalt med Margaret Thatcher sin avgang som statsminister i november 1990, en prosess som var videreført og fullført av hennes erstatter, John Major. De viktigste komponentene i denne prosessen var privatiseringen av ‘National Grid Company’ og ‘Central Electricity Generating Board’, som ble til selskapene ‘National Power’ og ‘PowerGen’. I tillegg ble selskapene ‘Scottish Power’ og ‘Scottish Hydro-Electric’ opprettet for å dekke hele Storbritannia. De opprinnelige eiendelene i ‘National Grid Company’ ble overført til regionale elektrisitetsselskaper, som var delprivate selskaper som staten beholdt aksjer i. (Pearson & Watson, 2012). Etersom energimarkedet på 80- og 90-tallet var stabilt ble tidspunktet for å

liberalisere markedet optimalt – energiforsyningen var høy, prisene var lave, og veksten i gasskraftverk reduserte utslippene fra sektoren (Keay, 2016).

På starten av 90-tallet ble også gasskraft et stort satsingsprosjekt, både på grunn av utslippsreduksjoner og lave priser. Spesielt kullindustrien led på grunn av denne satsingen. Regjeringen hadde arbeidet for å legge ned store deler av kullproduksjonen allerede under Thatcher, noe som også ble videreført av Major-regjeringen. Etter den lange streiken i kullindustrien i 1984-85 var det totalt 169 kullgruver og 220 000 ansatte igjen. Disse tallene ble sakte, men sikkert redusert til kun 50 gruver og 54 000 ansatte i oktober 1992 (Pearson & Watson, 2012). Kullindustrien hadde vanskeligheter med å konkurrere mot den billige prisen på gass, og regjeringen uttrykte at industriene måtte klare seg selv uten hjelp eller subsidier fra regjeringen. Dette gjaldt særlig de “skitne” industriene. Likevel var det i Storbritannia sin beste interesse å ha flere energikilder for å sikre seg mot uforutsette hendelser, og med kullproduksjonens nedgang måtte det satses på andre, alternative kilder.

Et av disse alternative kildene ble kjernekraft. Denne energiløsningen var dyr å bygge opp, men var forventet å gi stabil og billigere produksjon i fremtiden. For å bygge opp næringen valgte derfor datidens regjering å subsidiere kjernekraftindustrien gjennom Non-Fossil Fuel Obligation, eller NFFO (Mitchell & Connor, 2004). Det ble introdusert en “Non-Fossil Fuel Levy” på elektrisitetsprisene for å betale for utgiftene knyttet til oppbyggingen av kjernekraft, og energileverandørene ble tvunget til å kjøpe kjernekraft (og etterhvert fornybar energi) til en høyere pris enn markedsprisen av NFFO. For å være en av selskapene som produserte energi for NFFO måtte de vinne en auksjon innenfor sin respektive energikilde, og de som kunne produsere den billigste energien fikk kontrakter til å produsere energien som var sikret salg. Auksjonene ble holdt av Non Fossil Purchasing Agency, mens Department of Trade and Industry (DTI) tok avgjørelsene om hvor mye av hver energikilde som skulle produseres (Mitchell, 2000). Regjeringen ønsket riktignok ikke at det skulle se ut som en direkte subsidiering av kjernekraftindustrien, og ordningen ble forandret til å støtte alle ikke-fossile energikilder (Pollitt, 2010). NFFO ble dermed den første ordningen som skulle støtte fornybare energikilder.

Det sentraliserte bud-systemet NFFO varte i perioden 1990-19983 som en mekanisme for å hjelpe kjernekraft inn i det nye private markedet. Målene til NFFO forandret seg noe over tid, og kan deles inn i to perioder. Den første perioden, fra planleggingen og starten av NFFO til 1994, hadde tre hovedmål: (1) Stimulere for optimal økonomisk utforsking av alternative energikilder, (2) opprette, samt utvikle alternativer for fremtiden og (3) oppfordre den britiske industrien til å utvikle nok kapasitet for innenlands- og eksportmarkedet (Wood & Dow, 2011). Intensjonen var derfor å opparbeide gode økonomiske løsninger for fremtiden, uten at det ble satt noe fokus på et bærekraftig klima.

Dette forandret seg imidlertid utover på 90-tallet, ettersom klima og miljø ble et gjennomgående emne internasjonalt. I 1994 ble det henholdsvis formulert to nye mål for NFFO: (1) Å anlegge et større fokus på de miljømessige fordelene ved fornybar energi, og (2) å forstå barrierene for økt installasjon (Ibid). Fornybar energi fikk dermed en større rolle i energiplanene til regjeringen på grunn av miljøfordelene, samtidig som det kunne fremsettes planer for å innfase nye typer teknologier for økt produksjon.

Denne dreiningen mot fornybar energi må imidlertid også ses i sammenheng med kjernekraftens nedgang. I 1995 publiserte den britiske regjeringen en gransking av fremtiden til kjernekraft, som fastslo at det ikke trengtes flere kjernekraftverk for å redusere utslippene, og at den kontroversielle energikilden ikke var kommersiell attraktiv (Pearson & Watson, 2012). Gass var en av de nye kildene som kunne produsere mye energi, men det trengtes mangfoldighet i energiproduksjonen for å sikre seg stabil produksjon. Fornybar energi var i den sammenheng et attraktivt alternativ ettersom det ville holde utslippene nede, samtidig som det i fremtiden kunne gi en større grad av energisikkerhet.

NFFO skulle bidra til at prosessen for å bygge opp produksjonen raskt. Med en gang et selskap fikk tillatelse til energiproduksjon ble de gitt nødvendige midler for å starte produksjonen umiddelbart. Kontraktene for energiproduksjonen ble gitt samme dag som selskapet hadde vunnet budrunden og arbeidet med å få byggetillatelse, produsere vindmøller og lage vindparkene skjedde nærmest samtidig (Mitchell & Connor, 2004). I realiteten var det

³ Planlagt i 1988

likevel ingen klar fremgang – distribusjonen gikk sakte på grunn av problemer knyttet til byggetillatelser. NFFO ble fort en politisk ordning som ga mange kontrakter, men hvor den praktiske gjennomføringen uteble. Det er særlig to problemer med NFFO som ble synlige: (1) Det ble gitt for lite penger til selskapene som skulle bygge nye kraftverk, noe som førte til at kontraktene alltid ble gitt til budene med lavest kostnader, og (2) selskapene som ikke fulgte opp kontraktene sine fikk ingen økonomisk straff, som gjorde at man kunne komme med lave bud uten å vite om det lot seg gjennomføre (Ibid).

I mai 1997 vant Labour regjeringsmakt, etter 18 år med konservativt styre. Tony Blairs nye sentrumsorienterte “New Labour” regjering aksepterte den dominerende rollen til markedskapitalismen, og ønsket et tettere samarbeid med det private enn det som hadde vært tilfellet under tidligere Labour-regjeringer. Dette gjaldt også den nye energipolitikken. John Battle, den nyansatte energiministeren hevdet i etterkant av valget, i sin tale, at den nye regjeringen ønsket å bruke konkurransen i energimarkedet til å holde energiprisene så lave som mulige for de private husholdningene, samtidig som de skulle følge opp de miljømålene som var satt (Pearson & Watson, 2012). Optimismen var stor etter valget – regjeringen satte mål om at fornybar energi skulle stå for 10% av energiforsyningen innen 2010, og fornybar energi ble et stadig gjennomgående diskusjonstema i energisektoren (Mitchell & Connor, 2004). Det som derimot ble synlig var de dårlige resultatene NFFO produserte. NFFO 4- og 5-auksjonene som ble holdt i 1997 og 1998 viste seg å bli en stor katastrofe i kjølevannet av for få byggetillatelser og lave bud. De fleste av kontraktene ble oppriktig aldri gjennomført. Disse to auksjonene ble følgelig de siste auksjonene i en billig, men lite effektiv politikk.

2.2 Renewable Obligations

I 1998 etablerte handels- og industridepartementet en arbeidsgruppe med hensikten om å utarbeide en lov for regulering av gass, elektrisitet og vann. Denne gruppen kom frem til flere avgjørelser som fikk implikasjoner for fornybar energi, blant annet nye regler for kjøp og salg av elektrisitet (gjennom New Electricity Trading Arrangements), og en noe større makt til Ofgem for å kommunisere regjeringens energiplan til elektrisitetsmarkedet (Mitchell & Connor, 2004). Men den viktigste avgjørelsen gruppen kom frem til var å separere de regionale elektrisitetsselskapene til distribusjons- og forsyningsselskaper. NFFO ga originalt kontrakter til selskaper til å distribuere og forsyne, men med det nye rammeverket måtte

NFFO enten reformeres eller skrapes (Ibid). I denne perioden hadde markedene blitt smalere, Storbritannia var blitt en energiimportør fremfor energieksporthøen de hadde vært for noen få år siden, og presset utenfra om å redusere klimagassene intensiverte. Rundt årtusenskiftet gikk regjeringen fra å ha full tillit til det private markedet til å gå i en mer intervensjonistisk retning (Keay, 2016). Dermed var nedleggelsen av NFFO-ordningen naturlig.

Den nye politiske ordningen gikk under navnet Renewable Obligations (RO), et grønt sertifikat/kvote-system som startet opp april 2002 (Wood & Dow, 2011). I denne ordningen setter regjeringen en minimumsandel av elektrisiteten til forsyningsleverandørene som skal komme fra spesifikke fornybare kilder. Leverandørene anskaffer ROC ved å enten kjøpe eller tjene opp sertifikatene, mens sertifikatene skapes når spesifikke fornybare generatorer genererer energi (Pollitt, 2010). Generatorene som produserer fornybar energi får dermed betalt både for ROC og selve strømmen de produserer til leverandørene. I ordningen eksisterer det en utkjøpspris hvis generatorene ikke produserer like mye ROC som de skal. Da settes det en grense på hvor mye generatoren kan få i pris i løpet av en periode, som skal beskytte forbrukerne mot overprising og gi selskapene et intensiv for å faktisk produsere den fornybare energien. Disse utkjøpspengene allokeres så tilbake proporsjonalt til de som har skapt RO-sertifikater (Ibid). Denne innbakte straffen er en forandring fra NFFO, som tidligere nevnt ikke hadde noen straff for manglende generering. Det som er merkelig med denne straffeordningen er at det kreves en underlevering for at subsidiene utløses. Dersom generatorene genererer like mye eller mer enn målet for RO-sertifikat, vil det ikke være noe subsidier som deles ut. Så lenge noen ikke produserer så mye ROC som er målet og betaler utkjøpsprisen, vil det derimot være subsidier for de som genererer ROC (Ibid). Det innebærer altså at ordningen er basert på en antakelse om underlevering.

Målene til RO hadde likeledes forandret seg en rekke ganger over tid. I RO sin startfase var målene til energipolitikken følgende: (1) Å møte de internasjonale utslippsmålene, (2) hjelpe til med å skape sikker, mangfoldig, bærekraftig og konkurransedyktig energi, (3) stimulere teknologiutviklingen, (4) hjelpe fornybarindustrien med å bli mer konkurransedyktig og (5) gi bidrag til den rurale utviklingen (Wood & Dow, 2011). Delvis er dette en tydelig videreføring av målene til NFFO – regjeringen ønsket fortsatt å lete etter alternative energikilder og konkurrere i det internasjonale energimarkedet. Imidlertid er det et større fokus på fornybar

energi som en ny og viktig kilde som må videreutvikles, særlig for å nå de internasjonale utslippsmålene som fortsatte å klatre på dagsordenen.

Etter at RO-ordningen var satt i gang satte regjeringen nye mål i en white paper. I 2003 ønsket Storbritannia blant annet å kutte 60% av karbondioksid-utslippene innen 2050⁴, med en merkbar progresjon fra 2020 (Ibid). Det ble satt stor vekt på viktigheten av å promotere konkurransemarkedet for denne utviklingen.

RO er fortsatt en markedsbasert løsning der regjeringen først og fremst bestemmer mengden fornybar energi som skal produseres, mens markedet bestemmer pris og teknologivalg. Det har derfor vært argumentert for at ordningen kan stå i veien for innovasjon av nye teknologier – markedet vil gå for den billigste og mest effektive løsningen, som vil ekskludere ferske teknologier (Wood & Dow, 2011). Dessuten er det argumentert for at det er flere risikoer knyttet til RO enn NFFO: (1) prisrisiko i form av at generatorene ikke vet hva de vil betalt i fremtiden, utover den kortvarige kontrakten, (2) volumrisiko ved at generatorene ikke vet om de vil få solgt det de genererer i fremtiden, igjen på grunn av korttidskontraktene, og (3) markedsrisiko siden genereringsverdien vil variere i samsvar med markedet, fremfor den faste prisen de fikk gjennom NFFO tidligere (Mitchell & Connor, 2004). RO la dermed mer ansvar på generatorene til å ta del i elektrisitetsmarkedet, uten kontrakter for spesifikke prosjekter.

Målene beskrevet ovenfor ble nok en gang forsterket i 2008, gjennom det såkalte 'Climate Change Act'. Reguleringen fastslo at Storbritannia skulle kutte 80% av karbondioksid-utslippene innen 2050, og fremsatte en midlertidig reduksjon på 26% innen 2020 (Wood & Dow, 2011). 'Climate Change Act' er et institusjonelt rammeverk som er lovbindende, og satte dermed karbonreduksjon høyt på dagsorden (Hammond & O'Grady, 2016). For å nå målene har regjeringen en obligasjon om å lage 5-årige karbonbudsjetter, som formuleres av sivile embetsmenn i regjeringen (Pollitt, 2010). For at budsjettene ikke skulle utfordres for mye av andre sektorer, opprettet regjeringen Department for Energy and Climate Change samme år. Departementet tok over politikktutformingen av energiforsyningen fra 'Department of Business, Enterprise and Regulatory Reform' og utformingen av miljøpolitikk og

⁴ I forhold til 1990-nivået

energietterspørsmål fra 'Department of Environment, Food and Rural Affairs' (Pearson & Watson, 2012). Disse forandringene åpnet opp for større grad av intervensjonisme i energisektoren. For at dette skulle være mulig uten å ødelegge dynamikken i markedet, var det nødvendig med en ny markedsreform som ga plass for statsintervensjonisme (Keay, 2016).

En av disse forandringene var banding, som ble introdusert i 2009. Tidligere hadde hver fornybare teknologi fått tildelt 1 RO-sertifikat per MWh, som var i tråd med regjeringens mål om å være teknologinøytral. Med banding ble dette forandret, hvor etablerte teknologier fikk mindre RO-sertifikater, mens de mindre etablerte teknologiene fikk mer RO-sertifikater (Pollitt, 2010). For eksempel fikk teknologier innenfor deponigass 0,25 RO-sertifikat, onshore vind fikk 1 RO-sertifikat, mens offshore vind fikk 1,5 RO-sertifikater (Woodman & Mitchell, 2011). Det betyr at målet om hvor mye fornybar elektrisitet som skal produseres, ikke nødvendigvis sammenfaller med RO-målet. Tidligere måtte en leverandør kjøpe 100 MWh for å anskaffe 100 RO-sertifikater, men med den nye bandingen kan de kjøpe 75 MWh av offshore vind-energi og fortsatt få 100 RO-sertifikater. Det var dermed en risiko for at det ville bli produsert mindre fornybar energi til fordel for å bygge opp spesifikke teknologier. Hvor mye RO-sertifikater som ble allokert kunne forandres hvert 3-5 år, med minst 18 måneder varsel (Wood & Dow, 2011).

2.3 Electricity Market Reform

Verken Labour eller De konservative fikk flertall i parlamentet etter valget i 2010, og Liberaldemokratene kunne dermed forhandle på begge sider for å danne en ny koalisjonsregjering. 12 mai 2010 dannet de en regjering med De konservative, som hadde vunnet flest seter. Den nye koalisjonsregjeringen lanserte Electricity Market Reform (EMR), som var en respons på flere debatter om energisikkerhet etter Kina sin energisatsing, de økende olje- og gassprisene og gasskonflikten mellom Russland og Ukraina (Kuzemko, 2014). Denne energisatsningen skulle akselerere prosessen med å bli et lavkarbonsamfunn, men med en så lav kostnad som mulig for konsumentene (Indeberg, Tews & Turner, 2016).

Det kan identifiseres fire viktige forandringer i energipolitikken ved EMR (IEA, 2012). For det første ble det lansert en “Contracts for Difference” Feed-in-Tariff (CfD FiT), en langvarig ordning som skal stabilisere inntektene og redusere risiko for investorer. Ordningen krever at energileverandørene betaler for både generering og eksport fra ulike fornybare mikroinstallasjoner, som i 2017 inkluderer solceller, vind, mikro-CHP, vann og anaerob utråtning (Ofgem, 2017). For det andre ble det i 2013 satt opp kapasitetsmarkedet, en mekanisme som er ment til å sikre troverdig og mangfoldig genereringskapasitet. Alle eiere av genereringskapasitet får gjennom kapasitetsmarkedet et insentiv for å holde igjen noe av den genererte energien som back-up i perioder hvor det ikke genereres nok fornybar energi (Indeberg, Tews & Turner, 2016). Eierne går gjennom en auksjonsprosesser og den eieren som kan tilby billigst energi blir dermed kapasitetsforsørger (energy-uk, 2017). De to siste forandringene var en price floor på karbon for å sikre en forutsigbar karbonpris for fremtiden, og “emission performance standard” (EPS) for å redusere hvor mye karbon fossile kraftverk kan slippe ut. De to førstnevnte forandringene er de mest relevante for fornybar installering, og markerer et tydelig skifte mot en mer intervensjonistisk energipolitikk enn tidligere.

Likevel er det usikkert hvor lang tid dette skiftet vil vare. Etter valget i 2015 uttrykte den nye konservative regjeringen at det var viktig å balansere dekarboniseringsprosessen og holde energiprisene lave. Den nye energi- og klimaministeren Amber Rudd forklarte i sin kjente Reset-tale fra 2015 at det skulle fokuseres på energisikkerhet, som inkluderte å fase ut kull med nye gass- og kjernekraftverk, og sette en stopper for det hun mente har vært en jakt på grønn energi til enhver kostnad (Indeberg, Tews & Turner, 2016). I etterkant av optimismen i 2010 har flere grønne politiske ordninger blitt lagt ned, eksempelvis ‘Green Deal’ og ‘Zero Carbon Housing Policy’, samt større kutt i FiT-ordningen. Frykten for at investorer ønsker å trekke seg ut av den britiske fornybarbransjen har dermed økt (Ibid).

2.4 utfordringer knyttet til NFFO, RO og EMR

Dette kapitlet har hittil gitt en historisk fremstilling av de ulike politikkkordningene, samt sammenfattede forklaringer på hvorfor regjeringene har ønsket å bytte ut, eller revidere de ulike ordningene. En rekke av disse problemene er løst, mens andre problemer har vedvart helt siden NFFO sin start. I den følgende delen vil de ulike utfordringene gjennomgå fra et mer analytisk ståsted.

Den trolig største utfordringen for den britiske fornybare industrien har vært antallet prosjekter som ikke har blitt realisert. En del kontrakter er gitt, uten at prosjektene har blitt gjennomført. I flertallet av tilfellene har prosjektene startet under planleggingsfasen, men ikke blitt fullført. I en gjennomgang av ulike prosjekter som fikk NFFO-kontrakter og som startet oppdragene innen 2004, viser Wood og Dow (2011) at en stor del av kontraktene aldri ble oppfylt. For vind-prosjekter ble det gitt ut 302 kontrakter med en total kapasitet på 1153.7 MW, mens kun 93 av disse kontraktene førte til faktiske oppdrag, med en total kapasitet på 219.8MW, altså hele 81% mindre enn forventet. Også innenfor avfallsenergi fra søppel- og forbrenningsanlegg var utnyttingen av kontraktene lav – av kapasiteten på 1398.2MW som det ble gitt kontrakter om, ble det kun startet opp nok slike prosjekter til å gi en kapasitet på 235.5, som er 83% mindre enn hva kontraktene skulle tilsi. Selv om noen teknologier som deponigass kunne vise til at 68% av kapasiteten kontraktene ga faktisk ble realisert, var det under NFFO vanligere at kontrakten *ikke* førte til et prosjekt. Realiseringsgraden forbedret seg noe under RO, men også under denne ordningen var genereringen lavere enn forventet (Ibid).

Spørsmålet som må besvares omfatter hvorfor så liten del av kontraktene ble gjennomført. Faglitteraturen virker til å ha ulike meninger på hva som er årsaken til dette. Det ene settet med forklaringer har vi vært innom tidligere, og innebærer fremst mangel på straff og urealistisk lave priser. NFFO-ordningen hadde ingen innebygd straff for å ikke iverksette kontraktene, og gjorde det derfor lett for selskapene å ikke ta opp kontrakten hvis de møtte for mange hindringer. Dette, kombinert med at mange av kontraktene ble gitt til urealistisk billige prosjekter, førte til at selskapene trakk seg tidlig ut når de møtte på problemer i planleggingsfasen (Ibid). Dersom kontraktene hadde gått til selskaper med realistiske planer og det ble gitt en finansiell straff for å ikke oppfylle kontrakten, ville realiseringsgraden sannsynligvis vært høyere. RO-ordningen løste til en viss grad disse problemene. Det ble innbakt en straff for de leverandørene som ikke produserte nok fornybar energi og prisen og teknologivalget var opp til markedet selv. Likevel var det en antakelse om underlevering i subsidiesystemet, som førte til at mange selskaper ville tjene på at det ikke ble produsert nok fornybar energi. Dessuten valgte markedet den billigste prisen og teknologien som var tilgjengelig, slik at en del prosjekter fortsatt gikk for den billigste (og dermed mindre realistiske) løsningen (Ibid). Dette var også grunnen til at regjeringen startet med banding i 2009, men siden RO fases ut og erstattes med EMR ble løsningene på problemene litt for lite

og litt for sent. EMR forsøker å rette på de tidligere problemene, men også under denne ordningen har det vært problemfylt å tvinge fram ønskelig resultat. Kapasitetsmarkedene har ikke fungert som planlagt når det kommer til å bringe frem den “riktige” teknologien – i de første auksjonene var prisene lavere enn forventet fordi mange av deltakerne i auksjonene var gamle kraftverk hvor kapitalkostnaden var slettet, eller nye diesel-kraftverk. Regjeringen ønsket egentlig nye gasskraftverk. Henholdsvis hevdet også Amber Rudd i sin reset-tale, at regjeringen søkte å forandre på spillereglene for å få det resultatet de ønsket (Keay, 2016). Vi kan dermed observere to forhold: (1) selv om det er innført ulike straffeordninger for å ikke følge opp obligasjoner, er det paradoksalt nok innbakt en “premie” dersom obligasjonene ikke blir fulgt, og (2) Storbritannia sliter med å styre selskapene i den ønskede teknologiske retningen, som gjør at pris fortsatt styrer selskaperens beslutninger.

De to overnevnte problemene er fremst interne problemer, som var mulige for regjeringen å finne konkrete løsninger på. Imidlertid er det en rekke eksterne forhold som ikke har vært fordelaktig for realiseringsgraden. Den andre forklaringen på at det ble produsert mindre enn forventet er nemlig samfunnsaksept, særlig for onshore vind. I Storbritannia søker man om planleggingstillatelse lokalt dersom den planlagte kapasitetene er under 50 MW, noe som ofte er tilfellet for onshore vindkraft. I de lokale søknadene møtte selskapene flere problemer knyttet til utsettelse, forhandlingskostnader og restriksjoner satt av de lokale myndighetene (Pollitt, 2010). Faglitteraturen argumenterer for at forhandlingene ble komplisert av ulike forhandlingskulturer og prioriteringer. Det lokale byråkratiet representerer den lokale befolkningen og fokuserer på å beholde naturen, mens energiselskapene er nasjonale med et top-down perspektiv og prioriterer teknologiske løsninger for nasjonal energileveranse (Ibid). Dessuten har selskapene møtt mye motstand fra den såkalte “not in my back yard”-retorikken i de lokale områdene, som har gjort det enda vanskeligere å få aksept av de lokale myndighetene (McCaffery, 2011). I andre land har disse problemene blitt løst ved å øke det lokale eierskapet⁵. Lokal eierskap og inkludering av lokalbefolkningen i prosessen har vist seg å være en meget vesentlig faktor for sosial aksept av onshore vindprosjekter (Strachan & Jones, 2012), men Storbritannia har hittil ikke lyktes med å utnytte seg av disse strategiene. Det har blitt gjort klare forsøk på å øke det lokale eierskapet, blant annet gjennom “Community Energy Strategy” som skal gi muligheter for at lokale borgere skal kunne gå

⁵ Dette er for eksempel gjort i Tyskland og Danmark, med gode resultater

sammen i grupper for å produsere energi, redusere energibruken, bestemme energibehovet og investere i nye energiprosjekter (DECC, 2014). Likevel har det vist seg krevende for små, lokale initiativer å presse seg inn i det fornybare markedet. En viktig grunn til det er de neolibérale, markedsbaserte finansinstitusjonene styrker og beholder institusjonene og energiretningen, som gir mindre rom for lokalt eierskap (Hall, Foxon & Bolton, 2016). I et land som Tyskland, der det eksisterer flere små lokale banker som gir større muligheter for lokale initiativer, vil det dermed være lettere å starte opp små fornybare anlegg. Den sosiale aksepten for denne type energi har dermed vist seg å være utfordrende i lang tid, og fremstår å være problematisk også i nåtiden. De britiske regjeringene har altså ønsket mer onshore vind ettersom det er *billigere* enn offshore vind, men inntil videre har dette vist seg å være et vanskelig prosjekt siden selskapene har møtt motstand fra de lokale myndighetene.

Det har vært argumentert for at RO er en ordning som skaper mye usikkerhet for investorer. I en sammenligning av RO i Storbritannia og FiT i Tyskland viser forskerne at den britiske ordningen ikke klarer å demme opp for prisrisiko, volumrisiko eller balanserisiko, mens den tyske ordningen kun har utfordringer knyttet til volumrisiko (Mitchell, Bauknecht & Connor, 2006). Man kan derfor stille spørsmålet om Storbritannia ville hatt større suksess hvis de hadde implementert FiT fra starten.

I tillegg til at det er viktig at de politiske ordningene skaper lav risiko for investorer, er det viktig at politikken ikke forandrer seg for mye over tid (Wüstenhage & Menichetti, 2012). Dette er et problem som har vært gjeldende helt siden NFFO ble satt opp. Under NFFO var det først og fremst problemer knyttet til uregelmessige intervaller mellom budrundene, og dermed usikkerhet til når budrundene ville skje og for hvilke teknologier. De uregelmessige budrundene kom også gjerne med kort forhåndsvarsel, som førte til at selskapene måtte kalkulere hvor mye ressurser de skulle legge inn uten noen garanti på om de ville få kontrakt eller ikke. Selskapene visste ikke hva deres konkurrenter ville by og de fikk ingen oversikt over hvor mange prosjekter som ville få kontrakter (Edge, 2006). Dessuten var lengden på kontraktene under NFFO vanskelig å gjøre seg klok på. For det første var NFFO en midlertidig ordning – med planlagt varighet i kun 8 år – noe som skapte usikkerhet for investorer om den langvarige investeringen. For det andre ble kontraktene utvidet til å gjelde i 15 år i 1993, uten at det ble gitt noen indikasjon på at selve NFFO-ordningen ville vare i så

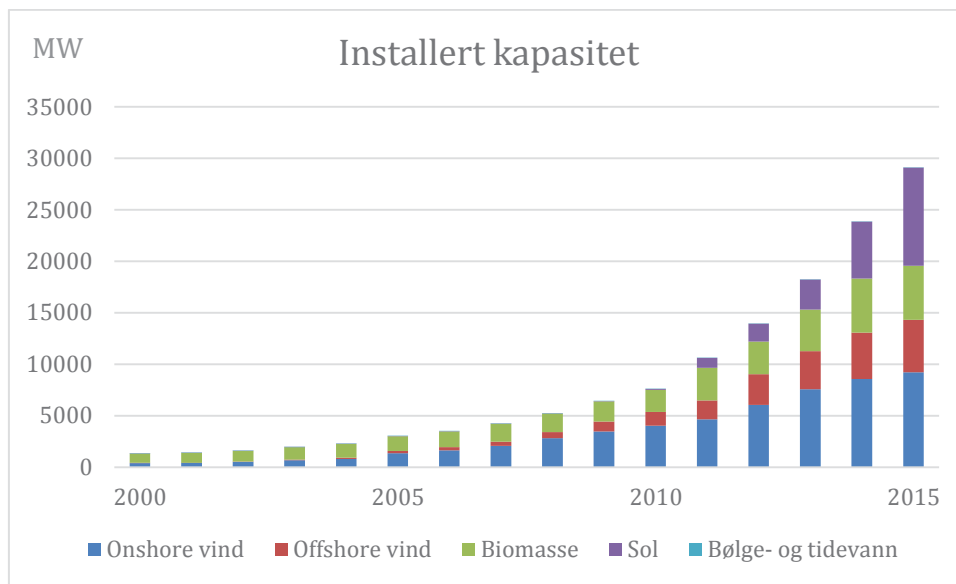
lang tid (Wood & Dow, 2011). NFFO-ordningen ble som kjent lagt ned tidlig på 2000-tallet, og selskapene ble dermed sittende igjen med lengre kontrakter enn nødvendig.

Store forandringer var det også under RO. Rett etter at RO trådte i kraft annonserte regjeringen at karbonhandel med utlandet ville være nøkkelpolitikken for å redusere karbonutslippene og at RO ville bli gjennomgått året etter (Ibid). Med den store revideringen i 2009, som blant annet gjorde ordningen teknologi-favoriserende, økte usikkerheten for hvordan RO ville se ut i fremtiden. I seg selv var forandringene noe man hadde ventet på lenge, ettersom det ville hjelpe nye teknologier å tvinge seg inn på markedet. Problemet ligger i at 'teknologifavoriseringen' kom så sent, og dermed kompliserte ordningene og investeringene. Det samme kan sies om EMR – isolert sett er det en god ordning, spesielt for små og mellomstore distributører, men det blir tilsynelatende for kort intervall mellom de store forandringene. Dessuten, etter at det ble gjort store kutt i FiT-ordningen i 2012 er det vanskelig for investorer å spå hvordan fremtiden vil se ut. I en større undersøkelse med ulike investorer i marin fornybar energi uttrykker respondentene den politiske ustabiliteten, og særlig de siste forandringene i EMR, som en viktig barriere for investeringer i marin fornybar energi i Storbritannia, til tross for at en del av forandringene er til fordel for den marine teknologien (Leete, Xu, & Wheeler, 2013). Storbritannias 'stop-and-go-politikk' har gjort det krevende å tiltrekke seg investorer ettersom energisatsing er et langsiktig prosjekt som krever stabile støtteordninger.

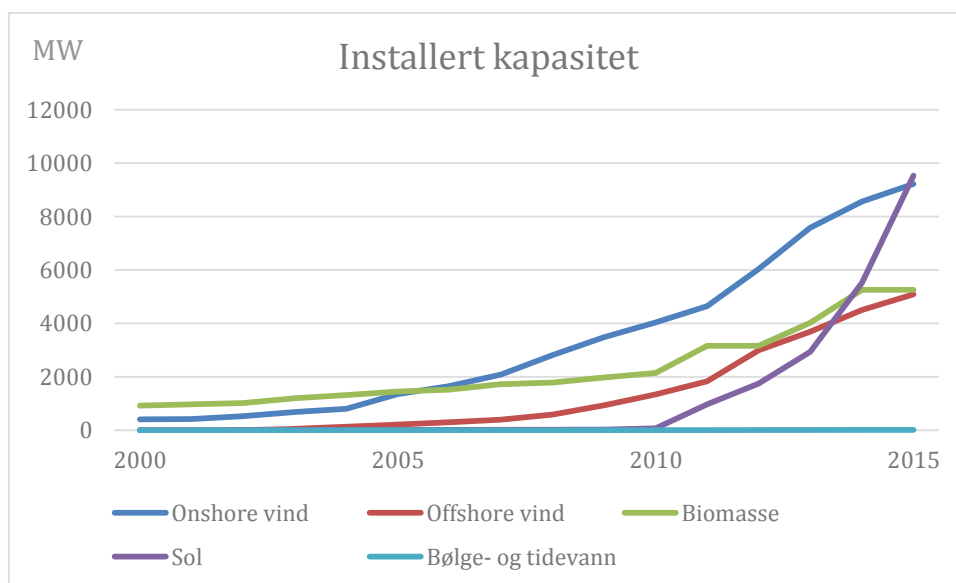
3.0 Fornybar energi i Storbritannia

Dette kapitlet beskriver utviklingen av kapasiteten og genereringen av de fornybare energikildene onshore vind, offshore vind, biomasse, sol og bølge- og tidevann. De to første grafene viser installert kapasitet i MW fra 2000 til 2015.

Figur 1. Stablet stolpediagram av installert kapasitet målt i MW, perioden 2000-2015 (DTI, 2004; BERR, 2007; DECC, 2012; BEIS, 2017)



Figur 2. Linjediagram av installert kapasitet målt i MW, perioden 2000-2015 (DTI, 2004; BERR, 2007; DECC, 2012; BEIS, 2017)



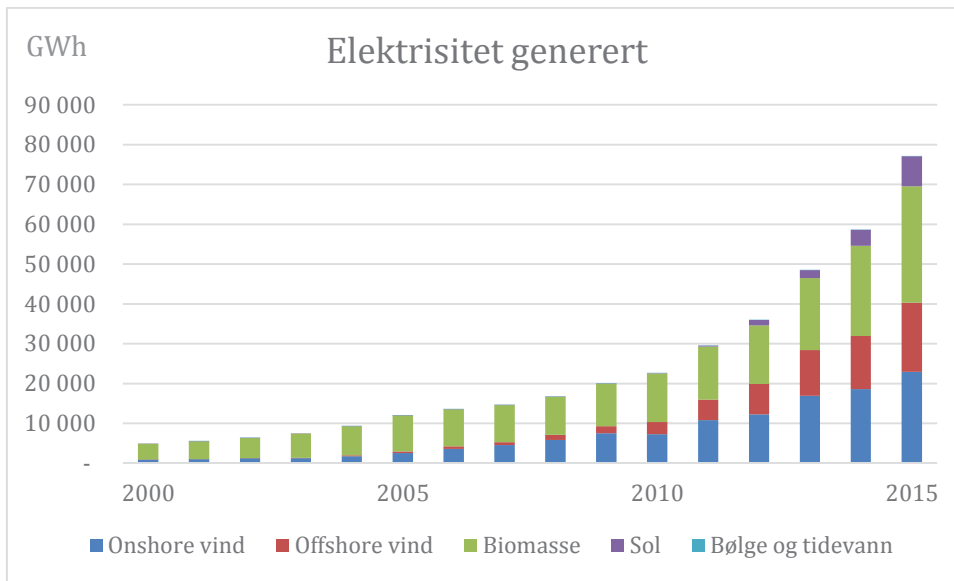
Som man kan se i figur 1 og 2 stod biomasse for den største kapasiteten i perioden 2000-2007, hvor de vanligste teknologiene var deponigass og energi fra avfall. I 2011 oppstod det en kraftig økning av plantebiomasse, som gjorde at den installerte kapasiteten for biomasse gikk fra 2140 MW til 3167 MW. Dette er bedre illustrert i figur 2. Deponigass og energi fra avfall økte sakte men sikkert over hele perioden i dette datasettet, men det er spesielt plantebiomasse og metanisering som har stått for størsteparten av økningen fra 2010.

Den fornybare teknologien med nest størst kapasitet i 2015 var onshore vind, med en installert kapasitet på 9222 MW. Økningen av kapasiteten har vært rimelig stabil siden 2000, men fikk et lite hopp mellom 2004 og 2005 fra 809MW til 1351 MW. Siden den tid har kapasiteten økt jevnt. Det samme kan sies om offshore vind, selv om utviklingen starter på et annet tidspunkt. Den installerte kapasiteten av offshore vindkraft var kun på 3,8 MW i 2002, men økte sakte men sikkert til 304 MW i 2006. Fra 2007 var det en sterkere vekst, og man nådde over 1341 MW i 2010 og var i 2015 på 5093 MW.

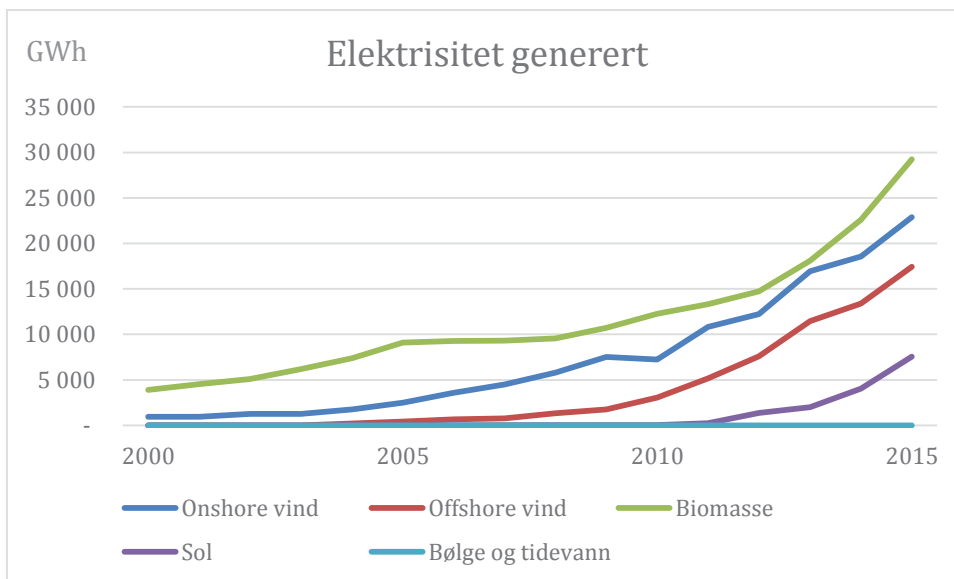
Solenergikapasiteten var meget lav fra 2000 til 2009, med en minimal økning fra 2 MW til 27 MW. 2010 ble derimot et vendepunkt for solenergi i Storbritannia. I 2011 var den installerte kapasiteten på 976 MW, og økte kraftig etter dette. I 2015 var den installerte kapasiteten på 9535 MW, som er den høyeste installerte kapasiteten av de fornybare teknologiene. Den samme historien ser man derimot ikke innenfor bølge- og tidevannskraft, selv om det er en viss utvikling her også. Etter å ha stått stille på 0,5 MW fra 2000 til 2006, økte kapasiteten til 1 MW i 2007 og til 9 MW i 2015. Disse tallene er noe helt annet enn for de andre teknologien, som er interessant siden bølge- og tidevannskraft identifiseres som et viktig satsingsområde for regjeringen (DECC, 2011)

Hvis vi ser på elektrisitet generert for denne perioden (figur 3 og 4) har den økt stabilt, og ser ikke ut til å stoppe med det første. Fornybar energi (inkludert vannkraft) stod faktisk for 24,6% av elektrisitet generert i Storbritannia, med 83 500 GWh. Blant teknologien som er analysert i denne avhandlingen stod i 2015 biomasse for 29 240 GWh, onshore vind med 22 895 GWh, offshore vind med 17 423 GWh, solenergi med 7546 GWh og bølge- og tidevannsenergi med 2GWh.

Figur 3. Stablet stolpediagram av elektrisitet generert målt i GWh, perioden 2000-2015 (BEIS, 2017)



Figur 4: Linjediagram av elektrisitet generert målt i GWh, perioden 2000-2015 (BEIS, 2017)



Det er viktig å bemerke at solkraft genererer mye mindre energi enn den installerte kapasiteten, relativt til de andre teknologien. Dette er på grunn av den lavere virkningsgraden i solceller enn andre fornybare teknologier (Evans, Strezov & Evans, 2009). Biomasse generer mest energi av de fornybare teknologiene, etterfulgt av onshore vind og offshore vind.

Som vist i denne delen har den fornybare energien vokst rimelig stabilt i denne perioden, uten noe store hopp. Videre som teknologien har modnet seg har også kapasiteten og genereringen

vokst, med sterkere økning mellom 2010 og 2011. Det er ingen år hvor kapasiteten og genereringen går ned, som tyder på en stabil fornybar industri.

4.0 Teori

Som avhandlingen har vist hittil, har det vært en stabil oppgang i diffusjonen av fornybar energi i Storbritannia. Samtidig har insentivene og politikkordningene for fornybar energi vist seg å ha vært ustabile og lite optimale. Det politiske rammeverket har forandret seg mange ganger, skapt usikkerhet for investorer, samtidig som at samarbeidet mellom nasjonale og regionale myndigheter har vært svakt. Logisk sett burde denne situasjonen ha ført til en ustabil diffusjon av fornybar energi, men det motsatte er tilfellet. Det kan stilles følgende spørsmål: Dersom politikkordningene ikke kan forklare dette fenomenet, hva er i så fall den avgjørende faktoren for omstillingen i energisektoren?

Denne avhandlingens utgangspunkt er at innovasjonssystemet omkring fornybar energi har spilt en sentral rolle for utviklingen. Definisjonen på et innovasjonssystem diskuteres i 4.2, men forstås her som et nettverk av aktører som samhandler innenfor en spesifikk infrastruktur som involverer generering, diffusjon og utisering av en teknologi (Carlsson & Stankiewicz, 1995). Tidligere innovasjonsmodeller fokuserte på lukket innovasjon, der selskaper og bedrifter genererer nye idéer for dem selv. I de nye innovasjonsmodellene fokuseres det derimot på *åpen* innovasjon. Selskapene knytter også eksterne nettverk og aktører for å følge den teknologiske utviklingen (Chesbrough, 2003). Gjennom nettverksbygging både innenfor og utenfor landets grenser vil selskapene følge med på den teknologiske utviklingen og adoptere fremtidens teknologi i sine systemer før det er for sent. Denne utviklingen fra lukket til åpen innovasjon er tilstede i Storbritannia. I en studie av over 2700 bedrifter i Storbritannia viser forskerne at de fleste bedriftene gjør mange eksterne søk i sin innovasjonsprosess, og at dette er fordelaktig så lenge ikke søkene blir for mange (Laursen & Salter, 2005).

Motivasjonen for å forklare den stabile diffusjonen gjennom en innovasjonsanalyse er at teknologi er en *driver* for flere globale forandringer, blant annet økonomisk utvikling og ressursbruk. Dette synspunktet har de siste årene blitt omfavnet av en rekke forskere, som fremmer innovasjon innenfor energiteknologier og energisystemer som den viktigste faktoren

for grønn utvikling (Patt, 2015). Nyvinninger og utvikling av teknologi står i sentrum for bærekraftig utvikling, og det er fremst hvordan selskaper finner og bruker denne teknologien som får utslag i diffusjonen. Den teknologiske utviklingen kan for eksempel akselereres ved mer forskning og utvikling, eller etablere gode nok markeder for den fornybare utviklingen. I denne casen har ikke de økonomiske insentivene virket for sin hensikt, men svaret på den stabile oppgangen kan derfor ligge i det teknologiske innovasjonssystemet i seg selv.

Denne delen skal gjennomgå det teoretiske rammeverket for avhandlingen. Første del vil bestå av overordnede teorier om teknologiske forandringer og sosiotekniske regimer. Innovasjonssystem forstås som en undergren av sosioteknisk regimeforskning, som forklarer hvordan nye teknologier og prosesser presser seg inn i et eksisterende regime. Neste del vil følgelig diskutere innovasjonsforskning, med hovedvekt på skillet mellom nasjonale, regionale og teknologiske innovasjonssystem. Ettersom fokuset ligger på det teknologiske innovasjonssystemet innenfor energibransjen, vil også noe tidligere forskning på feltet gjennomgås, nettopp for å oppnå bredere teoretisk forståelse. Avhandlingen vil benytte seg av rammeverket for å analysere det teknologiske innovasjonssystemet som er utviklet ved Utrecht University, som fokuserer på ulike funksjoner. Kapittelet avslutter derfor med hvordan dette rammeverket henger sammen.

4.1 Det sosiotekniske regimet

En utfordrende oppgave er å identifisere hvilke innovasjoner som utgjør en forskjell. Her kan det være hensiktsmessig å skille mellom ulike innovasjoner etter deres påvirkningskraft gjennom konseptene (1) inkrementell innovasjon, (2) radikal innovasjon, (3) nye teknologisystemer og (4) forandringer i teknisk-økonomiske paradigmer. Disse konseptene er godt redegjort av Freeman & Perez (1988) for å spesifisere hvordan det oppstår teknologiforandringer. Inkrementell innovasjon oppstår som regel kontinuerlig i enhver industri basert på tilbakemeldinger på produktet eller produksjonen, og vil derfor ofte skje ubemerket. Viktigheten av inkrementell innovasjon må likevel ikke undergraves, siden kombinasjonen av denne type innovasjoner fører til større vekst i produktiviteten. Radikale innovasjoner er derimot mer bemerkelsesverdig fordi de produserer noe helt nytt, i stedet for å forbedre det som allerede eksisterer. Disse innovasjonene er som regel et produkt av langvarig forskning og utvikling i bedrifter og universiteter, og skaper med sitt nye produkt et nytt

marked hvor produktet kan vokse. Nye teknologisystem oppstår som følge av forandringer i teknologi som påvirker flere deler av økonomien, og danner grunnlag for oppveksten av en ny sektor. Til slutt er forandringer i det teknisk-økonomiske paradigmet en omfattende teknologisk revolusjon som får store konsekvenser for hele økonomien, og kan derfor deles inn i et teknologiparadigme. Ifølge forskerne har det vært fem ulike teknologiparadigmer: (1) den industrielle revolusjon, (2) damp og lokomotiv-årene, (3) stål-, elektrisitet- og ingeniørvitenskapsårene, (4) olje-, bil- og masseproduksjonsårene, og (5) informasjon- og telekommunikasjonsårene (Ibid).

Hvordan det oppstår inkrementelle og radikale innovasjoner, nye teknologisystemer eller teknologiske revolusjoner kan forklares gjennom det sosiotekniske regimet. Et sosioteknisk system kan defineres som «a cluster of elements, including technology, regulations, user practices and markets, cultural meanings, infrastructure, maintenance networks and supply networks» (Elzen, Geels & Green, 2004, s. 3). For å enklere forklare hva det sosiotekniske systemet består av kan vi bruke energisektoren som eksempel. Dette systemet består av energigenerering, infrastrukturen for overføring av energi, og hvordan vi bruker energien. Dette systemet, som består av strukturene og hvordan vi bruker energi, er dermed energiregimet. Regimet påvirkes av forandringer i samfunnet ettersom aktørene i markedet er i et spill mot hverandre for å først gå i en retning som vil gi nye markedsfordeler (Geels, 2004). For energisektoren kan klimaforandringer, høye oljepriser og offentlig debatt om energifremtiden gi indikatorer for hva som må satses på.

Det sosiotekniske regimet defineres ofte i et multi-level perspektiv der landskapet og nisje-utvikling har implikasjoner for stabiliteten til det sosiotekniske regimet. I landskapet, som her defineres som det 'eksogene samfunnet', er det en gruppe mennesker som arbeider med nye idéer, beskyttet fra regimet (Ibid). Dette kan for eksempel være F&U-labber der det skapes nye produkter innenfor blant annet solenergi eller vindenergi. Før disse produktene blir en del av det sosiotekniske regimet kaller vi disse utviklingen for 'nisje-utviklinger' (Ibid). Det er kombinasjonen av disse to som kan skape forandringer i det sosiotekniske regimet. Dersom landskapet forandrer seg, legger det press på regimet, og det skapes dermed nye muligheter. Disse mulighetene kan utnyttes av nye niche-utviklinger som løser en del av utfordringene til

landskapet. Når tiden er rett kan disse nisje-utviklingene trenge seg inn i markedet, og det vil oppstå en forandring i det sosiotekniske regimet (Ibid).

Spørsmålet er følgelig om den fornybare teknologien klarer å presse seg inn i det sosiotekniske regimet. En del forskere hevder at det har vært vanskelig for denne teknologien ettersom vi har havnet i en låst situasjon som betegnes som 'carbon lock-in'. Argumentet er at energisektoren er et stort system som ikke baserer seg på kun én teknologi. De store systemene er i stor grad stivhengige og utvikler seg på samme tidspunkt, og låser seg fast til et knippe teknologier så lenge disse gir positive økonomiske gevinster (Unruh, 2000). En ny teknologi i startfasen vil sjeldent gi høyere økonomiske gevinster såfremt ikke (1) teknologien har fått mange positive tilbakemeldinger og det forventes en økende økonomisk gevinst og (2) den eksisterende teknologien ikke lenger gir en økende gevinst. Problemet for den fornybare industrien er at det fortsatt er mulig å tjene penger på karbonteknologi, som har fordeleren med å ha (1) en utviklet teknologi som ikke krever mer produktinnovasjon, (2) et industrinettverk som står rundt teknologien og (3) samfunnsstruktur som først og fremst er opptatt av å få mer og billigere energi til husene sine (Ibid).

Vi kan derfor forstå det som at nisjer i energisystemet sjeldent vil skape en revolusjon i regimet, men det kan likevel finne sin plass i regimet og vokse videre som *en del* av regimet. Forskningen på forholdet mellom nisjer og regimer innenfor bærekraftig teknologi viser at det kun er robuste nisjer som er kompatible med det eksisterende regimet som blir suksessfulle (Smith, 2007). For eksempel har det vært mulig for økologisk mat og økohus i Storbritannia å bli en del av det eksisterende regimet fordi nisjene har klart å tilpasse seg regimet ved å (1) vise til vanskeligheter for bærekraftighet i regimet, (2) adoptere lærdommen fra regimet og (3) finne muligheter for samarbeid mellom nisjen og det eksisterende regimet (Ibid). Det har derfor vært mer hensiktsmessig å ta noen små steg inn i regimet, i stedet for å bryte ned strukturene. En lignende konklusjon har blitt fremmet om det nederlandske energimarkedet fra 1960 til 2004, der nye teknologier førte til prøving og feiling i systemet, som over tid formet nye strukturer, etter flere dynamiske sammenfallende utviklinger (Verbong & Geels, 2007).

4.2 Innovasjonssystem

Innovasjonssystemet som et konsept har sitt opphav i Friedrich List sine studier av (1841) nasjonale systemer av produksjon, som så på blant annet nasjonale institusjoner av utdanning, læring og infrastruktur. Likevel ble ikke konseptet fullstendig utviklet før på slutten av 1980-tallet og starten av 1990-tallet, av forskere som Christopher Freeman (1987), Bengt-Åke Lundvall (1992) Nelson & Rosenberg (1993), AnnaLee Saxenian (1994) og Carlsson & Stankiewicz (1991/1995). De tre førstnevnte fokuserer på nasjonale innovasjonssystemer, mens Saxenian på regionale innovasjonssystemer og Carlsson & Stankiewicz på sektor/teknologisk innovasjonssystemer. Før avhandlingen tar for seg det analytiske rammeverket vil det være hensiktsmessig å gjennomgå noen likheter og forskjeller mellom disse forskerne, som danner grunnlaget for de ulike retningene innenfor det teoretiske rammeverket.

Christopher Freeman var den første til å bruke og definere nasjonale systemer av innovasjon. I sin forskning på det nasjonale innovasjonssystemet i Japan definerer han det som: “the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import modify and diffuse new technologies” (Freeman, 1987, s. 1). I denne studien fokuserer han på fire forhold som har en innvirkning på det nasjonale innovasjonssystemet: (1) Rollen til internasjonal handel og industri-departementet (MITI), (2) rollen til bedriftens FoU, spesielt for importert teknologi, (3) rollen til utdanning, trening og andre relevante sosiale elementer, og (4) den konglomerate industristrukturen (Ibid).

Bengt-Åke Lundvall presenterer derimot en mindre spesifisert definisjon i boken *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*. Som boktittelen indikerer er dette en mer teoretisk rettet fremstilling. Lundvall kan dermed også akseptere en teoretisk tilnærming som ikke har som mål å skape et analytisk verktøy. Han definerer følgelig det nasjonale innovasjonssystemet bredt, ved å inkludere “all parts and aspects of the economic structure and the institutional set up affecting learning as well as searching and exploring” (Lundvall, 1992, s. 13). Lundvall hevder at det ikke bør settes noen klare begrensninger for hva et nasjonalt innovasjonssystem skal være, men presenterer en liste på hvilke forhold som bør analyseres: (1) Intern organisering av bedrifter, (2) relasjon mellom

bedrifter, (3) rollen til den offentlige sektoren, (4) det institusjonelle rammeverket av finanssektoren, og (5) FoU-intensitet og FoU-organisering.

Nelson & Rosenberg gir heller ikke en entydig definisjon på innovasjonssystemer, men presenterer i stedet definisjoner på innovasjon og system. Innovasjon defineres her bredt ved at både teknologiutviklingen og diffusjonen inkluderes, som dermed skiller seg fra den smalere definisjonen som fokuserer på teknologiutvikling (Nelson & Rosenberg 1993)⁶. System defineres nokså konvensjonelt som “a set of institutions whose interactions determine the innovative performance” (Ibid, s. 4), men argumenteres samtidig for at systemet selv bygges opp av tilfeldigheter, uten at det kan kontrolleres eller formes av myndighetene. For dem det nasjonale innovasjonssystemet dermed mer et spørsmål om hvor gode bedriftene er til å bedrive innovasjon i det rammeverket som har blitt til i et land. Dette kan særlig benyttes i komparative analyser av ulike land, men ikke som et rammeverk for læring for myndighetene, ettersom de står ovenfor få muligheter til å forandre systemet.

AnnaLee Saxenian benytter ikke ordet ‘innovasjonssystem’, men presenterer hennes egen definisjon av “regional network-based industrial systems” i analysen av teknologisk utvikling i Silicon Valley og Route 128, som likevel står frem som det første viktige bidraget for regionale innovasjonssystemer. Både Lundvall (1992, s. 3-4) og Nelson & Rosenberg (1993, s. 5) fremmer argumenter imot å analysere innovasjonssystemer på nasjonalt nivå, og Saxenian sin regionale analyse av hvorfor Silicon Valley har hatt en bedre teknologisk utvikling enn Route 128 står fram som et godt eksempel for å studere på et regionalt nivå. Saxenian skriver at de nettverksbaserte industrielle systemene “flourish in regional agglomerations where repeated interaction builds shared identities and mutual trust while at the same time intensifying competitive rivalries” (Saxenian, 1994, s. 4). Hennes definisjon er følgelig basert på aktørene og deres nettverk, samt institusjonene som enten fremmer eller bremser denne interaksjonen. Denne definisjonen ligger dermed ikke langt unna de andre definisjonene, men analyserer samtidig på regionalt fremfor nasjonalt nivå.

⁶ Et eksempel på den smalere definisjonen er Schumpeter sin kjente definisjon, som fokuserer på nye produksjonsfunksjoner. Her inkluderes både nye varer, tjenester og nye organisasjonsformer, men selve diffusjonen utelates (Schumpeter, 1939). For Rosenberg og Nelson er det en viktig del å få med seg, fordi “the first firm to bring a new product to market, is frequently not the firm that ultimately captures most of the economic rents associated with the innovation” (Nelson & Rosenberg, 1993, s. 4)

Carlsson og Stankiewicz forklarer det teknologiske innovasjonssystemet som “a network of agents interacting in a specific economic/industrial area under a particular institutional infrastructure or set of infrastructures and involved in the generation, diffusion and utilization of technology” (Carlsson & Stankiewicz, 1995, s. 49). Også her er nettverket, agentene og deres samspill en viktig del av definisjonen, og ligner i stor grad på Freemans forståelse. Den største forskjellen mellom disse består i *hva* de studerer. Freeman ser på innovasjonssystemet i landet, noe som kan benyttes til en sammenligning av innovasjonssystemer i de ulike landene. Carlsson og Stankiewichs studerer derimot teknologiske felt, og er gjerne begrenset til en industriell bransje.

Til tross for at både definisjonene og bruken av innovasjonssystemer er noe varierende hos de respektive forskerne, er det likevel noen fellestrekk. For det første er læring og forskning sentralt for innovasjonssystemene. Dette kan ta form i FoU, formell utdanning, eller læringsprosesser i vanlige økonomiske aktiviteter (Edquist, 1997). Lundvall deler disse læringsprosessene i tre:

Such activities involve learning-by-doing, increasing the efficiency of production operations (Arrow 1962), learning-by-using increasing efficiency of the use of complex systems (Rosenberg, 1982) and learning by interacting, involving users and producers in an interaction resulting in product innovation (Lundvall, 1988). (Lundvall, 1992, s. 10)

For det andre er det fokus på gjensidig avhengighet og ikke-linearitet. I innovasjonsprosessen er det vanlig med en viss form for kontakt med andre organisasjoner, hvor graden av denne kontakten er bestemt av lover, regler, reguleringer og kultur. I denne konteksten kan de andre organisasjonene være læringsinstitutter, offentlige etater, kunder, leverandører eller andre konkurrenter (Edquist, 1997). Ettersom kontakten kan kompliseres av gjensidighet, interaktivitet og tilbakemeldinger som ofte er gjentakende, er det også forventet at innovasjonsprosessen ikke er lineær. (Ibid).

For det tredje spiller institusjoner en stor rolle for innovasjonssystemet for alle disse forskerne. Der Freeman benytter “nettverk av institusjoner” i sin definisjon av innovasjonssystemet, benytter Carlsson & Stankiewicz “institusjonell infrastruktur” i sin. Lundvall skriver at “the institutional set-up... is the second important dimension of of the system of innovation (Lundvall, 1992, s. 10), og Nelson & Rosenberg hevder at vi må analysere institusjoner og mekanismer som støtter opp om teknologisk innovasjon (Nelson & Rosenberg, 1993). Også Saxenian legger vekt på “the importance of local social and institutional determinants of industrial adaption” (Saxenian, 1996, s. 45). Presist hva som menes om institusjoner er imidlertid noe ulikt. Generelt kan institusjoner inndeles i (1) formelle strukturer med en eksplisitt mening, som organisasjoner, og (2) normer, regler og lover som styrer beslutninger og oppførsel (Edquist, 1997). Det kan fremstå som at Nelson & Rosenberg har et større fokus på de formelle strukturene, mens Lundvall fokuserer på normene, reglene og lovene.

Det kan på bakgrunn av denne gjennomgangen av røttene til innovasjonssystemet at det er mange fellestrekk i hvilke begreper og elementer som anvendes av forskerne, men de spesifikke detaljene er noe ulikt. For denne avhandlingen er det vesentlig å ha en oversikt over likhetene og forskjellene som oppstod, for å få en bedre forståelse av teorien og det analytiske verktøyet som skal brukes i denne oppgaven.

4.3. Teknologiske innovasjonssystem

Denne avhandlingen anvender et analyseverktøy som baserer seg på teknologiske innovasjonssystem. Fordelen med å studere med utgangspunkt i dette rammeverket er at den tar til sikte å studere på mikro-nivå, inkludert entreprenører. Ved å analysere årsakene til økonomisk/teknologisk forandring og innovasjon på mikronivå får vi en forståelse av den gjensidige avhengigheten, konkurransen, de strukturelle forandringene som oppstår, samt oppveksten av ny teknologi og diffusjon. Med mikronivå mener vi både individene/bedriftene teknologien og *klynger* av individer/bedrifter og teknologier. Vi er henholdsvis likeledes ute etter strukturen av de ulike relasjonene, også kalt utviklingsblokker. Makronivået blir derfor det komplekse nettverket av mikroenhetene, hvor teknologi er basen for industriell utvikling og økonomisk vekst. (Carlsson & Stankiewicz, 1991).

Det teknologiske innovasjonssystemet ble først utviklet av Bo Carlsson og hans medarbeidere under et fem-årig forskningsprosjekt i Sverige (Edquist, 1997). Prosjektet hadde som utgangspunkt at det var tre viktige elementer for økonomisk forandring (Carlsson & Stankiewicz, 1991):

1. Balansen mellom nye kombinasjoner og reduksjon av kombinasjoner. Nye kombinasjoner er et begrep som ble beskrevet av Schumpeter i boken *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung* (2003 [1912]), og ble definert som nye produkter, prosesser og organisasjonsformer, som fører til vekst av leverandører og åpning av nye markeder. Ettersom ikke alle nye kombinasjoner kunne bli en del av markedet kreves det en reduksjon av de nye kombinasjonene, som gjøres gjennom en langvarig seleksjonsprosess. Denne seleksjonen skjer i et sosiokulturelt regime/miljø, som ofte krever interaksjon og kommunikasjon mellom aktører i et komplekst system. Markedets funksjon er å skape et konkurransedyktig spillefelt fremfor en arena for flest mulige nye kombinasjoner. Hvordan markedet er organisert spiller derfor en stor rolle.
2. Innovasjon. Her betraktes innovasjon på som en interaktiv prosess, som involverer både brukere og produsenter, og til og med noen ganger samarbeid mellom produsenter eller mer løst i et nettverk. Innovasjon er dermed påvirket av den organisasjonelle og institusjonelle strukturen rundt.
3. Diffusjon. Her er også den interaktive prosessen vesentlig på grunn av all usikkerhet ved en ny teknologi, og dermed også påvirket av den organisasjonelle og institusjonelle strukturen.

Hovedanliggende for deres analyse var å forstå disse elementene i visse organisasjonelle og institusjonelle kontekster, som inkluderer økonomisk kompetanse, kunnskapsgrupperinger, nettverk, utviklingsblokker og institusjonell infrastruktur. Dette er elementene i det teknologisk systemet, og skiller seg fra nasjonale innovasjonssystemer på tre måter: (1) Det er fokus på teknoindustrielle områder fremfor nasjonale systemer, (2) teknologiske systemer kan overskride nasjonale grenser og (3) det er større fokus på mikroøkonomiske aspekter, særlig økonomisk kompetanse og kunnskapsnettverk (Carlsson & Stankiewicz, 1991).

Andre analyser omkring teknologisk innovasjonssystem har også fokusert på å forstå samhandlingen og strukturene for økonomisk utvikling. Et viktig bidrag på dette feltet har vært forskningen til Staffan Jacobsson og hans medarbeider ved Chalmers University of Technology. De ser blant annet på hvilke hindringer som står i veien for diffusjon av fornybar energi *uten* at det offentlige blander seg inn. I en analyse av diffusjon innenfor bioenergi, vindkraft og solkraft reflekteres det at diffusjonen av fornybar energi på 90-tallet har gått for sakte på som følge av problemer i det teknologiske systemet (Jacobsson & Johnson, 2000). For dem inneholder det teknologiske systemet tre elementer: (1) aktørene og deres kompetanse, (2) nettverkene og (3) institusjonene. I forklaringen på hvorfor diffusjonen går sakte ser de på hindringer i de tre ulike elementene. For aktørene og markedet peker de på uklar forespørsel, etablerte teknologier som gir bedre profitt, lokale søkeprosesser og markedskontroll blant de regjerende. For nettverk er det fremst dårlige forbindelser og feil forståelse av fremtiden av markedet som bremser utviklingen. Når det gjelder institusjonene kan problemene ligge i dårlig lovgivning, svikt i utdanningssystemet, skjevt kapitalmarked og underutviklet organisasjoner og politisk makt for de nye aktørene. (Ibid)

Ifølge forskere innenfor samme felt fra Utrecht University, er det to vesentlige problemer ved tidligere forskning på feltet. For det første, selv om forskningen baserer seg på interaktiv læring og evolusjonær økonomi, har mye av verkene knyttet til dem vært kvasistatistisk. Den har fremst analysert aktørene, institusjonene og alle relasjoner for å forklare og vurdere de ulike sosiale strukturene i innovasjonssystemet, men mangler forklaringer på dynamikken i systemet. For det andre har fokuset på institusjonalisme ført til for mange forklaringer som blir gjort på makronivå og mindre på rollen til entreprenøren på mikronivå (Hekkert et al., 2007). Dynamikken og entreprenøren burde være i sentrum for en forskning som fokuserer på interaksjon og nettverk, og er mulig å gjennomføre hvis det analyseres systematisk på aktivitetene som skjer i innovasjonssystemet. Det er denne type analyse forskerne fra Utrecht University anvender når de forsøker å forstå under hvilke omstendigheter nisjer blir så suksessfulle at de tar del i det eksisterende regimet.

4.4 Funksjoner i det teknologiske innovasjonssystemet

Jeg bruker systemfunksjonene som teoretiseres og anvendes av Hekkert et.al. (2007) og Hekkert & Negro (2009) for å analysere hvordan nettverkene av aktører i denne konteksten

samhandler innenfor denne spesifikke teknologien. De forstår ikke teknologisk forandring som en smal teknologiutvikling, men også utviklingen av teknologi i samspill med systemet teknologien ligger under. Deres definisjon av teknologisk innovasjonssystem er lik den som brukes av Carlsson & Stankiewicz (1991), men fokuset i analysen er i større grad på mikronivå og dynamikken mellom de ulike funksjonene. De forskjellige funksjonene vil derfor sammen utgjøre det funksjonelle mønsteret, og kan studeres både hver for seg og i samspill med hverandre.

Funksjon 1:

Entreprenørielle aktiviteter. Entreprenører i et innovasjonssystem er selvsagt svært betydningsfulle, deres rolle innebærer å omgjøre potensiale for ny kunnskap, nettverk og markeder til konkrete handlinger. Entreprenører kan tilhøre et selskap som ønsker å dra fordel av nye utviklinger, eller nye aktører som ser nye markedsmuligheter. Entreprenørskap er derfor nødvendig for å følge med på nye kombinasjoner av teknologisk kunnskap, søking og markeder. Gjennom eksperimenteringen kan man finne ut hvilken teknologi man skal satse på, og finne ut hva reaksjonen til konsumenter, regjeringen, konkurrenter og leverandører er. Det er forventet at hvis det er lite entreprenørielle aktiviteter er det et resultat av de andre funksjonene, men de andre funksjonene må likevel ikke ses på som eksterne faktorer som entreprenøren ikke kan påvirke.

Funksjon 2:

Kunnskapsutvikling. Mekanismer for læring er viktig for innovasjonsprosessen. Den mest fundamentale ressursen er tross alt kunnskap, og dermed er også den viktigste prosessen læring. FoU og kunnskapsutvikling er derfor nødvendig for innovasjonssystemet. Kunnskapsutvikling omhandler (1) læring gjennom leting og (2) praktisk læring, og indikatorer for satsing og innsats av denne funksjonen kan være FoU-prosjekter, patenter og investeringer i FoU.

Funksjon 3:

Diffusjon av kunnskap gjennom nettverk. Den viktigste funksjonen et nettverk har er utveksling av informasjon, og er derfor en forutsetning for læring gjennom leting. For at

denne funksjonen skal være mest mulig optimal, er det viktig at politikktutforming (som i dette tilfellet er standarder og langsiktige mål) opprettholde en balanse mellom (1) et stabilt rammeverk for de teknologiske innsiktene man har, og (2) forandringer i teknologi, normer og verdier. Funksjonen kan analyseres ved å kartlegge antall ‘workshops’ og konferanser som opprettes for en spesifikk teknologi, og se på hvor store og intensive disse nettverkene er over tid.

Funksjon 4:

Angivelse av retning. Denne funksjonen refererer til seleksjonsprosessen av hvilken teknologi man skal satse på og fortsette å utvikle. Et eksempel kan være langsiktige mål for å innfase fornybar energi. Dersom de ulike aktørene (industri, regjeringen og/eller markedet) er enig i at det skal produseres mer energi fra fornybare kilder, vil synligheten være sterk nok til at de ulike aktørene er sikker på hva som satses på, og kan imøtekomme problemene knyttet til teknologiene uten usikkerhet rundt fremtiden. Dette er en kumulativ og interaktiv prosess hvor det utveksles ideer mellom mange ulike aktører, og gir teknologisatsingen nødvendig legitimitet. Denne funksjonen analyseres ved å studere målene som er satt av regjering eller industri innenfor en bestemt teknologi.

Funksjon 5:

Markedsetablering. Ny teknologi har som regel vanskeligheter med å konkurrere mot etablerte teknologier. I startfasen vil den nye teknologien være uferdig eller mindre effektiv i et marked, noe som betyr at etablering av denne teknologien kan gi få eller ingen fordeler. Henholdsvis er det nødvendig å *beskytte* teknologien i startfasen, slik at den etterhvert kan tilpasse seg markedet. En måte å gjøre det består i å lage midlertidige nisjemarkeder for spesifikk bruk av teknologien. I dette nisje-markedet kan de ulike aktørene skape en kunnskapsutviklingen og skape nettverk rundt teknologien (funksjon 2 og 3), som senere kan føre til en satsing på teknologien (funksjon 4). En annen mulighet kan være å skape midlertidige konkurransefordeler gjennom gunstige skattesystemer eller ‘feed-in-tariffer’. Og bygge ut gode nok systemer for infrastrukturen for teknologien. Denne funksjonen analyseres ved å kartlegge antall nisjemarkeder som er opprettet, hva slags skattesystemer som benyttes for ulike teknologier, hva slags miljøstandarder som opprettes og hvor mange infrastrukturprosjekter tilknyttet spesifikke teknologier som planlegges og bygges.

Funksjon 6:

Ressursmobilisering. Ressurser i form av både finansiell og menneskelig kapital er en nødvendig input for utviklingen av kunnskap (funksjon 2). Eksempler på ressursmobilisering kan være midler som gjøres tilgjengelig for satsing på en teknologi, oppkjøp av ulike selskap som jobber innenfor den spesifikke teknologien og investeringsprogrammer. Denne funksjonen kan være utfordrende å kartlegge ved å se på hva slags ressurser som har blitt gjort tilgjengelig for disse type aktiviteter over tid.

Funksjon 7:

Skape legitimitet/motarbeide motstand mot forandring. For at en ny teknologi skal få en plass i markedet må det enten bli en del av et etablert regime, eller skape et nytt regime. For å kunne oppnå dette trengs det koalisjoner av støttespillere som setter teknologien på agendaen (funksjon 4), driver lobbyvirksomhet for å få ressurser (funksjon 6) og gode konkurransefordeler (funksjon 5), og dermed skaper en legitimitet for den nye teknologien. Koalisjonene vil fortsette å vokse og dermed ha større innflytelse hvis de er suksessfulle. Derfor kan denne funksjonen analyseres ved å kartlegge oppveksten og utviklingen til interessegrupper og deres lobbyvirksomhet.

4.5 Hvordan funksjonene henger sammen

Denne modellen forventes å være ikke-lineær, hvor vi kan finne ulike interaksjoner mellom funksjonene. Det betyr også at funksjonene vil være sirkulære. Tilbakemeldingene er ofte gjentakende, og bygger sammen momentum som kan skape forandringer i systemet. Det er derfor også argumentert for at empirien bør se etter hvordan prosesser for momentum oppstår (Hekkert et al., 2007).

Tidligere resultater har også gitt grunnlag for noen funksjoner som er viktigere i starten enn andre (Hekkert & Negro, 2008). Spesielt har funksjon 4, funksjon 7 og funksjon 5 vært tre 'motorer' for videre utvikling av en nisje-teknologi. Disse funnene er som regel basert på biomasse i Sentral-Europa, og jeg forventer ikke å finne de samme resultatene i min analyse.

5 . Metode og design

Dette kapitlet redegjør for og diskuterer forskningsdesignet og de metodologiske valgene. Bakgrunnen for å bruke innovasjonsanalyse var den stabile fremdriften av fornybar generering i Storbritannia som ikke kunne forklares gjennom de økonomiske støtteordningene. Jeg søkte dermed i bredden for å finne alternative forklaringer til fenomenet, og jobbet med tre alternative forklaringer, hvor de to andre baserte seg på institusjonalisme og energisikkerhet. Innovasjon og teknologiutvikling ble derimot i litteraturgjennomgangen identifisert som den viktigste forklaringen, og jeg valgte derfor å gjøre en innovasjonsanalyse av det britiske energimarkedet for å teste ut hypotesen. Jeg ønsket å forklare dynamikken i innovasjonssystemet, og det teknologiske innovasjonssystemet som var utarbeidet Hekkert et al. (2007) ble vurdert som det beste designet for å forklare dynamikken og kategorisere det store empiriske materialet.

5.1 Forskningsdesign

Denne avhandlingen bruker case-studie som forskningsdesign for å forklare hvordan og hvorfor hendelser påvirker den britiske fornybare industrien. Problemstillingen er av forklarende art, hvor forbindelsen mellom de ulike funksjonene analyseres over en lengre tidsperiode. Case-studiet er dermed en empirisk anvendelse for å undersøke samtidige fenomen i en realistisk kontekst (Yin, 2003). For oppgavens problemstilling var denne type forskningsdesign relevant for å forklare hvordan og hvorfor innovasjonssystemet har vært en viktig komponent for veksten i fornybar generering.

For å kunne systematisere dataen var det viktig å ha et teoretisk rammeverk som kunne styre retningen på hva jeg skulle se etter, og hva som var relevant. Teorien er forklart i forrige kapittel, som oppsummert ser etter 7 ulike funksjoner i innovasjonssystemet for å forklare hvordan ulike hendelser samspiller med hverandre. Det teoretiske rammeverket er relativt nytt og lite forsket på, men har ført til flere empiriske funn av innovasjonssystem innenfor biomasse (Negro, Hekkert & Smits, 2007; Negro, Suurs & Hekkert, 2008). Denne forskningen er inspirert av Van de Ven (2008), som fokuserte på innovasjonsprosesser i ulike

selskaper. Deres analyseenheter er ganske ulike siden de analyserer spesifikke selskaper, men har vist seg å gi gode resultater for å analysere innovasjonssystem også.

Gjennom funksjonene har vi dermed mulighet til å koble dataen opp mot et teoretisk grunnlag, men kriteriene for hva som er et godt og et dårlig innovasjonssystem kan være vanskelig å vite på forhånd siden ulike innovasjonssystemer fungerer på forskjellige måter. Likevel understrekes det av Hekkert et.al (2007) at alle funksjonene må oppfylles for at innovasjonssystemet skal fungere effektivt. Dessuten har den tidligere forskningen vist at noen funksjoner er viktigere enn andre, spesielt i den tidlige fasen. De tidligere funnene vil derfor fungere som et kriterium i evalueringen av innovasjonssystemet, men fungerer ikke som en tvangstrøye, nettopp fordi teorien og forskningsdesignet er relativt nytt og lite utforsket.

5.2 Innsamling av data

Denne oppgaven analyserer innovasjonssystemet innenfor onshore vind, offshore vind, biomasse, solkraft og tidevann- og bølgekraft. Grunnen til at jeg valgte de fire første er at det er disse teknologiene som er de viktigste i den fornybare energimiksen, og som også har økt genereringskapasiteten for tidsperioden som analyseres. I tillegg inkluderte jeg bølge- og tidevannskraft fordi kystlinjene og værforholdene tilsier at dette er ressurser det er mye av i Storbritannia. Vannkraft, som også er en del av den fornybare energimiksen, er ikke inkludert i analysen fordi den ikke har økt noe spesielt i genereringskapasitet, samt ikke blitt identifisert som en viktig del av fremtidens energimiks. Biomasse kunne vært delt opp mellom de ulike biomasse-teknologiene, men er samlet under ett for simplifiseringens del. Dessuten er kategorien “fornybar generelt” inkludert for å samle inn hendelser som ikke har skjedd innenfor en spesifikk teknologi, men likevel vært relevant for den fornybare industrien.

Funksjonsanalysen går ut på å samle sammen så mange hendelser som mulig som har skjedd innenfor det teknologiske innovasjonssystemet. For å samle sammen alle hendelsene brukte jeg MarketLine Advantage, som er et analyseverktøy for å samle inn informasjon om trender og nyheter innenfor en rekke industrier. Programmet fokuserer på forretningstrender, og har en seksjon kalt “company news”, som samler inn nyheter fra en rekke nyhetskilder for en spesifikk industri og/eller geografisk område. NTNU fikk lisens for bruk av MarketLine

sommeren 2017, og denne avhandlingen er derfor en av de første NTNU-prosjektene som tar i bruk programmet. Jeg brukte menyverktøyene til å navigere meg til Storbritannia, for så å søke under industrien “Energy and Utilities”. Søkeordene som ble brukt var “Renewable”, “Wind”, “Solar”, “Wave”, “Tidal” og “Biomass”. Dette ga litt over 2900 treff for perioden 2000-2017, og nyhetene ble så gjennomgått ved å sortere etter publikasjonsdato (fra tidligst til senest). 459 av artiklene ble sett på som relevante for problemstillingen og perioden som ble analysert. For hver artikkel kategoriserte jeg dem i mapper ut ifra hvilken funksjon de tilhørte, hvor beslutningen for hvilken funksjon de tilhørte ble gjort på basis av Hekkert et al. (2007) sine beskrivelser. Noen av artiklene var vanskeligere å kategorisere enn andre, og jeg måtte derfor bruke noe skjønn for hvilken kategori en hendelse skulle plasseres under. Dermed var det også viktig å være konsekvent i kategoriseringen, slik at hendelser som lignet på hverandre ble lagt i de samme kategoriene, og ikke ble blandet over ulike kategorier. Siden empirien baserer seg fremst på en database vil det være mindre referanser i empiri-delen.

Artiklene ble lagt i mapper for sin funksjon (som vist i tabell 1), og oppsummert i et notat-dokument. Hvorvidt det var en positiv eller negativ nyhet ble notert, og senere summert opp. MarketLine sin nyhetsbase fra 2000-2006 var noe begrenset, og jeg måtte derfor i historieskrivingen supplementere nyhetene med sekundærdata fra forskningsartikler og bransjerapporter. Disse ble hentet inn for å dekke hullene, men var ikke samlet inn på samme systematiske måte, og dermed heller ikke inkludert i opptellingen av funksjonene. I historiedelen kildeføres den informasjonen som kommer fra rapportene og forskningsartiklene, slik at leseren skal forstå hva som kommer fra sekundærdataen, og hva som stammer fra MarketLine sin database.

Tabell 1. Operasjonalisering av systemfunksjonene

Systemfunksjon	Hendelseskategori	Verdi
F1: Entreprenørelle aktiviteter	Prosjekt startet	+1
	Utforming av ny teknologi	
	Prosjekt stoppet	-1
	Manglende entreprenører	
F2: Kunnskapsutvikling	Studier, rapporter, F&U-prosjekter, patenter	+1
F3: Diffusjon av kunnskap	Konferanser, workshops, plattformer	+1
F4: Angivelse av retning	Positiv forventning av fornybar energi	+1
	Positiv regulering av staten for fornybar energi	
	Negativ forventning av fornybar energi	-1
	Negativ regulering av staten for fornybar energi	
F5: Markedsetablering	Feed-in rates, miljøstandarder, grønn markedsføring, nye fornybare selskaper, infrastruktur	+1
	Mangel på overnevnte	-1
F6 Ressursmobilisering	Subsidier, investeringer	+1
	Mangel på overnevnte	-1
F7: Legitimitet/motarbeide motstand	Lobby av aktører	+1
	Mangel på lobby	-1
	Lobby for andre teknologier	
	Motstand mot forandring	

5.3 Reliabilitet og validitet

De tre kriteriene validitet, generalisering og reliabilitet brukes for å vurdere kvaliteten på designet. For et optimalt design er det viktig å kommentere og reflektere over hvorvidt disse er oppfylt.

Reliabilitet oversettes ofte til pålitelighet, og handler om gjentatte målinger på den samme casen med det samme analyseverktøyet vil gi det samme resultatet. I en positivistisk tradisjon er dermed idealet at forskningen er nøytral og objektiv (Tjora, 2012). I en case-studie kan likevel forskerens engasjement være viktig for kunnskapsbyggingen og datainnhenting, og det er derfor viktig at man eksplisitt viser hvordan man har gått frem i datainnhenting. For denne oppgaven har det vært å være å beskrive konteksten så godt som mulig og være så klar som mulig om hvordan funksjonene skal brukes. Det sistnevnte har jeg prøvd å opprettholde ved å vise hvordan artiklene er kategorisert og operasjonalisert, og vært så presis som mulig om hva de ulike funksjonene betyr. Dessuten har jeg beskrevet hvordan jeg har gått frem, hva slags søkeord som er brukt, og vært tydelig på skillet mellom funksjonsanalysen og den sekundære dataen

Begrepsvaliditet handler om å gi en god nok operasjonalisering av det som måles, slik at innhenting ikke baserer seg på subjektive bedømminger. Problematikk knyttet til operasjonalisering er ofte noe case-studier blir kritisert for på grunn av manglende operasjonalisering (Yin, 2003). Denne avhandlingen har derimot over flere sider forklart hvilke funksjoner jeg ser etter, hva disse betyr for innovasjonssystemet og hvordan jeg har operasjonalisert dem i innhenting. Gjennom teorien dannet jeg dermed en god forståelse for hvordan jeg skulle kategorisere all dataen, og jeg mener derfor at begrepsvaliditeten er godt ivaretatt i denne case-studien.

Intern validitet er en test for kausale sammenhenger, hvor forskeren skal komme fram til om man kan si at x fører til y. Hvis forskeren konkluderer med at det er en sammenheng mellom x og y uten å ha kjent til den tredje faktoren z, kan man ha en spuriøs sammenheng, som betyr at den interne validiteten ikke er ivaretatt (Ibid). I en case-studie vil det alltid være vanskelig å demme opp for en slik spuriøs sammenheng siden datamaterialet er såpass stort. Likevel har

jeg prøvd å passe på at mange nok artikler ble lest og gjennomgått slik at verdifull informasjon ikke ble borte. Dessuten har jeg supplementert med sekundær data fra forskningsartikler og pålitelige rapportsselskaper for å øke den interne validiteten.

Ekstern validitet handler om dataen er generaliserbar eller ikke. Vil man få de samme resultatene hvis man gjorde den samme testen på en annen case? I kvantitativ forskning har man som regel mulighet til å generalisere dataene basert på uttrekket, men i kvalitativ forskning ønsker man en konseptuell generalisering, som går ut på å utvikle konsepter, typologier eller teorier som kan ha relevans for andre caser enn den som er studert (Tjora, 2012). Denne avhandlingen bruker en relativt ny teori som ikke er testet ut på veldig mange teknologiske innovasjonssystem ennå. Den eksterne validiteten er derfor ikke særlig sterk fordi den ikke er testet ut på så mange caser ennå. Likevel styrkes den eksterne validiteten for hvert bidrag som gjøres innenfor denne forskningen, som kan hjelpe den videre konseptualiseringen i fremtiden.

6. Analyse

Denne delen presenterer analysen som er gjort. Kapitlet starter med en strukturanalyse, som er viktig for å forstå hvem som er de relevante aktørene. Videre presenteres noen av nøkkeltallene i funksjonsanalysen, før jeg presenterer historien. Etter historiegjennomgangen vil denne dataen analyseres ved grafiske fremstillinger av utviklingen av funksjonene, før jeg avslutter kapitlet med en diskusjon rundt funnene.

6.1 Strukturanalyse

Storbritannia er kjent for den “britiske modellen” innenfor energiliberalisering, som kort oppsummert (1) skapte et konkurransemarked for elektrisitet, (2) brøt forsyningsmonopolet slik at alle kunne velge energileverandør, (3) separerte nettverksvedlikeholdet, (4) atskilte forsyningen og genereringen, (5) skapte en insentivstruktur for å sette markedsprisen i monopolistisk konkurranse og (6) privatiserte statseide selskaper (Thomas, 2005). Det regulative systemet ble utformet i Electricity Act 1989, som etablerte et lisensregime og satte opp retningslinjene for reguleringen til ‘Gas and Electricity Markets Authority’ (GEMA), som opererer gjennom ‘Office of Gas and Electricity Markets’ (Ofgem) og ‘Secretary of State for

Business Energy and Industrial Strategy'. For å kunne drive med generering, overføring, distribusjon, leveranse eller operere kabelløsninger trengs det dermed en lisens.

Tabell 2. Liberalisering av den britiske energisektoren (Marketline, 2015)

	Før privatisering og liberalisering	Rett etter privatisering	Situasjon i 2015
Generering	Central Electricity Generating Board (CEGB) South of Scotland Electricity Board (SSEB) North South of Scotland Hydro-Electric Board (NSHEB) Northern Ireland Electricity Board	National Power Powergen Nuclear Electric (statlig eid frem til 1996, så privatisert og byttet navn til British Energy) Scottish Hydro-Electric Scottish Power Northern Ireland Electricity (privatisert i 1992)	Cirka 70% av generering fra "Big 6", som er: Centrica EDF Energy E.ON UK RWE npower SSE Scottish Power I tillegg har 120 andre selskaper lisens for å generere. Andre store selskaper er Drax, Engie, Eggborough og Vitol
Overføring (sentralnett)	CEGB SSEB NSHEB NIEB	National Grid Company Scottish Hydro-Electric Scottish Power Northern Ireland Electricity	National Grid (England og Wales) SSE (Skottland) Electricity Supply Board (Nord-Irland)
Distribusjon (regionalnett)	12 regionale styrever i England og Wales SSEB NSHEB NIEB	12 regionale strømselskaper i England og Wales Scottish Hydro-Electric Scottish Power Northern Ireland Electricity	Electricity North West Limited Northern Powergrid SSE ScottishPower UK Power Networks
Forsyning	12 regionale styrever i England og Wales SSEB NSHEB NIEB	12 regionale strømselskaper i England og Wales Scottish Hydro-Electric ScottishPower Northern Ireland Electricity	"Big 6" eier cirka 95% 25 uavhengige

Som vist i tabell 2 har mye forandret seg etter privatiseringen, særlig innenfor generering. “Big 6” genererer store deler av energien i Storbritannia, men mange andre aktører har også etablert seg på markedet, spesielt innenfor fornybar energi. Andre selskaper som Drax Power, Engie, Dong Energy og ESBI står også for stor del av genereringen (Hassan & Majumder-Russell, 2014). Innenfor overføring gjennom sentralnettet og distribusjon gjennom regionalnettet er det langt færre aktører, mens “Big 6” eier mesteparten av forsyningen til selskaper og husholdninger.

Når det gjelder departementer som har hatt kontroll over energi har det vært gjort mange forandringer. ‘Department of Trade and Industry’ hadde ansvar for energipolitikken fra 1992, men ble nedlagt av Gordon Brown i 2007. Deres ansvarsområder ble flyttet til ‘Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform’ samme år, men energipolitikken ble så i 2008 flyttet til ‘Department of Energy and Climate Change’, hvor deres ansvar var å sikre energitilførsel på en bærekraftig måte. DTI og DECC er hoveddepartementene som hadde påvirkning på oppbyggingen av en fornybar sektor i Storbritannia for perioden som analyseres, men det er verdt å merke seg at DECC i dag er nedlagt, hvor deres ansvarsområde i 2016 ble flyttet av den nye Amber Rudd-regjeringen til Department for Business, Energy and Industrial Strategy.

Departementene har generelt jobbet tett med andre aktører og offentlige etater. ‘Gas and Electricity Markets Authority’ (GEMA) har hovedansvar for reguleringen av energisektoren, som består av et panel som er utnevnt av departementet for maks 5 år om gangen (Ibid). ‘Office of Gas and Electricity Markets’ (OFGEM) gjør det daglige arbeidet til GEMA, hvor deres hovedansvar er å sikre interessene til eksisterende og fremtidige strømkunder ved å promotere effektiv konkurranse (Ibid). OFGEM arbeider derfor på vegne konsumentene, og samarbeider med mange ulike aktører for å sikre energitilførsel til en god pris. Samtidig arbeider de tett med mange utviklere og forskningsinstitusjoner for å bedre bærekraftigheten.

Innenfor forskning og utvikling er hovedaktøren Energy Technology Institute (ETI), som ble startet opp i 2007 for å akselerere kommersialiseringen av fornybar energi. Instituttet jobber

med private aktører og universiteter for å gi økonomisk finansiering og være en plattform for kunnskapsdiffusjon, samtidig som de driver egen forskning. Konsulentfirmaet Carbon Trust er også en plattform for teknologiforskning på fornybar energi, hvor de for eksempel spiller en meget aktiv rolle i Offshore Wind Accelerator Programme. Dersom prosjektene ikke får støtte av ETI kan de også søke om økonomisk finansiering av Engineering and Physical Science Research Council, som støtter mange ulike prosjekter.

Offshore Renewable Energy Catapult er et annet viktig innovasjon- og forskningscenter, som fokuserer på offshore vind-, tidevann- og bølgekraft. Mye av forskningen og utviklingen utføres av energiselskapene, enten for seg selv, mellom hverandre eller i samarbeid med universiteter. I funksjonsanalysen var University of Strathclyde det mest aktive universitetet til å samarbeide med private aktører, spesielt innenfor offshore aktiviteter. Andre høyere utdanningsinstitusjoner som har vært aktive i forskningssamarbeidet med de private aktørene er Durham University, University of Oxford og Imperial College London. I tillegg til forskning og utvikling av energiselskaper og andre energirelaterte bedrifter har forsvarsteknologiselskapet Qinetiq gjennomført en del forskning og utvikling innenfor fornybar energi, mens EA Technology har vært en verdifull innovasjonspartner innenfor smart grid.

Innenfor onshore vind har det blitt identifisert 22 selskaper med en større genereringsportefølje, men det er også andre småselskaper som har noen mindre vindkraftanlegg i Storbritannia. Mange ulike turbinselskaper har også solgt sine turbiner til onshore vindkraftanlegg, men de fleste anleggene bruker turbiner laget av Siemens, Nordex, Vestas, Enercon og REpower (senere Senvion). Selv om turbinene blir fabrikkert fra utenlandske firmaer, har alle disse firmaene base i Storbritannia. Tata Steel står for mye av stålproduksjonen som brukes i turbinene, mens konstruksjonen skjer som regel enten av turbinfabrikantene, energiselskapene eller i samarbeid med de største vindkonstruksjonsfirmaene i Storbritannia, som Jones Bro og Wind Towers. Oppkoblingen gjøres som regel av de som eier det regionale strømmettet, men kan også gjøres av uavhengige firmaer som ABB. Dessuten har American SuperConductor vært en vesentlig aktør for teknologiutvikling for onshore tilkobling.

Offshore vind har færre selskaper som genererer, men flere selskaper som driver med tilkobling, kabelsystemer og infrastruktur. Dette er naturlig ettersom det er mange færre offshore anlegg, mens det krever mer avansert teknologi for undervannskabler til tilkoblingene. Det er identifisert 10 selskaper som er de største innenfor generering offshore vindkraft, selv om det også er andre aktører som eier deler av genereringsporteføljen. Selskapene som eier flest offshore vindkraftanlegg er DONG Energy, E.ON og Vattenfall, men de britiske selskapene Centrica og SSE også har større eiendeler. Vindturbinene blir i de aller fleste offshore vindkraftanleggene levert av Siemens og Vestas. Konstruksjonene gjøres i de fleste tilfellene av konstruksjonsfirmaer med ekspertise innenfor offshore vind, som Subsea 7, Belfast Harbour, Fluor Limited og BAE Systems. I tillegg til dette kreves også leveranse av utstyr, som i mange tilfeller har blitt gjort av OEG Offshore Limited. Infrastruktur og kabelsystemer gis også til firmaer som spesialiserer seg på dette, hvor blant annet Carillion, Bechtel Corporation, NKT Cables og Prysmian Group har vært aktive på denne fronten. I tråd med at offshore vindkraft er en mye mer kunnskapstung industri, er det flere bedrifter og universiteter som viser interesse for forskning og utvikling innen dette feltet. En del av dem er allerede nevnt ovenfor, men bedrifter som Wood Group, Technip Offshore Wind og Mitsubishi Power Systems har vært viktige støttespillere for videreutvikling av kostnadseffektive vindturbiner.

Biomasseanleggene i Storbritannia er fordelt på mange ulike selskaper, men størst genereringsportefølje ligger hos E.ON og RWE npower. De andre selskapene som generer energi av biomasse er ikke "Big 6", men selskaper som har mer spesialkompetanse på biomasse, som Drax Power, Heliuss Energy og Adnams BioEnergy. Biomassekraft er noe unikt innenfor fornybar energi fordi de er avhengig av leveranse av produkter som kan brukes i anleggene, i motsetning til andre fornybare energikilder som baserer seg på vær og klima. Biomasseproduktene innebærer mye forskjellig, men er ofte treverk som kjøpes av andre firmaer (som Stobart Biomass Products og Associated British Ports), matavfall som man kan få fra ulike restaurantkjeder eller avfall/kloakkslam der energien produseres på selve søppeldyngen. En del av teknologien som benyttes i biomasseanlegg fabrikkeres og installeres av ulike selskaper som har ekspertise innenfor hvert sitt område. For eksempel driver MAN PrimeServ med turbiner, Alter NRG med plasmagassløsninger, AgriEnergy med energiavling i jordbruk og Foster Weeler med biomassekjeler. Biomasse omgår en rekke teknologier, og krever derfor en tung industri på mange områder for å bli suksessfull.

Når det gjelder tidevann og bølgekraft er det ikke mange selskaper som generer energi, noe som er forventet med tanke på den lave outputen som kommer fra sektoren. 8 ulike firmaer som driver med generering innenfor tidevann- og bølgekraft ble identifisert i funksjonsanalysen, men det er mange firmaer som driver med forskning og utvikling innenfor feltet og en del firmaer knyttet til fabrikasjon, konstruksjon og tilkobling. Mesteparten av anleggene som er konstruert eller konstruksjon er utenfor Cornwall og Orkney, hvor det har bygget seg en klynge av britiske og utenlandske selskaper som jobber med fabrikasjon og konstruksjon. På grunn av den store ressursen av tidevann og bølger i disse områdene har det fungert som et ideelt testområde for mange globale selskaper, som britisk industri har gjort seg tjent med.

Strukturen innenfor solenergi er noe annerledes, ettersom det ikke trengs en like stor kunnskapsbase. Mye av fabrikasjonen utføres i andre land, der solceller kan masseproduseres og eksporteres. I funksjonsanalysen var over 30 selskaper identifisert som tilbudte solceller, som viser hvor raskt produksjon av solceller går. Mange av disse selskapene har satt opp kontorer i England, mens noen selskaper har signert distribusjonsavtaler med energileverandører eller bedrifter som installerer solcellene i Storbritannia. Som følge av den lave kostnaden for solceller og den generøse FiT-ordningen har flere selskaper hatt mulighet til å generere solkraft. Solkraft er likevel i en tidlig fase, og det er meget sannsynlig at en del av aktørene faller fra.

6.2 Deskriptiv data

I tabell 3 vises resultatene av antall funksjoner som er notert for hver teknologi. De nyhetene som ikke har handlet om en bestemt teknologi, men overordnet om fornybar energi generelt, er notert som “fornybar”. Tallene som står alene representerer utelukkende positive funksjoner, mens tall bak bindestreken representerer negative funksjoner. Hvis vi bruker “Biomasse F1” som eksempel er det notert 24 positive nyheter og 1 negativ nyhet innenfor denne funksjonen. I eksemplet “Biomasse F3” er det kun notert ned 3 positive nyheter, mens det ikke ble funnet noen negative nyheter innenfor denne funksjonen.

Tabell 3: Deskriptiv data av funksjonsanalysen

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	Sum
Biomasse	24-1	0	3	1	4	7	1-1	39-2
Bølge og tidevann	27	3	4	3	1	13	0	51
Sol	42	2	0	2	9	8	0	63
Onshore vind	57-4	2	3	4	2-2	19	2-5	91-11
Offshore vind	45-1	6	9	4	4-2	20-1	1-2	89-5
Fornybar	7	11	5	12-1	31-3	15-1	5-7	98-10
Sum	204-6	24	21	26-1	51-7	82-2	9-15	431-28

Det første vi kan notere er hvilke teknologier som nevnes oftest. Bortsett fra den generelle “fornybar”-kategorien, er det mest aktivitet innenfor onshore vind og offshore vind, med henholdsvis 102 og 94 nyhetetsnoteringer hver. Dette utgjør 23,67% og 20,47% av alle nyhetene i datasettet. Det er liten tvil om at det er mest aktivitet og diskusjon rundt vindkraft som en ny energikilde, noe som også er naturlig med tanke på at Storbritannia har en av de beste vindressursene i Europa (DECC, 2011). Kunnskapsutvikling (F2) og diffusjon av kunnskap (F3) er høyere innenfor offshore vind, som indikerer at onshore vindkraft er en mer moden teknologi som kan installeres uten de store kunnskapsnettverkene. Onshore vind har i dette datasettet også møtt større motstand enn offshore vind, da spesielt fra lokal opposisjon til vindkraftanlegg i nærrområder, en bevegelse som ofte kalles “not in my backyard” (Jones & Richard Eiser, 2010).

Solkraft er den tredje mest nevnte teknologien, hvor majoriteten av noteringene er på nye prosjekter. Dette er også naturlig da ulike solcelleprosjekter, enten på bygninger eller større solkraftarealer i periferien, sjeldent produserer store mengder energi. Som vi har sett tidligere står solkraft for en ganske stor porsjon av den fornybare genereringen i Storbritannia, som

betyr at har vært mange små aktiviteter fremfor store anlegg som tar flere år å bygge. Det er også notert en del F5 (markedsabling) innenfor denne teknologien, som kan være med å forklare hvorfor solkraften har klart å etablere seg på markedet i løpet av en såpass kort tidsperiode. De fleste nyhetene på dette feltet har blitt notert fra 2010 og utover, som illustrerer hvor relevant denne teknologien har blitt i de senere årene.

Dersom vi ser på de to minst nevnte kategoriene, bølge/tidevann og biomasse, skulle man tro at bølge- og tidevannskraft er en mer dominant teknologi enn biomasse, spesielt ettersom Storbritannia også har en av de beste bølge- og tidevannsressursene (DECC, 2011). Dette er, som vi har sett tidligere, ikke tilfelle. Hvis vi ser kun på den deskriptive dataen kan det argumenteres for at det mangler en form for markedsabling for bølge- og tidevannskraft, med kun 1 notering innenfor denne funksjonen (som også var først i 2014). Dette vil komme klarere frem i funksjonsanalysen, men det må også tas med i bildet at både bølgekraft og tidevannskraft er teknologier som fortsatt er i forskningsfasen, hvor de anleggene som bygges og forskes på ikke er i nærheten av å produsere like mye energi som offshore vind.

Biomasseanlegg er lettere å etablere i markedet i tråd med at teknologien som gjør biomassen til energi installeres i ulike anlegg (f.eks. avfallsanlegg) som allerede eksisterer. Det kreves sjeldent at nytt areal må utnyttes, og det vil dermed være lettere å integrere biomassekraft i energimiksen enn hydrokraft, som må "stjele" areal fra offshore vind.

I den siste "fornybar"-kategorien ser vi en litt annen historie enn de spesifikke teknologiene. Grunnen til dette er at de entreprenørelle aktivitetene som regel installerer én spesifikk teknologi, og det er derfor sjeldent det kan noteres entreprenørelle aktiviteter innenfor "fornybar energi generelt". Det som derimot er meget relevant innenfor denne kategorien er antall ganger det har blitt notert en markedsabling innenfor fornybar energi generelt. Dette er i all hovedsak OFGEM og distribusjonsselskapene som jobber med å bygge ut overføringsnett for å kunne koble til ulike fornybare prosjekter, og er spesielt aktivt rundt 2006, når den fornybare prosjektbyggingen ekspanderer. F2 og F3 er også relativt aktive, og vi skal se litt på hva slags kunnskapsutvikling og diffusjon av kunnskap som er mest relevant i denne sammenhengen. Det er også verdt å notere seg at F4 (angivelse av retning) i all hovedsak er positiv, mens F7 (skape legitimitet/motarbeid motstand) er negativ. Det er tydelig

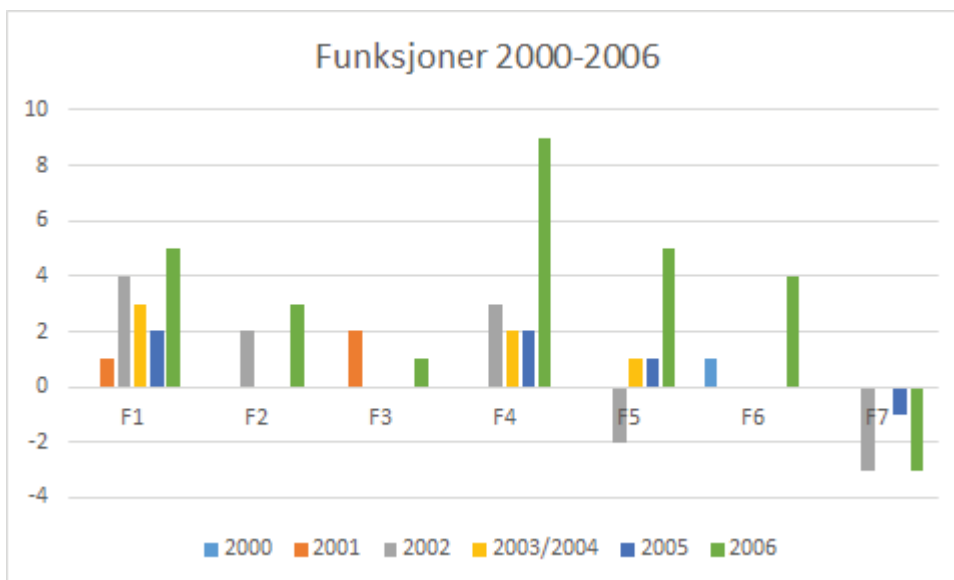
at både regjering og energiindustri er positive til den fornybare retningen, men responsen utenfra er noe blandet.

6.3 2000-2006: Utvelgelse og etablering

Starten av 2000-tallet var preget av diskusjoner om hvorvidt fornybar energi skulle være fremtiden for energimiksen, og i så fall hvilken teknologi som skulle bli ledende. I denne perioden ser vi mest aktivitet innenfor angivelse av retning, hvor regjeringen prøvde å presse energisektoren i fornybar retning. Likevel møtte regjeringen en del motstand, som indikert i figuren under. Når det gjelder markedsetableringen ser det ut til å ha gått sakte de første årene, men at markedene begynte å blomstre mot midten av 2000-tallet.

Kunnskapsutviklingen og diffusjonen av kunnskap er noe ustabil, mens prosjektmengden er størst ved 2002 og 2006. Det er også verdt å merke seg at det ikke ble notert noen ressursmobiliseringer før i 2006, som indikerer en del usikkerhet i markedets fremtid i denne perioden.

Figur 5: Noteringer for perioden 2000-2006



Fornybar generelt

Etter at det viste seg at NFFO ikke hadde produsert de resultatene man ønsket seg, var det knyttet store forventninger til hva RO-mekanismen kunne føre med seg. Samtidig som at RO

ble innført i 2002 signerte energiaktørene i Storbritannia og Thailand en avtale om samarbeid innenfor fornybare investeringsprosjekter og flere offentlig-private partnerskap. Likevel var det mye turbulens rundt Storbritannias fornybare politikk. Cambridge Econometrics kom i 2002 ut med en rapport som tvilte på at Kyoto-målene kunne nås, til tross for en mer stabil finansiering gjennom RO. Commons Environmental Audit Committee presenterte samme år en rapport om at den britiske regjeringen ikke gjorde nok for å akselerere fornybar energiproduksjon, og at det var spesielt store problemer knyttet til planleggingsfasene. Andre aktører var også skeptisk til den fornybare retningen. Royal Academy of Engineering varslet i 2002 energidepartementet om at det kom til å bli en mangel på gass, og at regjeringen måtte ha større fokus på bygging av kjernekraftanlegg og ha et mer realistisk syn på fornybar energi.

Regjeringen var derimot klare på at det skulle satses fornybart. Tiltak ble gjort for å jobbe tettere med industrien for å hjelpe dem inn i det fornybare verdensmarkedet, bedre informasjonen om fornybar finansiering, finne og løse problemer innenfor fornybar leveranse og gi en bedre oversikt over muligheter i markedet. Energiministeren Brian Wilson sammenlignet i denne sammenheng dagens situasjon med olje- og gasssituasjonen på 1970-tallet, og mente industrien hadde en lys fremtid hvis de fulgte samme strategi. Ved slutten av 2002 ble det knyttet store forventninger til en ny energirapport, som skulle si noe mer spesifikt om satsingen på fornybar energi og kjernekraft. Kjernekraft var sett på som en konkurrent for den fornybare industrien, og en teknologi som var lite populær blant miljøorganisasjoner. Det var dermed en lettelse for industrien da det nye energidokumentet kalt “Our energy future – creating a low carbon economy” kom ut i starten av 2003. Den satte nemlig et stort fokus på at fornybar energi var satsingsobjektet for fremtiden, samtidig som det ikke lenger skulle gis noen nye subsidier til oppbygging kjernekraftanlegg. Dette innebar at det krevdes oppgradering av strømmettet, og Ofgem startet samme år å lage planer for oppgraderingen i samarbeid med nettselskapene.

Den fornybare industrien vokste seg større mot midten av 2000-tallet, og flere energiselskaper begynte å selge fornybar energi til både bedrifter og privatkonsumenter. For eksempel signerte Barclays en 3-års kontrakt med npower. Kontrakten gikk ut på kjøp av 30 GWhs energi fra fornybare kilder av npower mot at de fikk det til en fikset pris. Flere selskap, npower inkludert, begynte også å gi muligheter for en “grønn tariff-avtale”, hvor

konsumentene kunne sikre seg grønn energi. Prosjektene begynte å konstrueres raskere, og Ofgem annonserte omsider i 2006 at man ville se investeringer på 4 milliarder pund i strømmettet over de neste 5 årene.

Til tross for stor satsing på fornybare prosjekter fortsatte energietterspørselen å øke, og det var dermed en forståelse av at energimiksen fortsatt ville bestå av mange ulike kilder, også fossile. Dessuten var kjernekraft igjen på dagsorden, da forskning- og innovasjonsminister argumenterte i en debatt i House of Lords at kjernekraft burde bli ansett som en fornybar energi, og at Storbritannia ikke ville nå målet sitt om 20% fornybart innen 2020 dersom ikke kjernekraft selv ble definert som fornybart.

Regjeringen valgte å snu sin tidligere politikk på kjernekraft da de i 2006 kom ut med et nytt energidokument som uttalte at det likevel skulle satses på kjernekraft. Statsminister Tony Blair kommenterte at kjernekraft var “back on the agenda with a vengeance”, og 6 nye kjernekraftprosjekter ble annonsert, selv om det ikke var funnet noen løsning på hva man skulle gjøre med avfallet. Holdningen til Skottland på denne fronten var derimot en helt annen. Den skotske førsteministeren Jack McConnell nektet for at Skottland hadde bestemt seg for oppbygging av kjernekraft nettopp fordi de ikke hadde løsning på avfallssituasjonen.

Selv om regjeringen valgte å snu på kjernekraft hadde den fornybare industrien rukket å vokse mens kjernekraft sin fremtid hadde vært usikker, og det ble derfor gjort flere investeringer og forskninger innenfor fornybar energi. Blant annet investerte Scottish and Southern Energy (SSE) 2,4 millioner pund i et fond ledet av Sigma Technology Group, som gikk til fornybare energiprojekter i Øst-Skottland. Den britiske avdelingen til E.ON valgte også å sponse et prosjekt kalt LIFE, et senter med hensikt om å gi utviklere og forskere teknisk og kommersiell hjelp. Heller ikke regjeringen stoppet opp den fornybare satsingen til tross for flere subsidier til kjernekraft. Et av tiltakene til regjeringen var en enighet mellom Storbritannia og Kina om å opprette en felles arbeidsgruppe som skulle se på politikk og markedsmekanismer for å promotere fornybar energi og energieffektivitet. Regjeringen annonserte også en ny ordning kalt “Partnership for Renewables”, som sammen med private selskaper skulle bygge fornybar energi “on site” til ulike offentlige bygg, som politistasjoner og sykehus. Også den skotske

regjeringen gjorde større tiltak for å bedre den fornybare industrien generelt, og åpnet et 8 millioner pund fond som skulle bidra til flere marine energiprojekter.

I slutten av 2006 startet det også markedsetablering innenfor mikrogenerering. Flere selskaper, blant annet B&Q, begynte å selge mikroenergiløsninger innenfor både vind og sol ved ulike byggevarerhandlere. Ofgem ba derfor energileverandører å bedre forholdene og informasjonen rundt mikrogenerering. De ønsket blant annet enklere løsninger for å selge ekstra energi tilbake til strømmettet, og fjerne alle regulative barrierer for mikrogenerering.

Offshore vind

I 2000 ble potensielle utviklere invitert av Crown Estate om å komme med forslag for ulike områder hvor de kunne bygge offshore vindkraftanlegg. Crown Estate står som eier av kystlinjen rundt Storbritannia, og fungerte dermed som landeier. For Crown Estate var dette en god investeringsmulighet som passet med Storbritannias og EUs mål om økning av fornybar energi. Noen restriksjoner ble likevel satt: forslagene kunne bare være innenfor territorielle grenser og inneholde maks 30 vindturbiner (Jay, 2011). Denne første runden førte til 18 prosjekter som fikk godkjenning av Crown Estate.

Et av disse prosjektene gikk til Offshore Wind Power Limited. Prosjektet de jobbet med var et vindkraftanlegg ved Lincolnshire, i nærheten av Skegness, og skulle bestå av 30 vindturbiner på 2-3 MW hver. Etter å ha fått godkjenning fra Crown Estate kunne man dog ikke begynne arbeidet, men det måtte gis en godkjenning fra regjeringen. Dermed krevde dette prosjektet, som alle andre prosjekter, å komme med en miljørapport.

Det første prosjektet som derimot fikk godkjenning og kunne starte byggingen var et vindkraftanlegg utenfor Norfolk kalt Scroby Sands, med kapasitet på 60MW. Byggingen startet April 2002 av E.ON-eide Powergen og Abbot Oil. Likevel var det ett prosjekt som ble tidligere ferdig, nemlig North Hoyle prosjektet til av RWE npower, men en kapasitet på 60MW. Disse to prosjektene kan ses på som et viktig startpunkt for offshore vindkraft, hvor begge prosjektene ble bygget fort og med støtte fra lokalbefolkningen.

Et av prosjektene som derimot møtte mye motstand fra lokalbefolkningen var Tunes Plateau-prosjektet, ved Foyle River, Nord-Irland. Dette var en av prosjektene som hadde fått godkjenning av Crown Estate, og skulle gjennomføres av B9 Energy, Powergen og Renewable Energy Systems. Disse tre selskapene jobbet lenge med en forskningsrapport på mulighetene for et 150-200 MW vindkraftanlegg, som ville tilsa meget høye vindturbiner siden det kun var mulighet for 30 turbiner. Prosjektet møtte tidlig motstand fra lokalbefolkningen, som var redd anlegget ville gå ut over turismenæringen i området. De som f.eks bodde i Limavady ville ha utsikt til vindmøllene, som gjorde det vanskelig for representantene i byen å akseptere prosjektet. Dette var et av 3 prosjekter fra runde 1 som aldri ble gjennomført.

Det var også knyttet optimisme til vindkraftanlegg i Themsen-estuaret, utenfor London. Powergen var et av de første selskapene som i starten av 2002 vurderte å utvikle vindkraftanlegg i dette området, og utfordret regjeringen til å gjøre området tilgjengelig for storskala offshore-produksjon

Offshore vindkraft hadde dannet momentum etter runde 1, og Crown Estate forberedte utviklerne til en runde 2. DTI kom i November 2002 ut med policy-dokumentet *Future Offshore*, som både satte ambisjoner for offshore vind og nevnte tre strategiske områder som kunne brukes: Liverpool-bukta, The Wash på østkysten av England og det tidligere nevnte Themsen-estuaret (DTI, 2002). For å få mest ut av prosjektene var det nødvendig av Storbritannia om å få rettigheter for energiutnyttelse utenfor kontinentalsokkelen fra De forente nasjoners havrettskonvensjon, noe de fikk i 2004 (Jay, 2011). Deklarasjonen Storbritannia fikk for fornybar energiutvikling utenfor sin vanlige begrensning på 22,2 kilometer var viktig for mange av prosjektene som fikk godkjenning i Crown Estate sin andre runde. 15 prosjekter ble i 2003 godkjent av Crown Estate, både innenfor og utenfor kontinentalsokkelen, hvor noen var utbygginger, mens andre var store prosjekter (Ibid). Det største prosjektet av dem var London Array-prosjektet, med en potensiell kapasitet på 630 MW.

Themsen-estuaret gikk ikke til Powergen, men til det danske vinturbinselskapet NEG Micon. I første omgang ble det gitt en rask godkjenning i 2003 fra regjeringen om dette prosjektet,

som skulle inneholde 30 vindturbiner. Lenger tid tok det for større prosjekter som måtte gjøre store miljørapporter før godkjenningen fra regjeringen var på plass. For eksempel ble ikke London Array godkjent før i 2006.

De første prosjektene fra runde 1 som hadde tatt i bruk Vestas sine 3MW turbiner i byggingen (i motsetning til Vestas 2MW som ble brukt ved North Hoyle og Scroby Sands) var ferdig i 2005 og 2006. Det første prosjektet var Kentish Flats utenfor Kent, og ble bygget av Vattenfall, mens det andre prosjektet var Barrow i Irskesjøen, bygget av British Gas' eide Centrica og Dong Energy. Begge anleggene stod med 90MW kapasitet. I 2006 var det altså 4 offshore vindkraftanlegg som var ferdig, hvor alle brukte Vestas sine turbiner.

London Array-prosjektet viste seg derimot å støte på en del finansielle problemer. E.On, Shell og Dong Energy som hadde vunne prosjektet i 2003 uttrykte at det kunne bli vanskelig å bygge det store vindkraftanlegget på grunn av økte priser på stål (som dermed også økte prisene på vindturbiner), samt at det kostet mye for å få National Grid til å koble til anlegget til strømmettet. Videre mente de at den finansielle støtteordningen gjennom Renewable Obligation var for liten når utgiftene ble såpass høye. E.ON hadde forøvrig også utsatt offshore-prosjektene Robin Rigg og Scarweather, som de hadde jobbet med siden runde 1, på grunn av høye utgifter.

Istedenfor å gi høyere RO valgte regjeringen i denne sammenheng å legge opp til et bedre kommersielt marked for infrastrukturen til offshore vindkraftanlegg. DTI og Ofgem jobbet i slutten av 2006 med to løsninger for å få ned kostandene for å koble til vindkraftanleggene i strømmettet: et ikke-eksklusivt system hvor det skulle være konkurranse mellom lisensierte distribusjonseiere til å gi offshore overføringsnett, og et eksklusivt system hvor det skulle gis lisenser til distribusjonsselskapene ved forskjellige områder. OFGEM endte til slutt med å velge førstnevnte alternativ, som forøvrig skulle gjelde for alle nye fornybare anlegg både onshore og offshore.

Onshore vind

Onshore vindkraft var i større grad en moden teknologi. Allerede i 1979 startet man i Storbritannia å se på mulighetene for vindkraft, og førte til flere forskning- og demonstrasjonsprosjekter på 80-tallet (IEA, 2001). 21. desember 1991 var det første vindkraftanlegget som genererte energi til husholdninger og industri ferdig konstruert, et anlegg med 10 turbiner som ble bygget av Windelectric Management, senere overtatt av Good Energy (RenewableUK, 2016). Forskning og utvikling på dette feltet hadde vært langvarig, og den britiske industriens ekspertise på området ble derfor en viktig komponent for videre utvikling.

En del av prosjektene begynte å vokse i størrelse, slik at hvert område skulle produsere mest mulig energi. Et av de største prosjektet i starten av 2000-tallet var ferdig i 2001, kalt Beinn an Tuirc vindkraftanlegg i Argyll, Skottland. Dette anlegget, som var eid av Scottish Power, hadde en totalkapasitet på 30MW fordelt på 46 Vestas V47-turbiner, og ble med det landets meste effektive vindkraftanlegg.

Starten av 2000-tallet så mange nye onshore vindprosjekter, men mange av prosjektene trengte lokal støtte for å bygges opp. Et av de vindkraftanleggene som hadde lagt mye ressurser i å vinne lokalbefolkningen over var Falck Renewables sitt Cefn Croes vindkraftanlegg som hadde fått hjelp med en 6 år lang vindkampanje, frontet av Renewable Development Company ltd. Disse kampanjene som ble gjort i forkant av søknaden var viktig for å få gjennomslag, siden det i perioden 1999 til 2002 ble gitt avslag til 75% av alle onshore byggesøknader (Toke, 2002), for eksempel et mindre vindkraftanlegg av Powergen i Cornwall som ble stoppet av den walisiske regjeringen fordi turbinene var for høye.

For å tiltrekke mer kapital var det viktig å vise til at det ikke skulle være for vanskelig å få bygget opp onshore vindkraft uten massiv kampanjevirkosomhet. The British Wind Association ble i denne sammenheng en viktig brikke for å promotere vindkraft, som i flere sammenhenger promoterte investeringer i vindkraft

Momentun ble bygget videre på midten av 2000-tallet. Store prosjekter som Ardrossan (24MW) Cruach Mor (29,75MW), Causeymire (48,3MW), Rothes (50,6MW) og tidligere nevnte Cefn Croes (58,5MW) ble ferdig i årene 2004 og 2005, og skapte videre optimisme til industrien. Utvidelse av vindkraftanlegg har i mange sammenhenger vært lettere å få godkjent enn nye vindkraftanlegg, ofte fordi mange lokale er i starten usikker på motivene til utviklerne av vindkraftanlegg (Eltham, Harrison & Allen, 2008). Derfor var det naturlig at flere vindkraftanlegg også ble utvidet. Et av disse var Scottish and Southern Energy sitt vindkraftanlegg i Tangy, Argyll, som fikk godkjennelse for en utbygging fra 13 til 19 MW. Enda større var utvidelsen av Dun Law vindkraftanlegg eid av Scottish Power og RES UK, som gikk fra 17,6MW til 47,35MW. I tillegg til ulike prosjekter som ble bygget opp begynte det å bli vanligere at ulike energiselskaper kjøpte opp energi-outputen av ulike vindkraftanlegg.

2006 var hittil det beste året for vindkraftkonstruksjon i Storbritannia, og det ble knyttet store forventninger til industriens utvikling. Dette året kom British Wind Energy Association ut med en ny rapport om at et mål om 6000MW installert kapasitet av onshore vind innen 2010 var realistisk. Til tross for optimismen var det likevel store problemer knyttet til planleggingsprosessen og å overbevise den lokale befolkningen om fordelene med vindkraftanlegg i området. For eksempel åpnet E.ON en utstilling i Penrith for å gi en detaljert plan et vindkraftanlegg på 5 turbiner, kalt Lamonby Windfarm. Utstillingen ble satt opp i 2006, men endte med å få store deler av det lokale samfunnet mot seg, og førte heller til en større mobilisering av gruppen Communities Opposing Lamonby Turbines. Planene for dette anlegget ble forøvrig til slutt skrinlagt etter at regjeringen hadde sagt nei til prosjektet, i kjølvannet av 700 brev med innvendinger mot prosjektet. Et annet eksempel på lokal opposisjon til nye vindkraftanlegg var det som skulle bli en av de viktigste vindkraftanleggene i Skottland, kalt Lewis Wind Farm. Planene startet som en 230 turbinløsning, men ble først redusert til 200. Dette stoppet likevel ikke debattene, og flere miljøorganisasjoner sendte over 6000 brev til lokale og nasjonale politikere om å stoppe prosjektet. Mulighetene for større vindkraftanlegg var likevel noe som ble utnyttet der det var mulig, og det siste prosjektet som startet konstruksjonen i 2006 var Scottish Power sin Whitelee Wind Farm, som med sine 140 turbiner av Siemens SWT-2.3 ville bli Europas største vindkraftanlegg, men en total kapasitet på 322MW.

Bølge- og tidevannskraft

Som tidligere nevnt er ressursene for bølge- og tidevannskraft gode i Storbritannia, men disse teknologiene har likevel aldri helt kommet ut av sin nisje-posisjon, til tross for at spesielt bølgekraft var sett på som en mer pålitelig energikilde enn vind, siden det er enklere å forutsi styrken på havbølger enn vind (Gross, 2004). Det var allerede forsket på potensialet for bølge- og tidevannskraft på 1980- og 1990-tallet, men mistet momentum på grunn av høye kostnader på de tidligere prototypene. Likevel har den britiske regjeringen stadig gitt midler til forskning og utvikling på feltet (Ibid).

Regjeringens ønske om at havkraft skulle bli en del av energimiksen kom tydeligere fram i 2002, da energiminister Brian Wilson annonserte at det ble planlagt mange revolusjonerende bølgekraftanlegg nordvest for Skottland. Startprosjektene skulle ledes av Wavegen, som allerede opererte det eneste bølgekraftanlegget i verden som var koblet til det nasjonale strømmettet, i samarbeid med Scottish & Southern. Annonseringen kom rett før regjeringens nye energiutredning, og retningsangivelsen var derfor viktig for at det skulle bygges nytt momentum for industrien.

Likevel uteble de store investeringene fra andre selskaper, spesielt siden offshore vindkraftverk genererte mye mer energi. Spesielt problematisk var det at RO-sertifikatene ikke var lukrative nok for dyre løsninger med mye usikkerhet knyttet til seg. Skottland viste derimot større interesse for teknologiutviklingen på dette feltet enn resten av Storbritannia, og den skotske utøvende makten antydte i 2005 at de ønsket å gi ekstra RO-sertifikater til bølge- og tidevannskraft. Dette forslaget ble innført i slutten av 2006.

Optimismen for teknologiutviklingen begynte dermed å vokse i Skottland. I 2006 begynte Scottish & Southern å teste en ny tidevannsturbin utenfor Orkney. Pilotprosjektet ble kalt Neptune, og hadde fått 650 000 britiske pund av den skotske regjeringen for å utvikle prosjektet som potensielt kunne generere 100MW hvis den ble vellykket. RWE-eide npower annonserte også at de skulle investere i 7 nye havkraftprosjekter for å bedre forstå mulighetene og barrierene for industrien. Forskningsprosjektene søkte i bredden – alt fra

hvordan man effektivt skulle installere turbiner, til prosedyrer for helse og sikkerhet ved konstruksjon av offshore anlegg.

Biomasse

Biomasse var ansett som en viktig energikilde for fremtiden av den britiske regjeringen på starten av 2000-tallet. Storbritannia hadde en del ubrukt areal fra tidligere industrier, og ønsket derfor å utnytte alle kilder for å få en så bred energimiks i fremtiden som mulig (DTI, 2004). Likevel var ikke dette en enkel teknologi å implementere da den møtte mye motstand og opposisjon blant befolkningen. Mye av motstanden ble møtt av lokalbefolkningen ved de ulike prosjektene. Det var spesielt to omstendigheter som gjør biomasse mer upopulær enn for eksempel vindkraft og solcellepaneler: (1) det krever mer tungtransport å frakte råstoff til biomasseanleggene, som betyr flere forurensende lastebiler og (2) anleggene avgir vanndamp og nitrogenoksid når de brenner treverk, som fører til synlig røyk rundt anleggene (Upreti, 2004) Derfor var det også frem til 2004 ingen utvikling i energiavlingene som kunne brukes i anleggene, som førte til liten grad av investeringer (DTI, 2004).

2005/2006 ble et lite vendepunkt for biomasse. I 2005 annonserte blant annet det asiatiske selskapet SembCorp at de skulle starte opp et nytt biomasseanlegg kalt "Wilton 10" ved sin eiendom Wilton International i Teeside, Nordøst-England. Prosjektet hadde en total investeringskostnad på 1140 millioner dollar, og skulle bli en av Storbritannias største biomasse-anlegg med en totalkapasitet på 30MW. Konstruksjonen av det treverk-brennende anlegget ble gjort av Foster Wheeler.

Kort tid etter kom 'Committee on Environment, Food & Rural Affairs' med en rapport som advarte regjeringen om at deres politikk på biomasse var vanskelig å forstå seg på. De ba derfor regjeringen jobbe tettere med industrien og gi industrien mer økonomisk støtte. Flere selskaper la merke til mer aktivitet innenfor biomasse, og flere nye prosjekter startet, som regel med treverk som brensel. Et av de større prosjektene ble gjort av Tanaris og Alcan Aluminium, som samarbeidet om et nytt biomasseanlegg med totalkapasitet på 18MW i Lochaber, Skottland. Et annet større prosjekt ble bygd av Balcas i Invergordon, Skottland. I

tillegg til et nytt biomasseanlegg bygde Balcas et nytt produksjonsanlegg av trepellets, som skulle brukes til å genere energi.

Mange av prosjektene ble ofte gjort i samarbeid mellom selskapene. En av de mer unike samarbeidene ble startet opp i 2006 av finske Wartsila BioPower og britiske Heliuss Energy. Heliuss skulle være ansvarlig for markedsforskning, tiltrekke investorer, få konstruksjonstillatelser og gjøre energileveringsavtaler, mens Wartsila BioPower skulle designe, konstruere og levere biomasseanleggene. Samarbeidet dekket 13 joint-prosjekter, med mulighet for flere.

Solkraft

Også solkraft var ansett som en mulig fornybar energikilde, men var aldri et stort satsingsobjekt for regjeringen. Grunnen til at det ikke ble lagt like mye ressurser inn i denne teknologien var at det manglet solressurser i Storbritannia, relativt til en del andre land (Muhammad-Sukki et al., 2013). Likevel var det satt i gang et par solcelleprosjekter ved årtusenskiftet. Et av de større prosjektene var ‘Photovoltaics Field Trial’, som varte i perioden 1999-2007. Prosjektet fungerte som en læringsplattform for solcelleindustrien i Storbritannia, hvor det ble installert solcellepaneler på flere offentlige bygg.

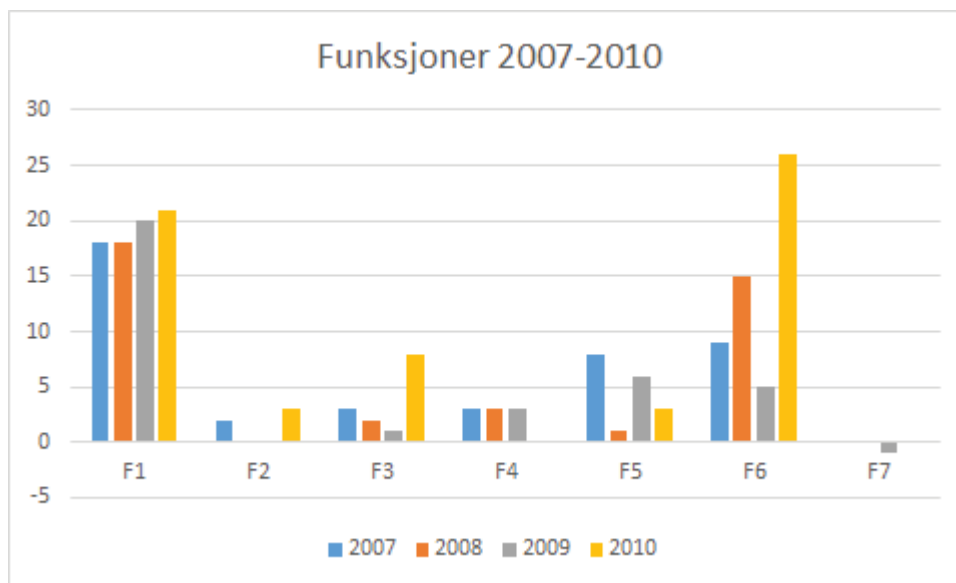
Et annet viktig prosjekt var ‘Major Photovoltaic Demonstration program’ (MPD), en rekke solcelleprosjekter mellom 2002 og 2006, som i flere runder fikk økonomiske ressurser av DTI. Likevel var outputen av energien fra disse prosjektene relativt små: ‘Field Trial’ installerte 1,5MW mens MPD installerte 6,7MW.

I 2006 startet den britiske regjeringen et prosjekt kalt ‘Low Carbon Buildings Programme’, som finansierte opp til 50% av kostandene av småskala mikrogenerering. Målet med denne politikken var at alle nye hus i Storbritannia skulle være nullkarbon. Utfallet av denne politikken ser derimot ikke ut til å ha vært umiddelbar. Det eneste større prosjektet som er notert i 2006 som tok bruk av den nye politikken var bryggeriet Adnams, som bygget et solcelledrevet distribusjonssenter for 14 millioner pund i Southwold.

6.4 2007-2010: Storsatsing, markedsetablering og ressursmobilisering

Perioden 2007 til 2010 så mange nye prosjekter innenfor de ulike fornybare teknologiene, og antall oppkjøp og investeringer blant energiselskaper økte. Som anvist i figur 6 var det en stabil prosjektmengde i denne perioden, mens ressursmobiliseringen fikk sitt kraftigste oppsving i 2010. Dessuten var markedsetableringen viktig i denne perioden, mest på grunn av diskusjoner rundt det nasjonale strømmettet sin kapasitet. Når det gjelder kunnskapsutviklingen og diffusjon av kunnskap ser den ut til å være noe overskygget av prosjektmengden. Likevel begynte det å forskes mye på smart grids i 2010, som også er indikert i figuren med større aktivitet innenfor disse funksjonene i 2010. Den eneste negative verdien i denne perioden er legitimitet/motarbeidelse av mostand, men den har jevnet seg noe mer ut sammenlignet med perioden før.

Figur 6: Noteringer for perioden 2007-2010



Fornybar generelt

Som tidligere nevnt ble det i 2006/2007 bestemt av OFGEM at det skulle etableres et bedre marked for koblinger til nye fornybare prosjekter, ved å implementere et ikke-eksklusivt system hvor distribusjonsselskapene konkurrerte om tilkoblinger til ulike prosjekter. Distribusjonsselskapene gikk dermed til verks for å skaffe seg kontrakter til ulike prosjekter, samt planlegge for oppgraderinger av eksisterende strømmett. For eksempel la SSE og ScottishPower planer for å oppgradere et strømmett mellom Beaully og Denny med en 400 000

volt-linje, mens National Grid signerte ulike avtaler verdt 2,5 milliarder pund for å bygge ut ulike strømnnett i England og Wales. Flere slike prosjekter ble foreslått og inngått i 2007/2008, som muliggjorde flere fornybare prosjekter.

Innenfor småskala produksjon ble det også gjort noen endringer som skulle bedre betingelsene. I mars 2007 publiserte den skotske regjeringen 'Energy Efficiency and Microgeneration Strategy', et strategidokument for å bedre forholdene for mikrogenerering og energieffektivitet, blant annet mer investeringer i et fond som skulle gå til installering av energi gjennom vind og sol for skotske private husholdninger. Samme måned lanserte også Wales en mikrogenereringsplan for å installere småanlegg innenfor varme og energi over de neste 5 årene. Initiativer for opplæringsprogrammer, bedre planleggingsinformasjon og mer mikrogenerering i offentlig sektor skulle etter planen installere 20 000 småanlegg innen 2012 og 100 000 innen 2020. Den britiske regjeringen økte også pengepotten i 'Low Carbon Buildings Programme' og fremmet forslag om at verken privathusholdninger eller selskaper skulle trenge planleggingstillatelser for mikrogenerering. Det var dermed tydelig at myndighetene ønsket en bedring i mikrogenereringen.

Fornybar energi begynte å etablere seg som et gode industrier og konsumenter kunne kjøpe gjennom grønn avtaler eller tariffen. En del selskaper så muligheten for å fremstå som grønnere, hvor de første noterte var Barclays og John Lewis Partnership, som gjorde store kjøp av fornybar energi av EDF, etterfulgt av National Express Group som kjøpte fornybar energi fra E.ON til over 300 firmabygninger. Mange slike avtaler ble gjort i 2007 og 2008, mens det på samme tidspunkt ble gjort ulike avtaler med private konsumenter. For eksempel gikk UK National Trust og npower inn i et samarbeid for at strømkundene til npower kunne bidra i et grønt energifond, mens British Gas startet opp privat konsulentvirksomhet og begynte å tilby grønne produkter. Mulighetene for grønne tariffen ble også større, og OFGEM kom derfor med forslag om et stjerne-system, hvor konsumentene kunne sammenligne hvor grønne avtaler de fikk. Disse avtalene ga en klar indikasjon på at det ville være viktig for energiselskapene å ha en stor portefølje av fornybar energi.

Med et stort momentum innenfor fornybar energi i det private energimarkedet var det viktig at utviklingen var koordinert. Derfor inviterte regjeringen til 12 ulike 'stakeholder events' i løpet

av sommeren 2007, der ulike aktører skulle få snakke om fremtidens energibehov. Hele prosjektet varte i 20 uker, og var dermed signifikant mye lenger enn andre konsultasjoner. Momemtum ble også bygget av ulike oppkjøp og mål fra energiselskapene. For eksempel satte EDF Energy et mål om å redusere karbonomfanget fra sin elektrisitetsgenerering med 60% innen 2020, og opprettet derfor EDF Energy Renewables. SSE annonserte også storsatsing, med mål om å produsere opp mot 4000 MW fornybar energi i UK og Irland innen 2013. Konkurransen fra kjernekraft virket dessuten lite truende, da det fortsatt var knyttet usikkerhet til teknologiens fremtid. Regjeringen fortsatte å vurdere situasjonen, men flere organisasjoner stod samlet om at fornybar energi var en mer effektiv løsning for å kutte ned karbonutslippene, blant annet tenketanken New Economics Foundation som rådet regjeringen å satse fornybart fordi kjernekraft var tregt, kostbart og risikabelt.

I 2008 var det en del problemer knyttet til oppgradering av strømmnett, som var en nødvendighet for å overføre den nye fornybare energien. National Grid var det første selskapet til å varsle regjeringen om problemer knyttet til planleggingsprosedyrer for oppgradering av strømmettet. Selskapet hadde signert ulike avtaler verdt 16 GW, men over 75% av prosjektene satt fast på grunn av langvarige prosedyrer for byggetillatelse. OFGEM på sin side foreslo reformer for å få fortgang i oppkoblingen av nye lavkarbonprosjekter ved å gi finansielle insentiver for å investere i flere strømmnetttilkoblinger, slik at arbeidet med oppkoblingen startet før et nytt anlegg var ferdig konstruert. De to aktørene jobbet sammen med et forslag om å endre spillereglene for strømmnett-tilkoblinger, kalt 'Interim Connect and Manage', som ga generatorene raskere tilgang til strømmettet. DECC responderte med en strategi kalt 'Low Carbon Transition Plan', som bekreftet at det skulle gis raskere byggetillatelse til fornybare prosjekter. I løpet av ett år var det derfor fjernet barrierer for ny tilkobling, samt gitt økonomiske insentiver for videre investering i strømmettet.

To store forandringer i de økonomiske insentivene for fornybare prosjekter ble også gjort. For det første ble det introdusert 'RO-banding' i april 2009, som differensierte mellom teknologier. Som tidligere beskrevet innebar dette at etablerte teknologier fikk mindre RO-sertifikater, mens de mindre etablerte teknologiene fikk mer (Pollitt, 2010). Onshore vind fikk i denne sammenheng 1 RO-sertifikat, mens offshore vind fikk 1,5. Tidevann-, bølge- og solkraftprosjekter fikk derimot 2 RO-sertifikater, mens biomasseprosjekter fikk alt mellom 0,5

og 2 RO-sertifikater, basert på hva slags type anlegg det var. For det andre introduserte den nye koalisjonsregjeringen Electricity Market Reform (EMR) i 2010, som introduserte FiT for småskala teknologier. Spesielt solkraft dro nytte av denne nye økonomiske politikken.

Introduksjonen av FiT og lavere priser på solcellepaneler førte til mye kunnskapsutvikling og diffusjon av kunnskap innenfor mikrogenerering. Fra før av hadde SSE i slutten av 2009 utviklet en ny smart-grid teknologi i ved sitt distribusjonssenter i Orkney, i samarbeid med Smarter Grid Solutions. Dessuten hadde ScottishPower startet utviklingen av et nytt smart grid-teknologi i Glasgow i starten av 2010. Med EMR fulgte dermed mange små og større prosjekter som skjøt fart i mikrogenerering. Et eksempel på spesifikke forskningsprosjekter var SSE sin utvikling av 10 øko-hus i Slough, som brukte ulike teknologier som biomasse og solpaneler for generering av varme og energi. Det ble også vanligere at ulike aktører, både offentlig og private, begynte å slå seg sammen for ulike forskningsprosjekter. For eksempel gikk Centrica, CE Electric UK, British Gas, EA Technology og Durham University inn i et forskningssamarbeid for smart grid-løsninger for lavkarbonhus, mens et lignende forskningsprosjekt ble inngått av Scottish Power og University of Strathclyde.

Offshore vind

En del av prosjektene som hadde fått kontrakter av Crown Estate fra runde 2 begynte i denne perioden å få byggetillatelse og starte konstruksjonene av vindkraftanleggene. De største prosjektene som startet med planlegging og konstruksjon var Gunfleet Sands (172MW), Walney Island (367MW) og Greater Gabbard (504 MW). Anleggene var betydelig mye større enn runde 1-prosjektene, som hadde bygd maks 30 turbiner. Spesielt fordi RO ikke differensierte mellom teknologi, men ga RO-sertifikater basert på hvor mye strøm som ble generert, var det et langsiktig alternativ for mange strømselskaper å satse på offshore anlegg, til tross for høyere produksjonskostnader. Onshore vind var billigere å konstruere, men på grunn av arealmangel var det ofte vanskelig å generere store mengder energi ved hvert anlegg.

Som tidligere nevnt valgte Department of Trade and Industry å gå for et ikke-eksklusivt system for tilkoblinger av fornybare anlegg. Det betydde at hvert offshore vindkraftanlegg kunne selv gi kontrakt til hvilket som helst selskap for å bygge tilkoblinger til strømmettet,

ikke kun de nasjonale nettselskapene som National Grid. Målet med systemet var å få levert billigere og raskere tilkoblinger, samtidig som selskapene ble oppmuntret til innovasjon og konkurranse innenfor kabelindustrien. Dette førte også til at mange nye selskaper innenfor tilkobling begynte å operere i Storbritannia, og fikk kontrakter i god tid før selve konstruksjonene startet. For eksempel fikk franske Nexans i 2009 en kontrakt om å designe, fremstille og levere høyvolt-kabler til London Array-prosjektet, selv om konstruksjonene av selve anlegget ikke startet før 2 år senere. Også RWE Innogy og NKT Cables fikk kontrakter i 2009 for å levere høyvolt-kabler til Gwynt y Môr-prosjektet, som ikke startet offshore konstruksjon før i 2012. Med tidligere avtaler kunne anleggene være sikre på at de ville generere energi til strømmettet kort tid etter at de var konstruert.

Forskning og utvikling av nye offshore vindturbiner var ideelt i Storbritannia, både på grunn av vind- og havressursene. I 2008 annonserte amerikanske Clipper Windpower at de begynte utviklingen av 7,5 MW-turbiner i Blyth, som skulle brukes i deres Britannia-prosjekt. De kraftigste offshore-turbinene på denne tiden var fortsatt Siemens 3,6MW-turbiner, og Clipper markerte dermed starten på utvikling av større turbiner med britisk arbeidskraft. Crown Estate signerte noen måneder etter en avtale om å få levert en prototype av turbinen, som skulle gi den britiske offshore-industrien en førstehånds opplevelse av utvikling av større turbiner på dypvann og dermed oppmuntre andre britiske selskaper å være med på utviklingen av neste generasjons vindkraftanlegg. Utfordringen ble godt tatt imot av det relativt nystartede forskningscenteret Energy Technologies Institute, som sammen med britiske BAE Systems begynte forskning og utvikling på offshore-turbiner med kapasitet på 5MW.

Ikke alle prosjekter gikk like stabilt, hvor spesielt London Array fikk flere problemer med finansiering av prosjektet. I 2008 valgte Shell å trekke seg ut av prosjektet for å fokusere på sine prosjekter i USA, og E.ON og Dong kjøpte derfor ut Shell. Høye produksjonskostnader hadde vært et tema for prosjektet lenge, og det var derfor viktig å tiltrekke seg andre investorer. Dette tok imidlertid ikke lang tid – kun noen måneder kjøpte Mazdar 20% av aksjene i prosjektet, og konstruksjonene startet året etter. Prisene på materialene brukt til offshore vindturbiner fortsatte å øke, som utsatte noen vindkraftanlegg i konstruksjonsfasene. Likevel var det få offshore-prosjekter som ble utsatt i lang tid, og med nye og raske avtaler på tilkoblinger var det fortsatt optimisme til offshore vindkraft sin fremtid. Store prosjekter som

Sherringham Shoal (316,8MW) og Clyde (350MW) startet oppbygging i 2009, og det var lite som skulle tilsi at prosjektene ville stoppe opp til tross for høyere produksjonskostnader.

Som et resultat av høye priser for offshore turbiner begynte flere forskningsinitiativer som brakte ulike energiutviklere sammen. Den viktigste samarbeidsarenaen for det britiske offshore markedet var 'Offshore Wind Accelerator' (OWA), et prosjekt startet av British Carbon Trust for å samarbeide om kunnskap rundt offshore vindkraft for å forske på ulike metoder for å senke prisene på vindturbinene. Målet med studiene var å redusere kostnadene med minst 10%, og initiativet investerte 30 millioner pund i ulike programmer som skulle forbedre de entreprenørelle aktivitetene og forbedre effektiviteten til vindturbinene.

Den britiske regjeringen opprettet banding i 2009, som ga 1,5 RO-sertifikat per produserte MW, altså en økning på 50%. Med en slik økning oppstod det mange investeringer og samarbeid i forkant av Crown Estate sin runde 3, som skulle annonseres i 2010. For eksempel startet Airtricity, npower, Statkraft og StatoilHydro et konsortium kalt Forewind for å by på et felles offshore vindkraftanlegg, mens ScottishPower og Vattenfall startet en joint venture for å forberede et bud til runde 3. Det ble også gjort noen investeringer i vindkraftanlegg som var under konstruksjon, blant annet Dong og Siemens som startet en joint venture for å kjøpe 50% av aksjene i Lincs-prosjektet, mens SSE kjøpte 25,1% av aksjene i Walney-prosjektet. 2009 og 2010 var årene med definitivt mest investeringer i ulike anlegg som enten ble konstruert, eller som kunne konstrueres i fremtiden.

I 2010 var resultatene til Crown Estate klare, hvor det ble tildelt 9 prosjekter. De desidert største prosjektene var (1) Dogger Bank, som tilhørte Forewind og (2) East Anglia, som tilhørte joint venturen mellom ScottishPower og Vattenfall. Begge har en potensiell totalkapasitet på 7,2 GW hver. I respons til større prosjekter etablerte den britiske regjeringen 'Marine Management Organisation' (MMO), som skulle koordinere og forvalte marine ressurser utenfor England og Wales. Dette skulle gjøre det enklere å søke om og få akseptert byggetillatelse, siden det nå kun trengtes å få én byggetillatelse fra MMO.

Onshore Vind

Utvikling av sterkere vindturbiner muliggjorde også større onshore vindkraftanlegg. SSE og Viking Energy startet året med å annonsere et partnerskap til å utvikle 600 MW i Shetland, et prosjekt som ville vært nesten dobbelt så stort som det største onshore vindkraftanlegget som er installert i Storbritannia i dag. Dette prosjektet ble skrapet på grunn av problemer med byggetillatelse, men andre større og mer effektive prosjekter ble planlagt og konstruert i denne perioden. For eksempel startet Scottish Power konstruksjoner av Harestanes-prosjektet i Dumfries and Galloway med en kapasitet på 136MW, samt sitt Arecleoch-prosjekt på 120MW. Flere mellomstore prosjekter med totalkapasitet mellom 40 og 100 MW ble også konstruert og planlagt i denne perioden, hvor spesielt SSE var aktive. Vindturbinene de fleste nye anleggene brukte var Gamesa G80 (2MW), Vestas V80 eller V90 (2MW eller 3MW) Siemens SWT-2.3 (2,3MW), Nordex N80 (2,5MW) eller Bonus B2300 (2,3MW). Alle vindturbinene kom fra utenlandske firmaer, men den britiske vindindustrien kunne bidra med arbeidskraft, konstruksjon og vedlikehold av vindkraftanleggene. Selv om selve turbinene ikke ble laget av britiske firmaer var vindkraft en voksende industri i Storbritannia med stadig flere prosjekter, og dermed et større arbeidsmarked.

Mikrogenerering gjennom onshore vindkraft hadde innen 2007 kommet til de fleste byggevareforhandlere til en pris av 1500 pund. Den ble markedsført som en investering som skulle gi lavere strømregninger, men mistet mye momentum på grunn av flere problemer. For det første endte mange husholdninger med å få en økt 'council-skatt' (skatt på fast eiendom) etter å ha installert vindturbin på taket, siden eiendomsverdien økte med den nye installasjonen. Den lavere strømregningen ville derfor for mange jevnes ut med en høyere 'council-skatt'. Dessuten var det knyttet usikkerhet til hvor mye energi som faktisk kunne genereres av disse små turbinene, hvor flere miljøorganisasjoner rapporterte at turbinene så vidt kunne generere nok strøm til en hårføner. I tillegg til å miste momentum innenfor mikrogenerering slet ifølge 'Cooperative Insurance' vindindustrien med lokalbyråkrati, lite planleggingsinformasjon og en mangel på langvarig energistrategi og infrastruktur til å oppmuntre til investeringer. Deler av disse problemene ble løst av 'Low Carbon Transition Plan', selv om en del prosjekter fortsatt slet med å få byggetillatelse. Bedre ble det ikke da The Confederation of British Industry (CBI), en av de største lobby-gruppene i Storbritannia, publiserte en rapport kalt 'Decision Time' i 2009. Den ba regjeringen senke målene sine for vindkraft, og jobbe hardere for en energimiks som i større grad inkluderer kjernekraft, gass og

clean coal-teknologi. Dermed var det enda mer usikkerhet hvorvidt regjeringen kom til å satse på onshore vindkraft.

Verst var opposisjonen til ulike onshore vindkraftanlegg, som fortsatte å utsette og legge ned planer for vindkraftanleggene. For eksempel ble en av E.ON UK sin planlagte vindkraftanlegg i Midlothian, Skottland, utsatt og senere skrapet på grunn av massive protester fra lokalbefolkningen. Flere slike protester oppstod ved mange planlagte konstruksjoner, for eksempel ved Little Cheyne Court og Gwange Farm og Ferndale. Problemene knyttet til lokal opposisjon i periferien ble et stort problem, og direktøren i Ecotricity, Dale Vince, sa i et intervju at de og mange andre energiselskaper helst søkte ved urbane eller industrielle områder, siden de møtte mindre opposisjon der. “Not in my back yard”-bevegelsen vokste seg større i de rurale områdene, mens befolkningen generelt var for flere onshore vindkraftanlegg.

Selv om en del prosjekter ble utsatt eller lagt ned, var det også mange prosjekter som ble ferdig og startet på i denne perioden. I tillegg til de noe store vindkraftanleggene så denne perioden mange små og mellomstore vindkraftanlegg. Eksempler på prosjekter som enten ble ferdig eller konstruert mellom 2007 og 2010 var Red Tile, Bradweel on Sea, Stag’s Holt, Achany, Fairburn, Gordonbush, Walkway, Green Knowes, Bicker Fen, Alltwalis, og mange flere. De fleste vindkraftanleggene lå et sted mellom 15 og 40MW, som betydde cirka 10 til 20 turbiner per vindkraftanlegg. Denne type størrelse virker til i mange saker å ha vært overkommelig for både befolkningen i områdene og naturvernorganisasjoner. Det ble også gjort en del investeringer i prosjekter som enten var ferdig, eller i det minste hadde fått byggetillatelse. Prisene for å kjøpe opp ferdig byggede vindkraftanlegg var noe dyrere, men hadde mindre risiko knyttet til seg. Siden det oftere var lettere å få tillatelse for utvidelse av eksisterende vindkraftanlegg var det derfor også mulig for investorer å fortsette videre bygging med mindre planleggingsrisiko. Det var altså stor interesse for videre utvikling av onshore vindkraft, til tross for opposisjon fra ulike områder.

Interesse for forskning og utvikling innenfor onshore var fortsatt stor. Blant annet startet Good Energy et forskningsprosjekt for muligheter for mer effektiv generering ved sin Delabole vindkraftanlegg, mens E.ON UK forsket på muligheten for et batteri som kunne holde på 1MW energi i 4 timer, som kunne fungere som backup for mindre vindkraftanlegg

når det var lite vind. Flere selskaper som jobbet innenfor onshore vindkraftanlegg startet også opp virksomheter i Storbritannia, for eksempel ESB Group som startet opp Airvolution, og Tata Steel som startet et distribusjonssenter i Scunthorpe på grunn av den forventede veksten innenfor vindkraft.

Bølge- og tidevannskraft

Noe av momentumet fra 2006 fortsatte inn i 2007/2008, med stadig nye prosjekter av ulike prototyper. Tidlig i 2007 startet ScottishPower byggingen et nytt bølgekraftverk ved kysten av Orkney, mens E.ON UK og Lunar begynte på et tidevannsanlegg på vestkysten av Storbritannia. Det var også knyttet forventninger til den såkalte Wave-Hub, en stor elektrisk socket på havbunnen utenfor Cornwall, som skulle gi ulike bølgekraftprosjekter mulighet til å kobles til strømmettet. I 2008 var den hittil største tidevannsturbinen ferdig, nemlig SeaGen tidevannsprosjekt utenfor Nord-Irland med en totalkapasitet på 1,2MW, som ble den første storskala tidevannsturbinen i verden. Samme måned ble også første OpenHydro det første selskapet som koblet til et tidevannsprosjekt til strømmettet, med en 250 kW-turbin ved Orkney.

De store investeringssummene uteble fortsatt, men noen prosjekter fikk fortsatt støtte for videre utvikling. For eksempel fikk Ocean Power Delivery 260 000 pund fra skotske myndigheter for å oppgradere Fife energipark slik at det kunne forskes videre på bølgekraft der. Først i 2009 fikk havkraft-industrien en større investeringspakke fra regjeringen, da DECC gjorde 60 millioner pund tilgjengelig i en pott. En del av pengene gikk blant annet til Wave Hub-prosjektet og European Marine Energy Center i Orkney, mens 22 millioner ble gjort tilgjengelig til testing og utvikling av pre-kommersielle prototyper.

Den friske kapitalen førte til flere ulike prosjekter som så på ulike prototyper for neste generasjons tidevann- og bølgeturbiner. Flere selskaper som Ocean Power Technologies, Vattenfall, ScottishPower, Ocean Flow Energy og Marine Current Turbines startet opp prosjekter for nye prototyper. Prosjektet som fikk størst oppmerksomhet var Aquamarine Power sitt Oyster-prosjekt, som var et 2,4 MW demonstrasjonsprosjekt i Orkney. Denne teknologien skulle være et bølgekraftverk som var enklere å koble til det britiske strømmettet,

og kunne potensielt være en viktig teknologiutvikling for å kommersialisere bølgekraft. Prosjektet hadde etablert seg allerede i 2009, men fikk ekstra 5 millioner pund fra DECC i 2010 for videre utvikling av teknologien. Også SSE investerte i perioden 2007-2010 19,8 millioner pund i Aquamarine, mens ABB-gruppen investerte 11 millioner pund i 2010. Oyster 2-prosjektet startet konstruksjoner i slutten av 2010, og markerte med det en videre optimisme til havkraftindustrien i Storbritannia.

Biomasse

Satsing på biomasseanlegg fortsatte å være relativt moderat, til tross for voksende interesse. Den skotske regjeringen gjorde i 2007 10,5 millioner pund tilgjengelig i et fond for biomasseprosjekter i Skottland, men de store prosjektene uteble fortsatt i landet, mens mesteparten av investeringene ble gjort i England. For eksempel startet Heliuss Energy konstruksjonen av et 65MW biomassekraftanlegg som brukte råstoff ved Stallingborough, mens E.ON startet oppbygging av et nytt anlegg som genererte energi av resirkulert tre i Sheffield, med en total kapasitet på 25MW. Teknologien virket moden nok til å generere mye fornybar energi per anlegg, men investeringene var fortsatt lave og anleggene var lite populære blant lokalbefolkninger.

Teknologier for å lage energi ut av mat og drikke begynte å bli viktigere i biomasseteknologien, noe som også ble forsøkt i Storbritannia. RWE var en av selskapene som ønsket å bygge et biomasseanlegg som genererte energi av palmeolje, men på grunn av voksende fokus på nedhugging av regnskog i Sørøst-Asia ble prosjektet fort stoppet. Andre prosjekter var derimot mer suksessfulle. For eksempel startet Agri-Energy et biomasseanlegg ved Milford Haven som genererte energi og biodiesel av ulike restprodukter fra burgerkjeder. Andre konstruksjoner som brukte alkohol i energigenereringen begynte også å bli konstruert, blant annet Heliuss Energy sitt Rothes-anlegg som brukte whisky-produkter som brensel. Prosjektmengden var fortsatt mye lavere enn for blant annet offshore og onshore vind, men de nye anleggene representerte de ulike kildene biomasseanleggene kunne generere energi av. Mot slutten av 2010 ble også Alter NRG sin nye teknologi installert ved Air Product's nye biomasseanlegg i Tees Valley, som var en plasma-gassifisering som effektiviserte energigenerering av avfall.

I tillegg til få prosjekter var det ofte vanskelig store biomasseanlegg. Mulighetene for å konstruere dem var tilstede rent teknologisk, men disse anleggene ble ofte møtt med opposisjon fra de som bodde i områdene rundt og lange prosedyrer for byggeplanlegging. I 2008 investerte E.ON UK 300 millioner pund i Portbury Dock biomasseanlegg i Bristol, som kunne ha en totalkapasitet på 150MW. Prosjektet ble i denne sammenheng utsatt i lang tid på grunn av byggetillatelsen fra DECC, som ikke ga tillatelsen før i 2012. Et annet prosjekt ble også foreslått av Heliuss Energy om et 100 MW anlegg ved Avonmouth Dock, men møtte stor opposisjon blant lokalbefolkningen, og slet derfor med å finne investorer som ønsket å bli med på prosjektet

Solkraft

Prisene på solcellepaneler begynte å gå ned i 2007, men det var fortsatt lite aktivitet innenfor solenergi i Storbritannia i perioden 2007-2009. Noen få investeringer ble gjort av aktører i forkant av FiT-ordningen. SSE valgte i 2007 å gjøre ytterligere investeringer på 1,1 milliarder pund i det britiske selskapet Solarcentury, som ga dem 12,3% eierandel, mens Centrica kjøpte opp Solar Technologies Group for 2,8 milliarder pund. SSE begynte også opp en ordning hvor kundene deres som hadde installert solpaneler skulle få insentiver for å eksportere ekstra energi til distribusjonsnettet, et system som ble markedsført som solar energyplus. Markedet virket klart for flere installasjoner, men uten god nok støtteordning var det få som valgte å investere i solpanelene

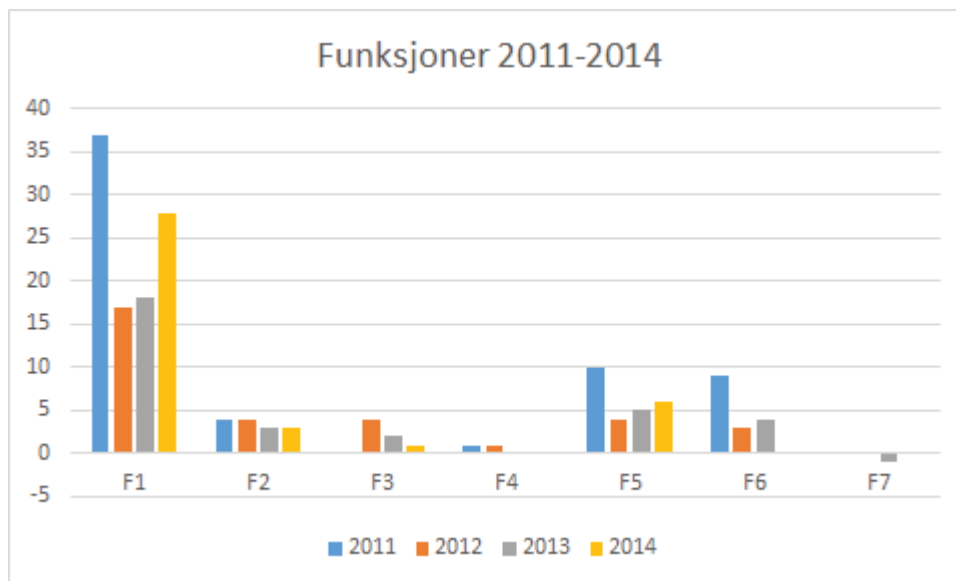
Dette forandret seg ved introduksjonen av Feed in-tariff for mikrogenerering, som ga private husholdninger og bedrifter et gavmildt insentiv for å generere egen energi gjennom solpaneler. FiT-ordningen, kombinert med mye lavere priser på solpaneler, førte til mange flere prosjekter, investeringer og markedsaktører i 2010. Noen nye aktører innenfor solkraft etablerte seg gjennom distribusjonskontrakter, for eksempel Ardenham Energy som signerte en eksklusiv distribusjonskontrakt med AmeriSolar for å distribuere og markedsføre AmeriSolar sine solcellepaneler. Andre selskap som hadde mer kjennskap til det europeiske markedet etablerte også i 2010 kontorer i Storbritannia, deriblant tyske CentrSolar. Dette startet opp et lite kapp løp blant aktørene, hvor det var viktig å raskt skape et varemerke for det britiske markedet. Den viktigste måten å skape dette varemerket på var å installere flest mulig solpaneler på kort tid for å kunne markedsføre seg som en av de etablerte solcelleaktørene.

For eksempel valgte British Gas å donere og installere solcellepaneler til 750 skoler, mens HomeSun annonserte en ny forretningsmodell hvor de skulle installere solpaneler gratis i opptil 100 000 britiske husholdninger, i bytte mot at selskapet tok hele summen av Feed in-tariffen.

6.5 2011-2014 Satsing på solkraft og fornyet kunnskapsutvikling innenfor vindkraft

Momentumet for fornybar energi fortsatte i denne perioden, hvor det var spesielt mye aktivitet innenfor solenergi. Mange nye prosjekter ble konstruert innenfor denne teknologien, mens vindindustrien og havkraft stod for mye forskning og utvikling (F2 og F3). Man ser derimot en lavere grad av investeringer, spesielt fra 2012. Mye av det kan nok forklares ved at den britiske regjeringen tidlig annonserte at Feed in-Tariffen skulle senkes og flere miljøprogrammer som Green Deal ble lagt ned.

Figur 7: Noteringer for perioden 2011-2014



Fornybar generelt

Mikrogenerering og smart grid-prosjekter fortsatte å dominere den fornybare industrien på grunn av den økende interessen for solcellepaneler. Både det private markedet og universitetene var interessert i å akselerere prosessen innenfor smart grid, og ScottishPower startet i 2011 et forskningssenter for utvikling smartgrids i samarbeid med University of

Strathclyde. Utviklingen skjøt fart med ulike teknologiske løsninger, blant annet 'Dual Fuel Industry Management Solution' utviklet av Utilisoft, og 'BlueGen gas-to-electricity' utviklet av Ceramic. Disse teknologiene ble brukt av britiske energiselskaper i deres utvikling av smart grid og mikrogenerering, og nye aktører som ønsket å videreutvikle teknologiene startet opp fornybare avdelinger, blant annet Henry Boot Construction.

I tillegg til mikrogenerering var det fortsatt et behov for å oppgradere og bedre infrastrukturen til strømmettet. I 2011 annonserte Ofgem en investeringspakke på 95 millioner pund for å øke kapasiteten i det skotske strømmettet. ScottishPower, som eier store deler av strømmettet i Skottland, sendte samme år et forslag til Ofgem om en 3 milliarder pund investering i høyvolt strømmett i Skottland, som skulle konstrueres over de neste 10 årene. SSE kom også med forslag til Ofgem, og begge prosjektene ble godkjent i 2012 og startet arbeidet i 2013. Flere regionale infrastrukturprosjekter startet også opp i denne perioden, blant annet et energiprojekt av E.ON UK som bedret strømmettet i Nottingham, og et lavkarbon nettverksprogram i Thames Valley og Shetland gjort av SSE. Interessen for internasjonale kabelløsninger (interconnectors) begynte også å bli større i Europa, som kunne sende energi innad i det europeiske markedet. Flere prosjekter ble initiert av National Grid for å bygge opp flere internasjonale kabelløsninger. I 2012 startet National Grid og Energinet en studie for å se på muligheten for en kabelløsning mellom Storbritannia og Danmark, mens National Grid også gikk inn i en avtale med Statkraft om en kabelløsning mellom Storbritannia og Norge. Flere avtaler ble også gjort med Irland og Belgia.

Ulike investeringer og markedsetableringer fortsatte å oppstå. I 2011 annonserte Europakommisjonen, European Investment Bank, Cassa Depositi e Prestiti og Deutsche Bank et 'European Energy Efficiency Fund', som skulle hjelpe med finansiering av energieffektive løsninger og oppbygging av fornybar energi i EU. Den store graden av investeringer i Europa førte også til en del etableringer i Storbritannia, blant annet GB Group som startet et nytt fornybar energiselskap kalt GB Renewable Energy, mens AltPOWER åpnet opp kontorer i London for å utnytte det britiske og europeiske markedet. For andre bedrifter var det fortsatt viktig å fremstå som grønne, og blant annet kleskjeden SuperGroup kunne annonsere at de fikk 100% fornybar energi av Good Energy. Likevel virket det som regjeringen ønsket å snu på en del ordninger og økonomiske rammebetingelser som hadde akselerert den positive

utvikling, blant annet nedleggelse av Green Deal og Zero Carbon Housing Policy, og store kutt i FiT-ordningen i 2011 og 2013.

Forskning og utvikling innen fornybar energi virket til å gå sin gang blant selskaper og universiteter, og mer samarbeid mellom ulike institusjoner ble mer vanlig. Det største forskningsprosjektet i Storbritannia innenfor energieffektivisering og fornybare prosjekter i denne perioden var et program kalt STEP-UP, som var et stort samarbeid mellom University of Strathclyde, Glasgow City Council, ScottishPower og byene Gothenburg, Ghent og Riga. S&C Electric og SSE jobbet også med et forskningsprosjekt innenfor energilagring gjennom en batteriløsning som kunne installeres ved overføringsnett, mens MITIE gikk inn i et samarbeid med Shoreham Port Authority om å bygge et senter for forskning på lavkarbonutvikling og bærekraftighet.

Offshore vind

Noen av prosjektene som hadde fått kontrakter av Crown Estate runde 2 fikk byggetillatelse og startet konstruksjoner i denne perioden, blant annet Humber Gateway (219MW), Westernmost Rough (210MW), Dudgeon (402MW) og Rampion (400MW). Mye av aktiviteten i offshore vindkraft var innenfor forskning og utvikling, da det trengtes sterkere turbiner til lavere priser for at industrien skulle vokse. Det var derfor også et nederlag at Clipper la ned sin forskningsavdeling i Blyth, som så på muligheten for vindturbiner med kapasitet på opp til 10MW.

Til tross for dette nedleggelsen vokste det opp mange gode forskningsprosjekter innenfor offshore vind. Energy Technology Institute (ETI) startet i 2011 et forskningsprosjekt om forskning og utvikling på 90 meter lange blader til offshore vindturbiner, som skulle bli neste generasjons vindturbiner. SSE Plc, Mitsubishi Power, Technip Offshore Wind og Wood Group Renewables startet også opp 'Efficient Offshore Wind Program' (EOWP), et samarbeid mellom de fire aktørene om å forstå utfordringer i offshore vindsektoren, skape nye jobber i fornybarindustrien og hjelpe UK med mer ren energi. I tillegg startet DONG Energy og Carbon Trust et samarbeidsprosjekt for Suction Bucket Jacket-prosjektet, som skulle

bedrive innovasjon av kostnadsreduksjoner av offshore vindturbiner, hvor målet var å få ned kostnadene med 40%.

Dessuten ble det initiert mange forskningssamarbeid mellom universiteter og industrien. For eksempel startet Dong et forskningsprosjekt med University of Oxford, Imperial College London og University College Dublin for å redusere prisene på offshore vindturbiner, mens Iberdrola (som eier ScottishPower), Scottish University of Strathclyde og Offshore Renewable Energy Catapult startet opp TLPWIND-prosjektet, et F&U-initiativ for å se på muligheter for offshore vindkraftanlegg i områder hvor det hittil hadde vært vanskelig å bygge på grunn av vanddybden. Alle disse prosjektene representerte en industri som jobbet hardt for å få ned prisene og åpne for bedre vindkraftanlegg i fremtiden. I tillegg til forskningsprosjekter kom noen nye offshore turbiner på markedet i Storbritannia. Dong Energy testet ut Siemens nye 6MW-turbiner ved Gunfleet Sands, mens Vestas produserte en prototype av vindturbinen V164-8.0MW ved sitt F&U-senter ved Isle of Wight.

Onshore vind

Antallet prosjekter fortsatte å øke innenfor onshore vind, med både mellomstore og store prosjekter. Det var generelt færre saker knyttet til lokal opposisjon til vindkraftanleggene, en konsekvens av at onshore vind begynte å bli en etablert teknologi mange gjorde seg kjent med, samt at mange av prosjektene var utbyggelser av eksisterende anlegg. Likevel var det et par saker som skapte kontroverser for onshore vind-industrien. Det store prosjektet Viking vindkraftanlegg med potensiell totalkapasitet på 457MW, som hadde fått byggetillatelse av regjeringen, måtte i 2013 i retten for å forsvare byggingen, etter massive protester fra miljøorganisasjoner. Dessuten møtte EDF sitt Fallago-prosjekt med totalkapasitet på 144MW mye motstand. Siden den skotske regjeringen virket til å være mer tilbøyelige til større vindkraftanlegg var det mest aktivitet innenfor storskalaproduksjon i Skottland, hvor blant annet 99MW-prosjektet Dummaglass vindkraftanlegget til RES og ScottishPower sitt Kilgallioch-anlegg på 288MW fikk byggetillatelse i denne perioden.

I tillegg til mange nye prosjekter fortsatte innovasjonen innenfor onshore vind. Low-loss overføringskabler ble installert ved nye anlegg som ble konstruert, hvor blant annet ABB

Solutions installerte disse nye overføringskablene til Whitelee vindkraftanlegg. Gjennom bedre overføringskabler som kunne overføre store mengder energi med lite energitap gjorde det mer fruktbart å satse på onshore vindkraftanlegg. Radar-problemer hadde også vært et problem for onshore vind, hvor vindturbinene skapte vanskeligheter for flyindustrien. ScottishPower startet derfor i 2012 opp en egen radarstasjon i Skottland som ga informasjon til ulike flyplasser om aktiviteten til turbinene, som gjorde at flyplassene bedre kunne forstå hva som var fly og hva som var støy fra vindkraftanleggene. 5 kontrakter ble gitt til ulike vindkraftanlegg i området, og flere konstruksjoner av radarstasjoner for vindkraft oppstod.

Bølge- og tidevannskraft

De store midlene som ble gjort tilgjengelig i 2010 førte til en del prosjekter i denne perioden, spesielt i 2011. Aquamarine Power sin teknologi Oyster 2 fortsatte utviklingen, da de kom til enighet med Fugro Seacore om å installere fundamentet, mens OceanPower ferdigutviklet bølgekraftteknologien Power Buoy. Nye prosjekter ble også annonsert, blant annet skulle Aegir Wave Power (en joint venture mellom Vattenfall og Pelamis) bygge et nytt bølgekraftverk ved Shetland, og Vattenfall kjøpte et nytt testområde fra European Marine Energy Centre for å bygge et nytt bølgekraftverk. Ny teknologi ble også brukt ved Pulse Tidal sin tidevannsprototype, da IT Power installerte en 3D design software fra Autodesk Inc, som ville effektivisere produksjon av bølge- og tidevannskraft.

Heller ikke dette var en periode hvor havkraftteknologien ble en del av energimiksen, siden prosjektene ikke var store nok til å generere nok energi. Det manglet ikke på forskningsprosjekter for å bedre kommersialiseringen, hvor blant annet ScottishPower annonserte at testingen i Orkney av undervannsturbinen HS1000 som kan brukes i tidevannsanlegg var ferdig, og klar for kommersialisering, mens Fortum Corporation signerte en leasing-avtale med Wave Hub om å teste ut Wave Hub sine bølgekraftprodukter. MeyGen tidevannskraftanlegg ble også installert i 2014 av ABB, som ble det største tidevannsprosjektet koblet til strømmettet. Likevel var prosjektene for få og for små til å være fullt kommersialisert, med kapasitet mellom 1 og 10MW.

Biomasse

Biomasseanlegg ut av matrester/råstoff og avfall fortsatte å bli konstruert i denne perioden, og ble sett på som en mer populær løsning blant befolkningen, siden man kunne få energi ut av egen resirkulering. CHP startet et prosjekt i 2011 om å generere energi av avfallet fra ulike pottes frites-selskap, mens SSE og ScotiaGas åpnet nye anaerob biomasseanlegg. Energi fra avfallssenter ble også mer vanlig, hvor Viridior, SembCorp og Waste Recycling Group installerte resirkuleringsenergi ved ulike søppeldynger. Teknologi innenfor avfallsteknologi utviklet seg også videre, hvor spesielt QinetiQ sin nye teknologi effektiviserte avfallsenergianleggene.

I tillegg til biomasseanlegg ut av avfall startet andre biomasseanlegg å få fotfeste i det britiske markedet. Kontrakter ble gitt til flere biomasseanlegg om å koble til energien fra anleggene til strømmettet, og sikkerheten i markedet økte deretter. Avtalene som ble gjort innenfor eksport av varene som ble brukt i biomasseanleggene økte i lengde, hvor blant annet Associated British Port signerte en 15 års avtale med Drax Power om å eksportere trepellets, mens Storbart Biomass Products Limited signerte en 15 års leveransekontrakt av 150,000 tonn med biomassedrivstoff per år til Western Bioenergy Limited sitt biomasseanlegg på Port Talbot i Wales. Lengre investeringer kunne dermed også gjøres for å kjøpe energi fra biomasseanleggene, som Statkraft gjorde da de signerte en langvarig energikjøpskontrakt med Eco2 Limited for kjøp av energi fra Eco2 sitt Brigg Renewable Energy Plant.

Solkraft

Store klynger av nye markedsaktører og prosjekter oppstod i denne perioden, noe som var forventet etter FiT-introduksjonen. 37 nyheter om nye prosjekter ble notert for denne perioden, og det var tydelig at solkraft var den største satsingen for perioden. Prosjektene varierte fra solkraftanlegg som genererte cirka 3-7MW, ulike byggeprosjekter for private bedrifter og offentlige bygg, og ulike byggeprosjekter for private husholdninger. Dessuten dannet det seg en klynge av nye markedsaktører som konkurrerte om å få solgt solcellepaneler, hvor blant annet de store aktørene Q-Cells og Solar Worlds etablerte salgskontorer i London, mens distribusjonsavtaler ble signert for Day4 Energy, Upsolar, Ascent Solar og Phono Solar.

FiT-ordningen fra 2010 gikk kun til mikrogenerering, mens større solkraftanlegg måtte forholde seg til RO-sertifikatene. Gjennom EMR var det noe usikkerhet hva slags insentiver solenergi ville få i fremtiden, men i 2012 bekreftet regjeringen at RO-sertifikater skulle beholdes for større solkraftanlegg. FiT-kuttene i 2011 og 2013 så ikke ut til å ha noen særlig innvirkning på ulike solprosjekter for mikrogenerering, da kutt i FiT-subsidier ble gjort i flere land. Markedsaktørene hadde allerede bygget en stor portefølje, og fortsatte å installere for å nye solceller for å bli de største i markedet.

Solkraftinstalleringen krevde ikke en særlig kunnskapstung industri, og installeringsprogrammer fra tidligere år hadde allerede ført til en stor base av faglærte arbeidere som jobbet med solcelleinstallering. Ett forskningsprosjekt ble likevel initiert av SSE, som startet opp et kunnskapssenter kalt SWALEC Smart Energy Center, som skulle trene nye arbeidere i Wales innenfor mikro-grid og solcellepaneler. Mye av utviklingen av solenergi skjedde i andre land, men noen produksjonsanlegg ble også opprettet i Storbritannia, hvor blant annet Canadian Solar og Samsung startet opp produksjonsanlegg i London. Noe forskningsprosjekter ble også initiert i britisk industri som kunne brukes i produksjonen av solceller, hvor en av de mer suksessfulle innovasjonene kom fra Tata Steelstarter som startet et strategisk partnerskap med The Engineering and Physical Sciences Research Council for å utvikle grafenbelagt stål og neste generasjons sensorer, som skulle øke effektiviteten til solpaneler.

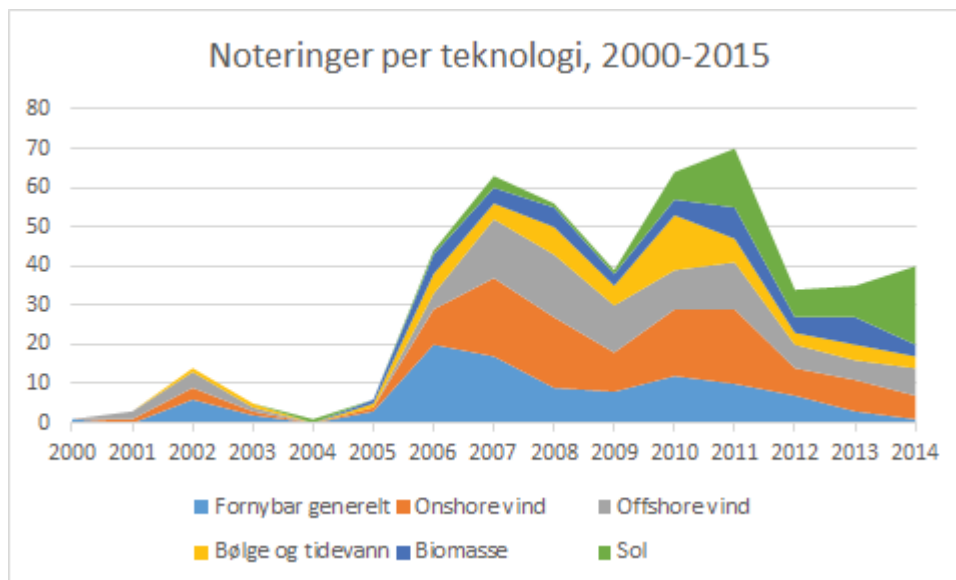
6.6 Grafisk fremstilling

I denne delen vil funksjonsmønsteret analyseres ved bruk av grafiske fremstillinger om utviklingen for perioden.

Som figur 8 viser er det en tydelig oppgang av nyheter fra 2006 og utover. Figuren viser hvilke teknologier som blir nevnt relativt til hverandre. Onshore og offshore vind er de mest nevnte teknologien, spesielt i perioden 2006 til 2011. Vindressursene i Storbritannia er store, og vind-industrien i Storbritannia var allerede godt etablert før 2000. Interessen for offshore vind startet først ved årtusenskiftet, men med en stor kystlinje og gode vindressurser var det

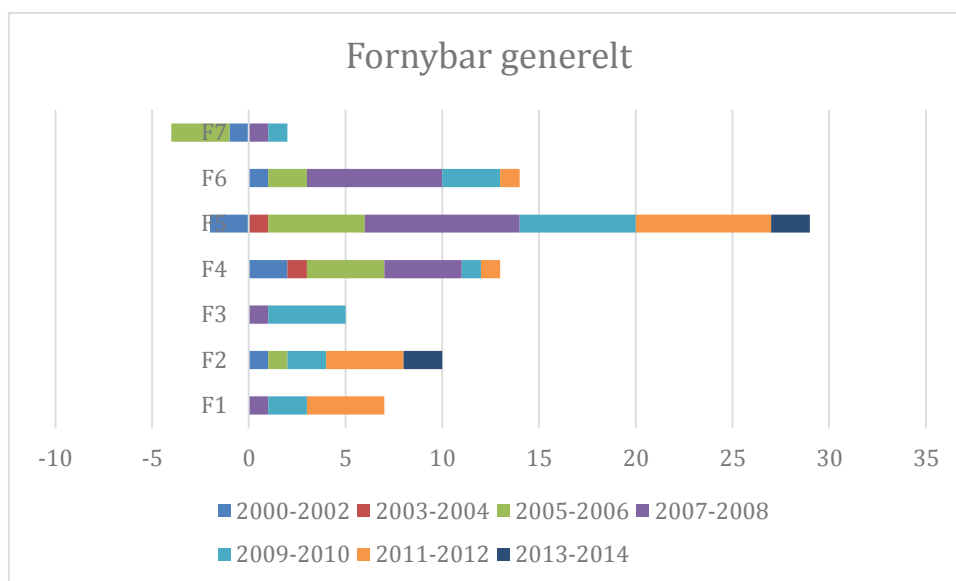
en klar interesse fra industrien om å satse på offshore vind. Momentum for bølge og tidevannskraft startet rundt 2006, med en klar oppgang rundt 2009/2010. Grunnen til den store oppgangen var investeringspakken til regjeringen som kom i 2009, hvor mange bedrifter ønsket å jobbe med teknologiutvikling innenfor disse teknologiene. Biomasse var mindre nevnt enn vind, men holder seg rimelig stabilt fra 2006 og utover. Den lave graden av interesse kan forklares av opposisjon til biomasseanlegg og få antydninger av regjeringen om satsing på biomasse, som skremte bort en del investorer. Når det gjelder solkraft er det lite aktivitetsnivå frem til 2009, men fra og med 2010 til 2014 er det den mest nevnte teknologien, som følge av FiT-ordningen og lave priser på solcellepaneler.

Figur 8 Stablet arealdiagram av antall noteringer per teknologi, 2000-2015



I figur 9 vises noteringer for hver funksjon for ‘fornybar energi generelt’. Her må det huskes at entreprenørelle aktiviteter vil være underrepresentert fordi kategorien er teknologiavhengig, men er fortsatt viktig å analysere for å kunne gi en riktig fremstilling av de spesifikke teknologiene. For eksempel kan regjeringen gi klare indikasjoner på at det skal satses på fornybar energi, noe som vil være en fordel for alle teknologiene som er inkludert i analysen. På samme måte kan lobbyvirksomhet for å satse på kjernekraft ha klare implikasjoner for utviklingen til de ulike teknologiene. Derfor er det hensiktsmessig å inkludere “teknologi generelt” i denne delen av analysen også.

Figur 9. Noteringer av 'fornybar generelt'



Som vist i figuren er det i starten vanskelig å etablere fornybar energi i markedet. Det største problemet er lave strømpriser som gjør det vanskelig å satse på nye og dyrere teknologier og systemet for å få byggetillatelse går for sakte og er for strengt. Likevel er regjeringen klare på hvordan utviklingen skal bli og energiminister Brian Wilson ber energisektoren satse på fornybar energi, og det etableres flere forskningsgrupper. Dessuten begynner noen selskaper å gjøre oppkjøp for å forberede seg på en grønnere energifremtid.

På grunn av dette begynner det å gjøres tiltak for å etablere fornybar energi på markedet i 2003-2006, ved å oppgradere det nasjonale strømmettet, mens energiselskapene begynner å tilby grønn energi til bedrifter og husholdninger. Regjeringen ønsker denne fremgangen velkommen, og kutter subsidier til kjernekraft samtidig som at oljeindustrien får lite hjelp under oljekrisen, hvor regjeringen nekter å kutte skatter på olje. Flere investeringer gjøres av energiselskaper, mens det opprettes flere forskningsgrupper som ser på fremtiden til energi og miljø.

Det offentlige fortsetter å be sektoren å satse på fornybar energi, hvor mange av målene uttrykkes i Energy White Paper 2007. Markedsetableringen og ressursmobiliseringen øker dramatisk i 2007-2008. Det gjøres mye arbeid for å forbedre strømmettet, slik at den nye fornybare energien kan distribueres, og det gjøres tiltak for å gjøre det enklere å få

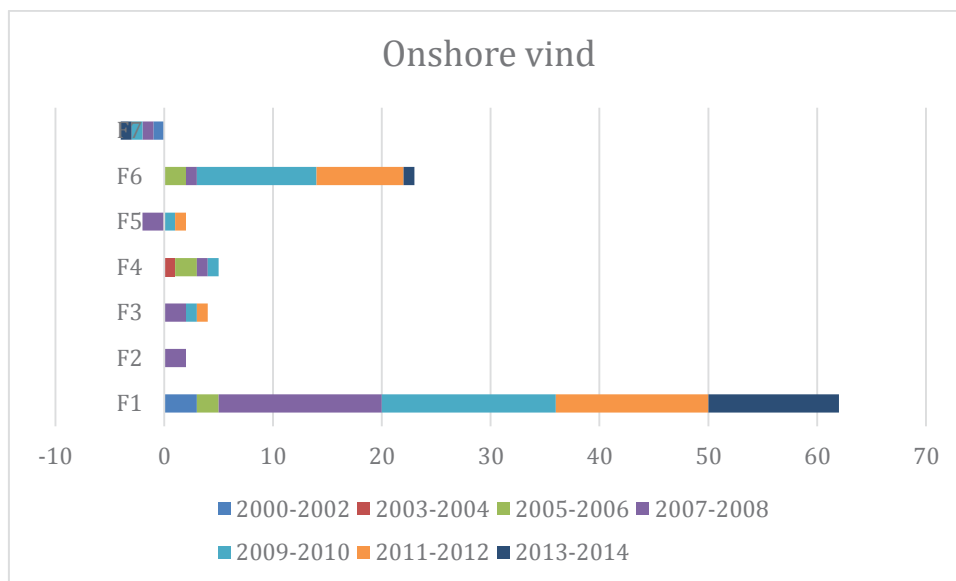
planleggingstillatelser for ulike prosjekter, spesielt for småprosjektene. Mange oppkjøp og investeringer gjøres, mens ulike fond opprettes av både offentlige etater og private aktører. Dette fører til større interesse for ulike forskningsprosjekter, og aktørene samles til 12 ulike interessemøter for å diskutere fremtiden til fornybar energi. Fornybar energi begynner også skape en legitimitet, hvor tenketanker og lobbyistgrupper fremmer fornybar energi som en bedre løsning for lavkarbonsamfunnet.

Markedsetablering fortsetter å være den viktigste funksjonen i 2009-2010, med flere store strømnettprosjekter og ulike avtaler for grønn energi til husholdninger og bedrifter. Ressursmobiliseringen og angivelsen av retningen fortsetter å være en viktig funksjon, men modererer seg noe siden markedet begynner å etablere seg. Kunnskapsutvekslingen begynner å øke, hvor flere aktører (både private firmaer og universiteter) begynner å signere samarbeidsavtaler med hverandre for å utforme ny teknologi. Dessuten starter ulike prosjekter for mikrogenerering, slik at husstander kan installere ulike løsninger for å generere egen fornybar energi gjennom sol, vind og biomasse.

Mot slutten av perioden som er analysert ser man enda mindre ressursmobilisering og angivelse av retning, hvor mange store selskaper allerede har etablert seg i markedet. Det fortsetter å gjøres mye arbeid med strømmettet, mens forskning på nye teknologiske løsninger blir mer og mer viktig.

Innenfor fornybar energi generelt kan det derfor se ut som at angivelse av retning og markedsetablering har vært viktige funksjoner for en større fornybar sektor. Det ble skapt et momentum i starten av regjeringens ønske om å satse på fornybar energi, som ga en viktig sikkerhet for investorer. Flere forskningsprosjekter ble derfor også muliggjort, men møtte en del motstand fra den etablerte energisektoren og lobbyister for kjernekraft. Motstanden økte mens det oppstod en sterkere markedsetablering, men ga lite resultater siden det offentlige var klare på hvilken utvikling de ønsket seg. Med flere grønne avtaler og mange oppgraderinger av strømmettet økte investeringene, og det offentlige kunne trekke seg noe tilbake.

Figur 10: Noteringer av onshore vindkraft



Mønsteret er noe mer uklart for onshore vind, som allerede var et etablert system innen 2000. Fra 2000 er det mest entreprenørelle aktiviteter ved nye installeringer av onshore vindkraftanlegg, mens de andre funksjonene er lite nevnt. Det kan se ut som teknologien lider av motstand mot anleggene av lokalbefolkning, som bremser opp utviklingen til industrien.

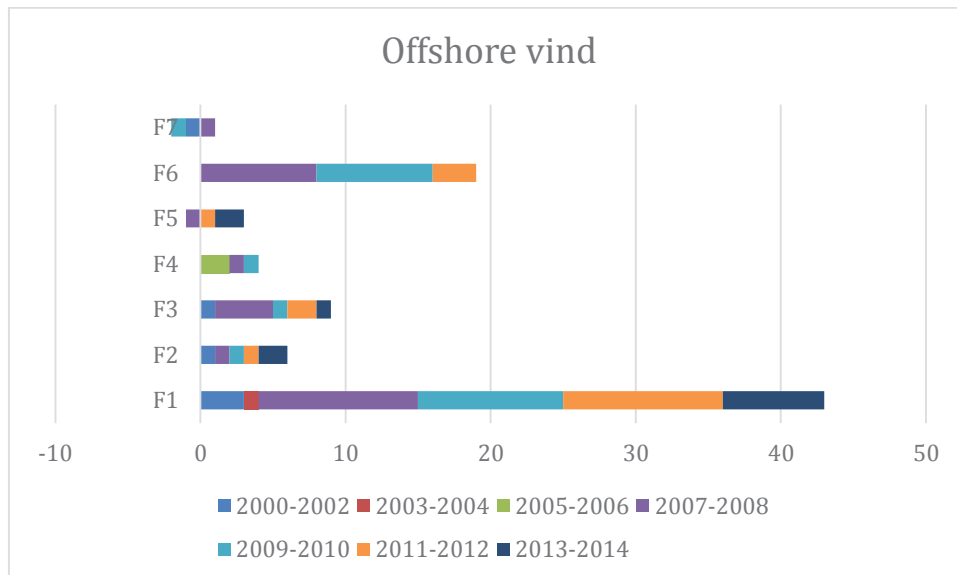
Det knyttes likevel forventninger til raskere utvikling av onshore vindkraft i Storbritannia av bransjeorganisasjoner og regjeringen, og ved 2005-2006 ser man flere investeringer og prosjekter. I 2007-2008 øker prosjektmengden betraktelig, og det gjøres dermed noen oppkjøp av vindkraftanlegg og investeringer i ulike selskap som jobber med onshore vind. På grunn av de økte aktiviteten oppstår det mer forskning og utvikling og diffusjon av kunnskap, men sektoren sliter med å etablere seg i markedet på grunn av problemer med distribusjonsnettet, samt fortsatt motstand mot nye vindkraftanlegg. Problemer med markedsetableringen blir løst ved flere strømnnettprosjekter, og det blir en merkbar økning av investeringer og oppkjøp i 2009-2010. Resten av perioder er det en del entreprenørelle aktiviteter og ressursmobilisering, men sektoren fortsetter å slite med motstand til nye anlegg.

Utvikling av onshore vind har dermed blitt noe bremset opp av vanskeligheter med å etablere seg i markedet og mye motstand mot teknologien. Likevel har det vært en stigende prosjektmengde, som har økt i takt med angivelse av retning fra bransjeorganisasjoner og

regjering, samt forskning og utvikling. Mange selskaper investerer mye penger i perioden 2009-2012, og en del av markedsproblemene blir løst. Likevel fortsetter motstanden mot teknologien, som fører til mindre aktivitet mot slutten av perioden. Fremtiden til sektoren er i dag usikker, etter at regjeringen la ned alle subsidier til onshore vind fra og med april 2016 (Wintour & Vaughan, 2015)

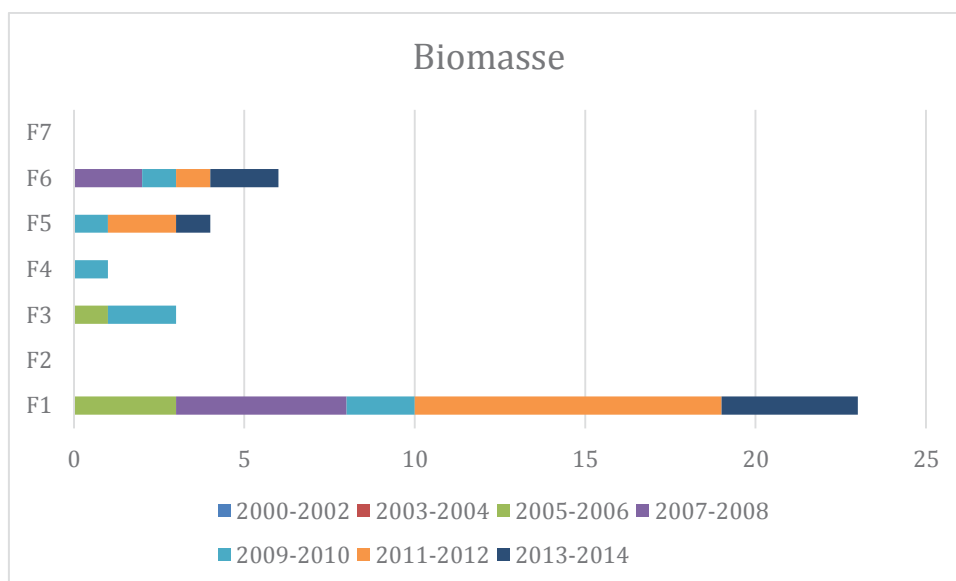
Der vindkraftanleggene på land har slitt på grunn av lav popularitet har offshore vind hatt en bedre utvikling. Allerede i starten av perioden var det en del entreprenørelle aktiviteter etter at mange selskaper fikk kontrakter av Crown Estate. Selv om det var noe motstand mot denne teknologien også, ble det knyttet store forventninger til fremtiden for offshore vind i 2005-2006. Det er flest noteringer innenfor entreprenørelle aktiviteter og ressursmobilisering fra 2007, men det er mer noteringer av kunnskapsutvikling og diffusjon av kunnskap enn noen av de andre teknologien, som indikerer at dette er den mest kunnskapstunge teknologien. Flere forskningsprosjekter og forskningsgamarbeid tar plass gjennom hele perioden, og det er dermed tydelig at interessen for å bygge opp en sterk industri innenfor offshore vindkraft er stor, til tross for høye kostnader.

Figur 11: Noteringer av offshore vindkraft



Historien er noe annerledes for biomasse, hvor det er ingen kunnskapsutvikling og betydelig mindre ressursmobilisering. Dette ser ut til å henge sammen med lite angivelse av retning, hvor regjeringen har gitt få indikasjoner på at de ønsker å se en raskere utvikling innenfor biomasse, samt vanskeligheter med byggetillatelse. Likevel ser man en grei markedsetablering fra 2007, ved ulike avtaler innenfor bionenergi av avfall, enten fra søppeldynger eller matrester. Noen av avtalene gjøres med lokale myndigheter, mens andre gjøres med restauranter. Denne markedsetableringen, samt mer angivelse av retning og ressursmobilisering i perioden 2007-2010 fører til en merkbar økning av entreprenørelle aktiviteter i 2011-2012. Fremtiden til biomasse er fortsatt noe usikker, men ses på som et bedre alternativ til fossile kilder, og vil nok derfor fortsette å være en del av den fornybare energimiksen fremover.

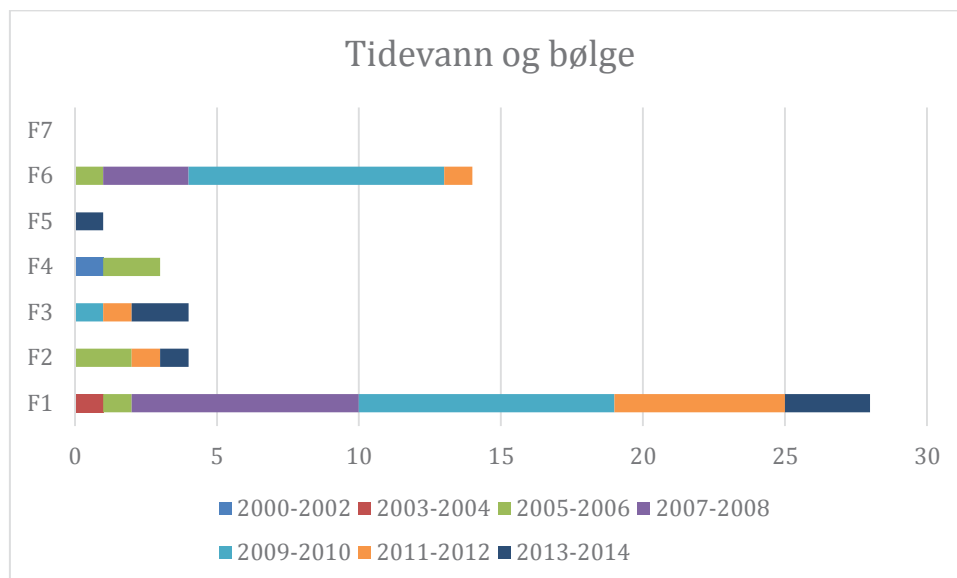
Figur 12: Noteringer av biomasse



Tidevann- og bølgekraft tiltrekker seg faktisk flere investorer og entreprenørelle aktiviteter enn biomasseanlegene. Dette henger nok sammen med at det har dannet seg en klynge med forskningsprosjekter i Cornwall og Orkney, som følge av de store havressursene. Det er lettere å få byggetillatelse ved hav siden det ikke sjenerer lokalbefolkningen i området. Ressursmobiliseringen ser ut til å variere med momentumet. I 2005-2006 er det høy grad av kunnskapsutvikling, og det knyttes økende forventninger til teknologiens fremtid. I 2007-2010 fører dette til mange entreprenørelle aktiviteter, og ressursmobilisering følger deretter,

spesielt siden mer penger gjøres tilgjengelig. Fra 2011 synker ressursmobilseringen, og det er igjen mest entreprenørelle aktiviteter, kunnskapsutvikling og diffusjon av kunnskap. Største problemet for tidevann- og bølgekraft har vært å etablere seg på markedet, som oppstår fordi teknologien er for dyr i forhold til energigenereringskapasiteten. Dette er vel og merke ikke et fenomen som er spesifikt for Storbritannia, men som er et problem internasjonalt (kilde trengs her). Det forventes derfor at det kreves mer forskning på feltet for at det igjen skal tiltrekke seg investorer, men hvis det skulle oppstå et gjennombrudd i teknologiutviklingen ser det ut til at mange selskaper vil stå klare til å investere på nytt.

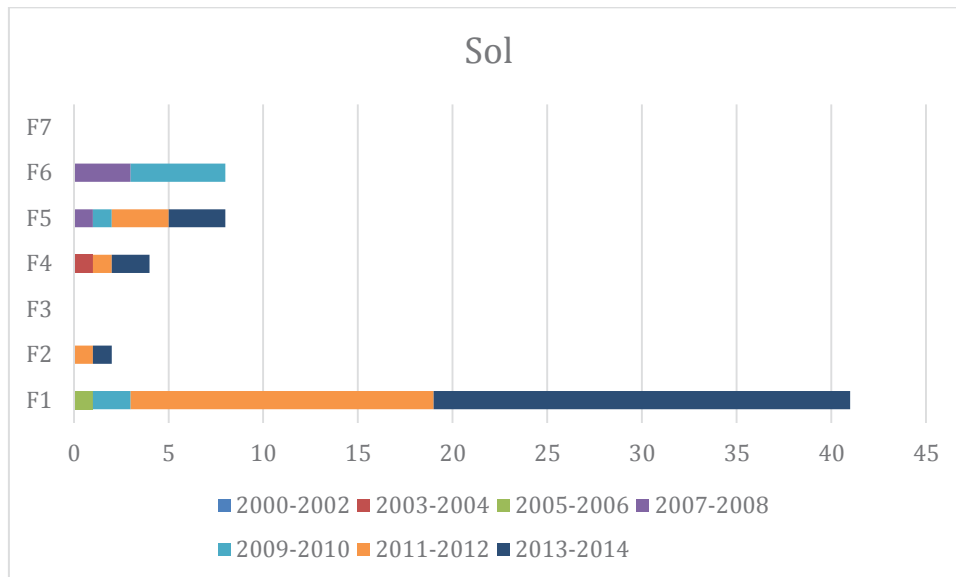
Figur 13: Noteringer av tidevann- og bølgekraft



Noe spesifikt innovasjonssystem er vanskelig å identifisere for solkraft, hvor den høye graden av entreprenørelle aktiviteter fra 2011 kan forklares gjennom FiT-ordningen som startet i 2010 og lavere priser på solcellepaneler. Kuttene i FiT-ordningen i 2011 og 2013 har ikke noen påvirkning for denne tidsperioden, men det er forventet at disse kuttene vil redusere antall installeringer på langsikt (Muhammad-Sukki et.al, 2013). Som forklart i den historiske gjennomgangen var det initiert noen prosjekter av Department of Trade and Industry for å installere solceller ved ulike bygg, som førte til trente arbeidere. Rundt 2007-2008 begynner det å oppstå noen ressursmobiliseringer og markedsetableringer, som også er perioden hvor solceller begynte å gå ned i pris. Den økende graden av solcellekraft i Storbritannia kan derfor ikke helt forklares av et innovasjonssystem, men en teknologiutvikling i utlandet som førte til

flere selskaper som valgte å investere i solkraft i Storbritannia, for å etablere seg på det britiske markedet.

Figur 14: Noteringer av solkraft



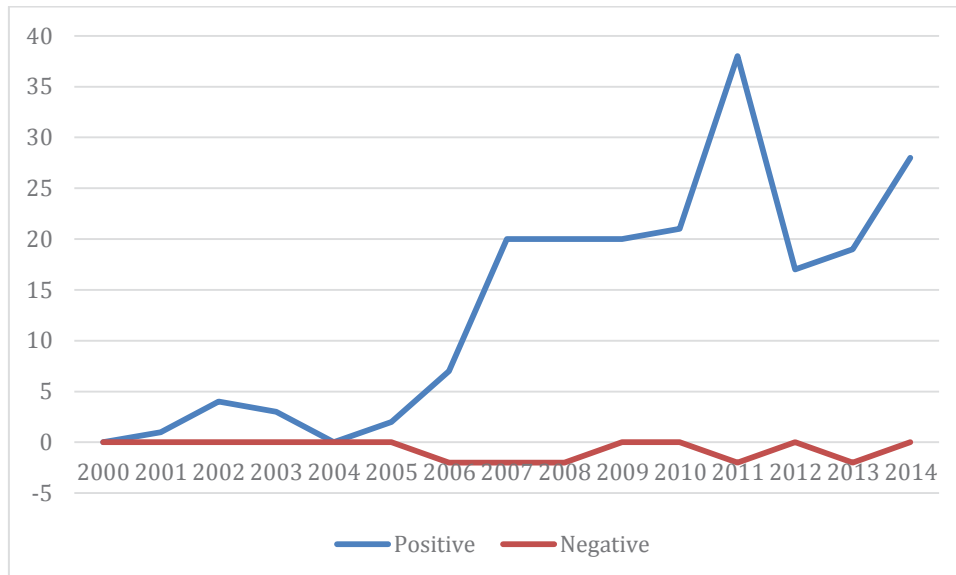
6.7 Et godt innovasjonssystem?

Denne avhandlingen har hittil gitt en historisk gjennomgang og sett på hvilke funksjoner som har vært viktigst for de ulike teknologiene ved forskjellige tidspunkt. Å svare på hva dette faktisk betyr og hvorfor innovasjonssystemet er viktig vil jeg i de to siste delkapitlene utforske.

Som nevnt i teoridelen er det flere fordeler med å studere innovasjon på mikronivå. Gjennom denne analysen har det vært mulig å se den gjensidige avhengigheten, konkurransen, strukturelle forandringer og oppvekst av ny teknologi. Dette har jeg gjort ved å se på ulike funksjoner eller kontekster i det teknologiske innovasjonssystemet, som fremst har fokusert på de 7 ulike funksjonene, med dynamikk, interaksjon og nettverk som fokus. Kan vi, basert på dette, karakterisere den fornybare energisektoren i Storbritannia som et godt teknologisk innovasjonssystem?

Den første funksjonen vi har analysert har vært entreprenørelle aktiviteter, som både blir påvirket av og påvirker mange av de andre funksjonene. I den fornybare energisektoren i Storbritannia ser denne funksjonen ut til å være meget god.

Figur 15. Noteringer av funksjon 1

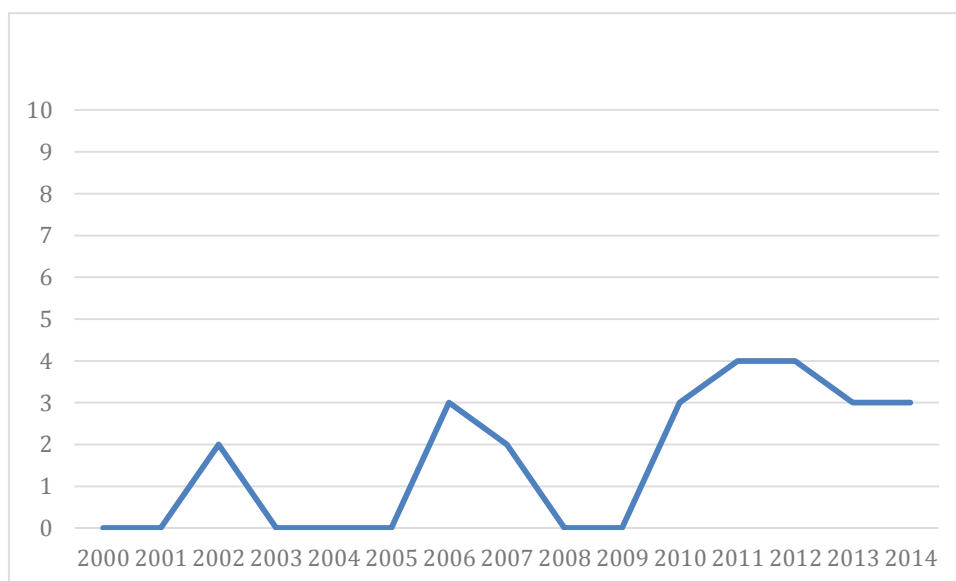


For det første kan det identifiseres mange aktører innenfor fornybar energi i Storbritannia. Innenfor vindkraft er det flere selskaper som har kjøpt opp eller bygget ulike vindkraftanlegg, mens det også er en rekke firmaer som tilbyr solcelleinstallasjon. Også innenfor bølge- og tidevannskraft er det mange aktører, til tross for lite generering. Grunnen til at det er mange aktører innenfor vind og havkraft er nok ressursene som eksisterer i Storbritannia, med mye vind og store havområder. Dessuten har regjeringene hatt et ønske om mer fornybar energi, hvor spesielt den skotske regjeringen har gitt subsidier for ulike forskningsprosjekter innenfor vind og havkraft. Når det gjelder solkraft hjalp FiT-ordningen mye for å tiltrekke seg ulike aktører som selger solcelleanlegg, i en periode hvor solcelleproduksjon var mye billigere. Innenfor biomasse virker det derimot til å være noe færre aktører med tanke på den høye graden av generering, som ser ut til å ha sammenheng med lite angivelse av retning og mindre investering. Likevel ser det ut til at de aktørene som er på markedet, blant annet Drax og E.ON, innoverer effektivt. Biomasseanleggene bygges ofte ved eldre kullkraftverk eller ved søppeldynger, som gjør at selskapene ikke alltid trenger å bygge opp anleggene fra bunnen av. Når det gjelder oppbygging av vindkraftanlegg virker det også til å være rimelig effektivt,

hvor det tar 1-2 år å bygge opp større onshore vindkraftanlegg og 3-5 år å bygge offshore vindkraftanlegg. Solkraft bygges naturligvis opp mer effektivt, og en del av selskapene som bygger storskala solcelleanlegg også gjøre det meget effektivt. RO-ordningen har favorisert storskala produksjon, og mange av anleggene har derfor gått inn for å generere så mye energi som mulig. Dette har likevel i flere tilfeller ikke vært mulig på grunn av lokal opposisjon. Som vi kan se i figur 15 har det vært en stødig økning i antall entreprenørelle aktiviteter, selv om antallet prosjekter gikk noe ned i 2012.

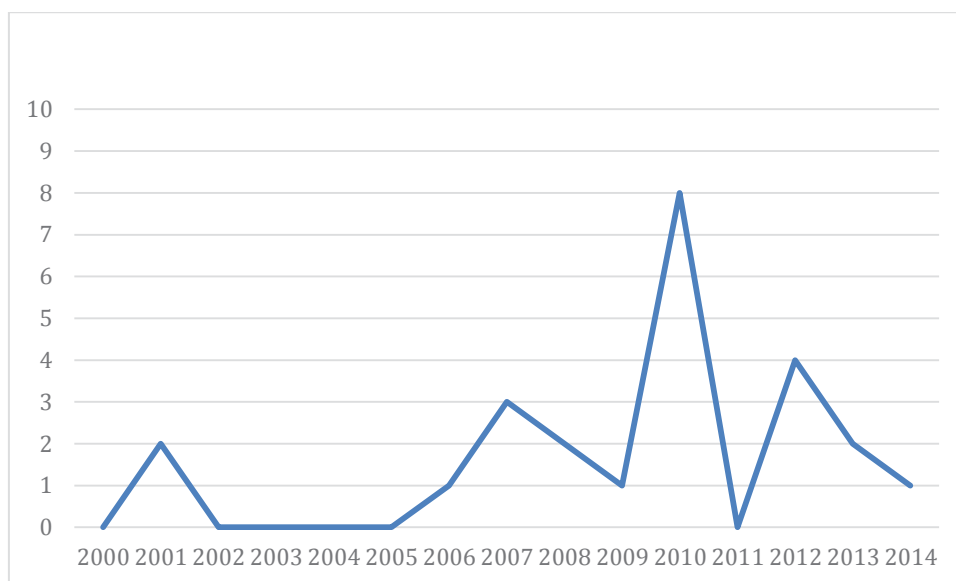
De to neste funksjonene, kunnskapsutvikling og diffusjon av kunnskap, har vært forstått som to ulike konsepter, hvor førstnevnte har handlet om FoU og læring, mens sistnevnte har handlet om utveksling av informasjon. Disse to funksjonene har også blitt analysert hver for seg, men handler i mange tilfeller om det samme. Grunnen til det er at FoU i dag sjeldent gjøres i lukkede laboratorium, men i samarbeid med ulike aktører (Chesbrough, 2003). Jeg valgte å separerer disse funksjonene fordi det i noen tilfeller er lett å differensiere om en hendelse har vært knyttet til kunnskapsutvikling eller diffusjon av kunnskap, men resultatene av de to bør likevel ses i sammenheng. Disse to funksjonene vurderes også som gode nok, med mange ulike prosjekter og forskningssamarbeid. Dette er viktig for å gjøre fornybar energi til et konkurransedyktig alternativ.

Figur 16. Noteringer av funksjon 2



Når det gjelder kunnskapsutvikling virker det til at den mest relevante forskningen i Storbritannia gjøres innenfor havkraft og vind, mens det har vært lite forskning på solkraft og biomasse. Forskningen som er gjort har først og fremst har vært på kostnadseffektivitet og storskalaproduksjon. Dette er veldig relevante ting å forske på, men man mangler gjennombrudd på havkraft, mens offshore vindkraft fortsatt er en dyrere løsning. Likevel ser det ikke ut til at kunnskapsutviklingen står for noen barriere for innovasjonssystemet, og det gjøres fortsatt mange forsøk på å gjøre fornybar energi enda mer attraktivt.

Figur 17. Noteringer av funksjon 3

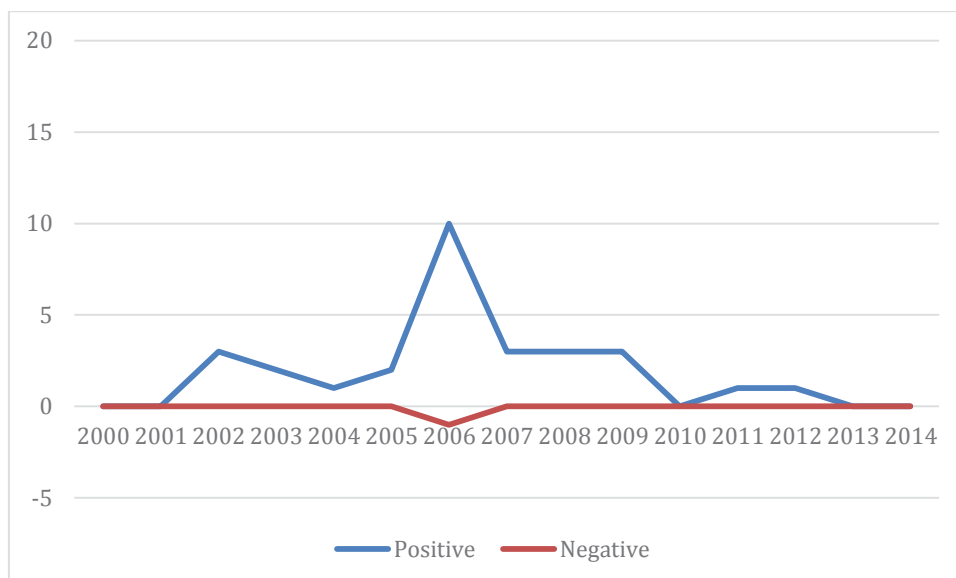


Kunnskapsutveksling mellom industri og universiteter har vist seg å være ganske vanlig i fornybar-industrien i Storbritannia, hvor det har blitt notert flere samarbeider mellom universiteter og bedrifter. Dette er meget viktig for at de kan lære av hverandre, og gjør forskningen mer tilgjengelig for alle aktører. Noen energiselskap har satt opp workshops for å bedre informasjonen til visse onshore vindkraftanlegg, men dette kunne vært gjort hyppigere. En del av den lokale opposisjonen for disse vindkraftanleggene kunne nok vært unngått hvis selskapene var enda flinkere til å informere om hvordan vindkraftanleggene ville se ut og støynivået. Når det gjelder kunnskapsutveksling over nasjonale grenser ser det ut til å være en av de største styrkene til aktører som opererer i Storbritannia. Mye av teknologiutviklingen foregår i andre land, spesielt innenfor vind, sol og biomasse. Selskapene som opererer i Storbritannia har vært flinke til å ta i bruk ny teknologi som er oppfunnet og eventuelt

konstruert i andre land, med gode handelsforbindelser med EU-land og USA. Dessuten har britiske selskaper vært med på å hjelpe andre land i sin fornybare industri, og dermed promotert deres løsninger til omverdenen.

Den fjerde funksjonen har handlet om seleksjonsprosess, hvor man skal bestemme seg for hvilken teknologi man skal satse på. For at en teknologisk overgang skal oppstå innenfor energi er det viktig at regjeringen og konsumentene ønsker denne forandringen, og gir klare beskjeder om hvilken retning de ønsker at samfunnet skal gå i.

Figur 18. Noteringer av funksjon 4



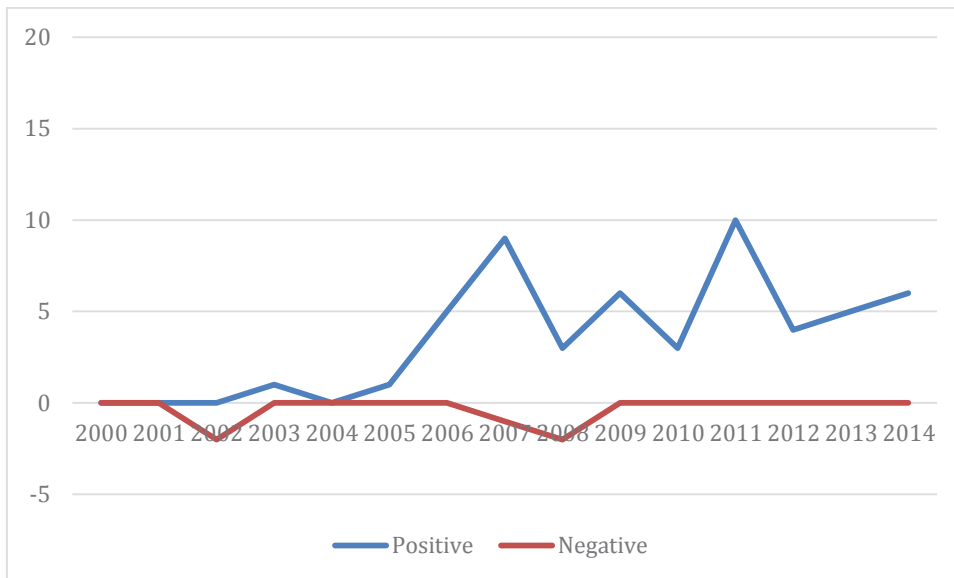
Det har over denne perioden hele tiden vært en ganske klar visjon fra regjeringene om videre utvikling av fornybar energi. Gjennom ulike offentlige dokumenter har regjeringen stått fast på å kutte karbondioksid-utslippene, og mer fornybar energi har alltid vært en del av planene deres for å nå målene. I senere tid har også EU fungert som en målsetter om hvor mye energi som skal komme fra fornybar kilder. Likevel har det vært vanskelig å vite om den fornybare industrien vil møte konkurranse fra kjernekraft, hvor den britiske regjeringen har gått mye frem og tilbake. Dessuten vil spørsmål om energisikkerhet fortsette å støtte fossile kilder, slik at den fornybare industrien forstår at det ønskes en gradvis innfasing av fornybare kilder. Visjonene har derimot sjeldent sagt noe om det teknologiske designet, siden RO skulle være teknologinøytral. For industrien betyr dette enkelt og greit mest mulig generert energi for

lavest mulig pris, og onshore vind har i dette tilfellet vært det beste alternativet. Offshore vind fikk ikke noe ekstra subsidier for oppbyggingen, men det ble likevel satset på dette på grunn av (1) mindre problemer knyttet til planleggingsproblemer og (2) større genereringskapasitet. Opposisjon til onshore vindkraftanlegg kan derfor bli sett på som en viktig faktor for hvorfor mange av vindkraftanleggene ble bygd i havet, til tross for høyere kostnader. Selv om RO var teknologinøytral har det hele tiden vært forstått at det er mest hav- og vindressurser i Storbritannia, og det er derfor naturlig at selskapene har satset på dette. Solkraft var ikke sett på som like optimalt siden RO ikke var en god ordning for mikrogenerering og det er moderat med sollys i Storbritannia. FiT-ordningen kom dermed på det perfekte tidspunktet, da solceller begynte å bli mye billigere å produsere. Biomasse har heller ikke hatt så mange visjoner knyttet til seg, mest sannsynlig fordi det er en pågående debatt om biomasse kan ses på som en grønn teknologi eller ei.

Funksjonen om angivelse av retning er derfor tilfredsstillende siden regjeringen har vært klar på at det skal satses på fornybar energi, men er også noe som kunne vært gjort enda bedre ved å gi mer støtte til teknologier som er i nisje-fasen. Likevel, etter bandingen i RO kan man argumentere for at mye av dette problemet ble løst.

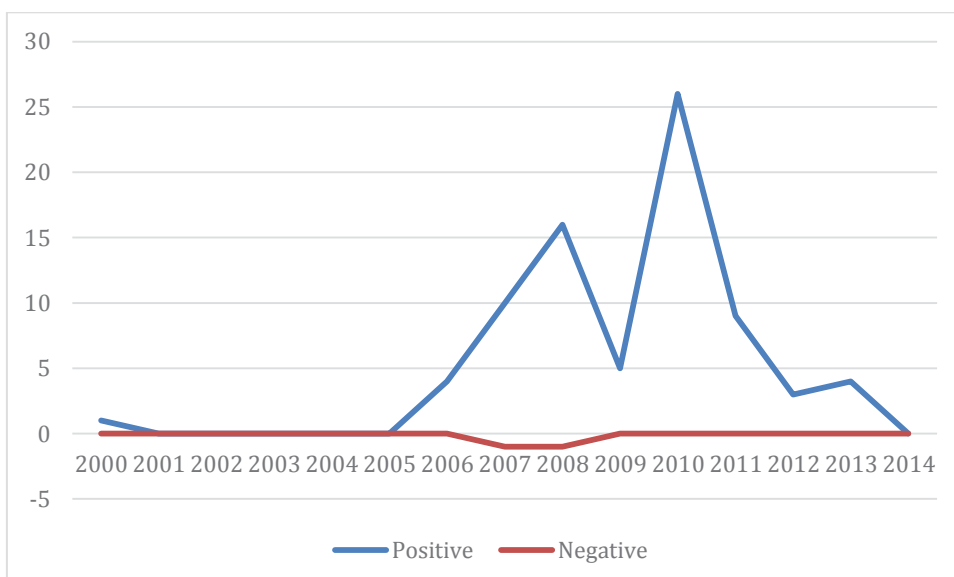
Den femte funksjonen, markedsetablering, har handlet om å hjelpe en teknologi som er i startfasen til å etablere seg i markedet. Dette kan referere til mange ulike politiske ordninger, men også infrastrukturen rundt. I denne analysen har jeg fokusert på infrastrukturbyggingen, hvor det har blitt gjort mye arbeid for å bygge ut overføringsnett både onshore og offshore for å få raskt koblet til de fornybare anleggene. Dette har vært høyst nødvendig, og ble spesielt mye jobbet med i 2006-2007. Dette har ført til et tryggere marked for den som ønsker å generere fornybar energi, siden de ikke skal trenge å bekymre seg om hvorvidt de får koblet til anleggene. Dessuten har grønne tariffier fra strømselskaper hjulpet å danne et marked for kjøp og salg av fornybar energi, mens i senere tid har smart meters og smart grids dannet et enda større marked. Det fornybare markedet vil nok også fortsette å vokse så lenge konsumentene er bevisste på mulighetene for fornybar energi.

Figur 19. Noteringer av funksjon 5



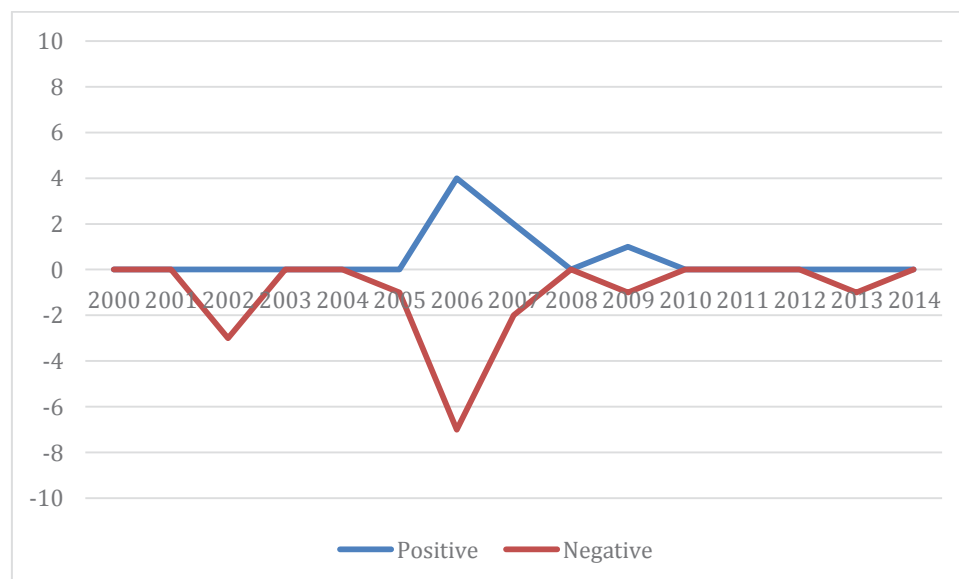
En form for ressursmobilisering vil alltid være viktig for utviklingen av ny teknologi. Uten penger til prosjektene vil det heller ikke skje noe. Dette ser ikke ut til å ha vært noe problem i Storbritannia, hvor det har vært rikelig med både økonomiske og menneskelige ressurser. Det har vært noen problemer med kapitalinnhenting innenfor offshore vindkraft i perioden hvor stålprisen var høy (rundt 2007-2011), samt vanskelig å tiltrekke kapital til biomasseanlegg på grunn av lav popularitet. Men generelt har det vært mange noteringer av kapitalinjeksjoner og oppkjøp, og det ser derfor ikke ut til å føre til en barriere for systemet.

Figur 20. Noteringer av funksjon 6



Den siste funksjonen ligner noe på den fjerde funksjonen, men skiller seg ut ved at det er mer fokus på hvilken motstand den møter i det den prøver å etablere seg på markedet. Naturlig nok vil man også notere flere negative hendelser innenfor denne kategorien, da det etablerte regimet ikke ønsker ny konkurranse. Fornybar energi har møtt noe motstand fra ulike sider, spesielt innenfor onshore vind. For det første møtes anleggene med mye lokal opposisjon ved anleggene, grunnet naturvern, utsikt og støy. Dessuten er det for mange lokale områder vanskelig å vite hva de får igjen for å ha vindkraftanlegg i området, og massive protester oppstår mot stordriftsproduksjon. Protester har også blitt gjort mot ulike biomasseanlegg og offshore vindkraft. Dessuten har ulike deler av energibransjen vært skeptisk til sterk satsing på fornybar energi, hvor spesielt bransjeorganisasjoner innenfor kjernekraft og fossile kilder har uttrykt skepsis til den fornybare utviklingen. Mye av motstanden er notert i 2006, i samme periode hvor det var en del noteringer på den fjerde funksjonen. Det er tydelig at det var en dragkamp i denne perioden, men ut ifra noteringene på både denne funksjonen og de andre funksjonene har ikke motstanden ført til noe spesielt barriere for innovasjonssystemet som helhet.

Figur 21. Noteringer av funksjon 7



6.8 Hvorfor innovasjonssystem er av betydning

Alle politikkkordningene i Storbritannia, NFFO, RO og EMR, har blitt kritisert for klare mangler, og de har forandret seg mye over tid med lite stabilitet. Likevel har Storbritannia hatt en rimelig stabil utvikling av fornybar installering. Argumentet mitt er at denne overgangen er muliggjort av teknologisk utvikling og hvordan den britiske energiindustrien har tatt i bruk denne teknologien. Det er her den viktigste faktoren ligger, noe denne analysen har prøvd å bevise

Den tradisjonelle tankegangen er at det kreves et dyrt rammeverk som skal snu utviklingen i fornybar retning. Argumentet som kan springe ut av teknologisk innovasjonssystem er derimot at utviklingen til fornybar energi er noe som skjer når det allerede eksisterer et godt innovasjonssystem. Selvfølgelig, det må være et ønske og forståelse om at det må gå i den retningen. Klimaforandringer er noe borgere og politikere er opptatt av, og det er lite sannsynlig at det vil snu. Det som derimot er vanskelig er å be forbrukere betale dyre summer og deprivatisere energisektoren, men så lenge innovasjonssystemet er godt er det heller ikke nødvendig.

Det er dette jeg har vist i denne avhandlingen. Det dannes klynger av selskaper rundt en spesifikk teknologi fordi selskapene ser fremtidige muligheter. Innenfor offshore vindkraft har det blitt gjort mange investeringer, prosjekter og teknologiutvikling uten at den økonomiske kompensasjonen har vært umiddelbar. Offshore vindkraft er dyrt, men selskapene vet at det er gode ressurser for offshore vindkraft ved Storbritannia. Derfor blir det et kappløp om å være de første til å etablere seg på markedet, og kunne generere store mengder fornybar energi i fremtiden. Det samme kan sies om biomasse, som koster mye å bygge opp og er lite populært. Onshore vindkraft har blitt en bedre økonomisk løsning, men fortsatt dyrere enn andre fossile kilder. Dessuten er det vanskelig å få planleggingstillatelse, som skaper usikkerhet rundt den økonomiske gevinsten. Likevel danner det seg klynger av selskaper her også. Bølge- og tidevann har ikke generert så mye energi på grunn av problemer med teknologien, men det er heller ikke et problem som er spesifikt for Storbritannia. Mange selskaper tjener lite penger i dag på bølge- og tidevannskraft, men mulighetene for å gjøre det i fremtiden er stor. I et godt teknologisk innovasjonssystem vil selskapene likevel forske og utvikle teknologien så lenge

de ser en fremtidig mulighet, og det er det som har skjedd, og høyst sannsynlig vil fortsette å skje så lenge aktørene ser den teknologiske muligheten. Havkraftprosjekter har fått noe penger i senere tid, men mange prosjekter var startet før allokeringene, og pengepotten har heller ikke vært kjempestore. Den eneste teknologien som ikke kan forklares gjennom innovasjonssystemet er solkraft, hvor teknologiutvikling i utlandet, lavere priser og en god støtteordning har akselerert fremdriften. Men det er heller ikke en ressurs som var naturlig å satse på fra starten av i Storbritannia med tanke på de moderate solressursene.

Meget enkelt fremstilt kreves det to steg av energisektoren når fornybar energi skal vokse i et land (Patt, 2015). For det første må man drive med forskning for å drive prisene på fornybar installering og vedlikehold ned. Dette gjøres kontinuerlig i alle sektorer, både i Storbritannia og andre land. Spesielt forskning og utvikling på billigere vindturbiner har blitt gjort i Storbritannia, og det samme kan sies om bølge- og tidevannskraft. Det andre steget er å etablere disse teknologiene i markedet slik at de kan vokse seg store nok til å gi pålitelig, effektiv og bærekraftig energi. Dette er noe som må skje kontinuerlig så lenge den fornybare teknologien fortsetter å vokse, og gjøres ved å bygge bedre infrastruktur, som oppgradering og bygging av nye overføringsnett og distribusjonsnett, samt smart grids. Dette er en utfordring som ble tatt opp og jobbet med av Ofgem og de relevante distribusjonsselskapene. Her var det igjen viktig å kunne bruke ny teknologi, med blant annet høy volt kabelsystemer. Uten et godt innovasjonssystem som tidlig kan identifisere og løse disse problemene hadde det vært umulig for teknologiene å fortsette å vokse i Storbritannia. Samarbeidet mellom det offentlige og industrien har vært en nøkkelfaktor for videreutviklingen, og vil fortsette å være en viktig brikke for videre installasjon.

Som tidligere forklart i teorien er utviklingen sjeldent lineær, og fossile kilder vil etter all sannsynlighet fortsette å være en del av energimiksen i en del år fremover. Dette er likevel energikilder som vil reduseres med tid, så lenge fornybar energi fortsetter å utvikle seg videre. Scenarioene for at fossile kilder vil vokse fra fornybare kilder er meget usannsynlig i dag. Det er tydelig fra alle parter i Storbritannia: regjeringen ønsker fortsatt utvikling innenfor fornybar utvikling, industrien ønsker å gå i den retningen for å fremstå som grønne og være de største innenfor fremtidens energikilder, forbrukere ønsker det fordi de forstår seg på konsekvensene av klimaforandring. Storbritannia er en case som viser at dette heller ikke trenger det beste

politiske rammeverket for at det skal være mulig, men at det holder med et godt teknologisk innovasjonssystem hvor industrien kan omstille seg raskt.

Mot slutten av oppgaven er det også greit å forklare hvorfor dette er et fenomen som er spesifikt for Storbritannia. En enklere forklaring kunne vært at teknologiene som brukes av Storbritannia har blitt mer konkurransedyktige i verden generelt, og at den fornybare utviklingen i Storbritannia enkelt kan forklares gjennom billigere priser på fornybar teknologi. Som jeg har argumentert er ikke svaret så enkelt, fordi industrien som er bygget opp i landet må være dyktig nok til å ta i bruk teknologien. For at dette skal gå så jevnt og raskt som mulig kreves det faglærte arbeidere som kan konstruere selve anleggene og hele industrien rundt, f.eks. infrastruktur som må bygges for å kunne etablere teknologiene i markedet gjennom høy volt kabelsystemer og smart grids. Dessuten, den britiske fornybar industrien har vokst jevnt uten store hopp, mens mange andre land i Europa har hatt ujevne utviklinger. Hvis markedsprisen skulle styre utviklingen ville de fleste land økt sin fornybare diffusjon, men faktum er at mange av G20 landene har hatt ujevn utvikling. Ifølge tall fra OECD ser man ikke den samme utviklingen i mange andre land. For eksempel har ikke land som Saudi Arabia, Sør-Korea, Russland, Japan, Australia klart å bygge opp industrien sin i samme tempo selv om de hadde et relativt likt utgangspunkt som Storbritannia i 2000. Hvis vi sammenligner med andre EU-land fra 2008 og utover er det kun Tyskland og Storbritannia som har en jevn utvikling uten knekkpunkter (OECD 2017). De andre EU-landene som produserer mer fornybar energi (målt i oljeekvivalent) enn Storbritannia er Spania, Frankrike og Italia, men alle disse har hatt knekkpunkter etter 2010. Hvis nedgang i priser var den eneste årsaken til Storbritannia sin jevne utvikling burde vi forvente å se det samme i andre land, men det er ikke tilfellet. Dessuten kan vi ikke forklare utviklingen i det politiske rammeverket. Solpaneler fikk en liten dytt i markedet gjennom FiT-ordningen, men det ble tidlig gjort kutt i ordningen som ikke har hatt konsekvenser for den videre installeringen. Banding i RO-ordningen kom også lang tid etter at det ble bygd offshore vindkraftanlegg og nye biomasseanlegg, og har derfor heller fungert som et ekstra insentiv. Ustabiliteten i politikkkordningene burde ha skremt investorer fra prosjektene, men det er tydelig at kompetansen og ressursene i Storbritannia har vært en viktig faktor for videre investeringer.

7. Avslutning

Motivasjonen for oppgaven var å forklare den fornybar utviklingen i Storbritannia. Energisektoren står for store deler av miljøutslippene, og det er derfor interessant å se på utviklingen til et land med en jevn og stabil økning uten en FiT-ordning fra starten, som suksesslandene Tyskland og Danmark har operert med. Etter en gjennomgang av det politiske rammeverket var det mulig å se mange mangler i de ulike ordningene, og dessuten bør det ustabile rammeverket ha hatt konsekvenser for den fornybare diffusjonen. Den fornybare utviklingen har derimot vært jevn og relativt rask sammenlignet med mange andre land. Spørsmålet som da måtte besvares var hva som kunne forklare denne utviklingen.

Jeg har prøvd å forklare utviklingen gjennom en analyse av det teknologisk innovasjonssystem innen fornybar energi i Storbritannia. Dette har blitt studert gjennom en funksjonsanalyse, hvor ulike hendelser ble tildelt en funksjon. Disse funksjonene utgjør innovasjonssystemet, som har blitt analysert ved å se på hvilke funksjoner som har viktige ved ulike tidspunkt og hvordan de har påvirket hverandre. Denne analysen avdekket mye positiv aktivitet på konstruering, FoU, forskningsnettverk, retningsangivelse, markedsetablering og høy grad av investering (F1, F2, F3, F4, F5, F6), men flere negative hendelser for å skape en legitimitet for teknologien (F7). Den siste funksjonen har vært knyttet til andre energirelaterte industrier (kjernekraft og fossile kilder) som har drevet lobbyvirksomhet for å dempe den fornybare utviklingen og ulike protestbevegelser for fornybar installering ved spesifikke prosjekter. Selv om dette har vært en barriere for systemet har det ikke gått ut over noen andre funksjoner.

Det kom fram at det teknologiske innovasjonssystemet var tilfredsstillende for vindkraft, hvor det var høy aktivitet innenfor alle funksjonene. Det er notert mye aktivitet innenfor bølge- og tidevannskraft, men det mangler markedsetablering innen teknologien. Innenfor biomasse er det også en del aktivitet, men mye av forskning og utvikling gjøres i utlandet. Utviklingen innen solenergi har liten forklaringskraft gjennom innovasjonssystemet, selv om utvikling innenfor smart grids har gjort det enklere for teknologien å etablere seg. Likevel, den kraftige økningen av solenergi fra 2010 kan fremst forklares gjennom lavere priser på solpaneler og FiT-ordningen som ble etablert i 2010.

Den fornybare utviklingen i Storbritannia vil sannsynligvis fortsette å øke på grunn av innovasjonssystemet. Med den nye regjeringen og Brexit vil det fortsette å være usikkerhet knyttet til det politiske rammeverket, og mindre støtteordninger vil ha implikasjoner for hvor rask utviklingen vil fortsette å være. Det er likevel mange selskaper som ser potensialet for fornybar energi i Storbritannia på grunn av en godt utviklet energiindustri, samt gode naturressurser og infrastruktur til å støtte opp nye anlegg.

Litteraturliste

BEIS (2017). *Digest of UK Energy Statistics 2017*. London: Department for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS), s.153-192.

Carlsson, B. & Stankiewicz, R. (1995). On the Nature, Function and Composition of Technological Systems. I: B. Carlsson, red., *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation, vol 5*. Dordrecht: Springer, s.21-56.

Chesbrough, H. (2003). *Open innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard business school Press.

BERR (2007). *Digest of United Kingdom energy statistics 2007*. London: The Stationery Office, s.186-206.

Carlsson, B. & Stankiewicz, R. (1991). On the Nature, Function and Composition of Technological Systems, *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2), s. 93-118.

Carlsson, B. & Stankiewicz, R. (1995). On the Nature, Function and Composition of Technological Systems. I: B. Carlsson, red., *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Dordrecht: Springer, s. 21-56.

DECC (2011). *UK Renewable Energy Roadmap*. London: Department of Energy & Climate Change (DECC).

DECC (2012). *Digest of United Kingdom Energy Statistics 2012*. London: The stationery office, s.157-191.

DECC (2014). *Community Energy Strategy: Full Report*. London: Department of Energy & Climate Change (DECC).

DTI (2002). *Future Offshore: A Strategic Framework for the Offshore Wind Industry*. London: Department of Trade and Industry (DTI), s.23-27.

DTI (2004). *Digest of United Kingdom Energy Statistics 2004*. London: The Stationery Office, s.163-175.

DTI (2004). *Renewable Supply Chain Gap Analysis: Summary Report*. London: Department of Trade and Industry (DTI), s.49-51.

Edge, G. (2006). A Harsh Environment: The Non-Fossil Fuel Obligation and the UK Renewables Industry. I: K. Mallon, red., *Renewable Energy Policy and Politics: A Handbook for Decision-making*. London: Earthscan, s.163-184.

Edquist, C. (1997). Systems of Innovation Approaches – Their Emergence and Characteristics. I: C. Edquist, red., *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter, s. 1-35.

Eltham, D., Harrison, G. & Allen, S. (2008). Change in public attitudes towards a Cornish wind farm: Implications for planning, *Energy Policy*, 36(1), s. 23-33.

Elzen, B., Geels, F.W. & Green, K. (2004). *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.

Evans, A., Strezov, V. & Evans, T. (2009). Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(5), s.1082-1088.

Hall, S., Foxon, T. & Bolton, R. (2016). Financing the civic energy sector: How financial institutions affect ownership models in Germany and the United Kingdom. *Energy Research & Social Science*, 12, s.5-15.

Foxon, T., Gross, R., Chase, A., Howes, J., Arnall, A. & Anderson, D. (2005). UK innovation systems for new and renewable energy technologies: drivers, barriers and systems failures. *Energy Policy*, 33(16), s.2123-2137.

Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.

Freeman, C. & Perez, C. (1988). Structural crisis of adjustment: business cycles and investment behaviour. I: G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete, red., *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter.

Geels, F.W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory, *Research Policy*, 33 (6-7), s. 897-920.

Gross, R. (2004). Technologies and innovation for system change in the UK: status, prospects and system requirements of some leading renewable energy options, *Energy policy*, 32(17), s. 1905-1919.

Hammond, G. & O'Grady, Á. (2016). The potential environmental consequences of shifts in UK energy policy that impact on electricity generation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*, 231(6), s.535-550.

Hassan, M. & Majumder-Russell, D. (2014). *Electricity regulation in the UK: overview*. [online] thomsonreuters.com. Tilgjengelig fra: [https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/1-523-9996?transitionType=Default&contextData=\(sc.Default\)&firstPage=true&bhcp=1](https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/1-523-9996?transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&firstPage=true&bhcp=1) [Hentet 30 Okt. 2017].

Hekkert, M., Suurs, R., Negro, S., Kuhlmann, S. & Smits, R. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), s.413-432.

Hekkert, M.P. & Negro, S.O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims, *Technological Forecasting and Social Change*, 76(4), s. 584-594.

Inderberg, T., Tews, K. & Turner, B. (2016). *Power from the People? Prosuming conditions for Germany, the UK and Norway*. [online] Oslo: Fridtjof Nansen Institute. Tilgjengelig fra: <https://www.fni.no/getfile.php/133478/Filer/Publikasjoner/FNI-R0516.pdf> [Hentet 15 Jan. 2017].

IEA (2001). *IEA Wind Energy Annual Report 2000*. Golden, Colorado: National Renewable Energy Laboratory.

IEA (2012). *Energy Policies of IEA Countries: The United Kingdom 2012 Review*. Paris: International Energy Agency.

Jacobsson, S. & Johnson, A. (2000). The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research, *Energy Policy*, 28(9), s. 625-640.

Jay, S. (2011). Mobilising for marine wind energy in the United Kingdom. *Energy Policy*, 39(7), s.4125-4133.

Jones, C. & Richard Eiser, J. (2010). Understanding 'local' opposition to wind development in the UK: How big is a backyard?. *Energy Policy*, 38(6), s.3106-3117.

Keay, M. (2016). UK energy policy – Stuck in ideological limbo? *Energy Policy*, 94, s.247-252.

Kern, F., Kuzemko, C. & Mitchell, C. (2015). How and Why Do Policy Paradigms Change; and Does It Matter? The Case of UK Energy Policy. I: J. Hogan & M. Howlett, red., *Policy Paradigms in Theory and Practice: Discourses, Ideas and Anomalies in Public Policy Dynamics*. London: Palgrave Macmillan, s.269-291.

Kuzemko, C. (2014). Politicising UK energy: what 'speaking energy security' can do. *Policy & Politics*, 42(2), s.259-274.

Laursen, K. & Salter, A. (2005). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27(2), s.131-150.

Leete, S., Xu, J. & Wheeler, D. (2013). Investment barriers and incentives for marine renewable energy in the UK: An analysis of investor preferences. *Energy Policy*, 60, s.866-875.

List, F. I. (1841). *Der internationale Handel, die Handelspolitik und der deutsche Zollverein*. Stuttgart-Tübingen: Cotta.

Lundvall, B.-Å. (1992) *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.

Marketline (2015) *Gas and Electricity in Great Britain*. Tilgjengelig fra: <https://advantage.marketline.com/Product?pid=ML00019-075&view=d0e32> (Hentet 23.11.17)

McCaffery, M. (2011). Windfarm nimbyism says no at a time when we need to say yes. *The Guardian*. [online] Tilgjengelig fra: <https://www.theguardian.com/environment/cif-green/2011/feb/07/windfarm-nimbyism> [Hentet 5 Okt. 2017].

Mitchell, C. (2000). The England and Wales Non-Fossil Fuel Obligation: History and Lessons. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), s.285-312.

Mitchell, C. & Connor, P. (2004). Renewable energy policy in the UK 1990–2003. *Energy Policy*, 32(17), s.1935-1947.

Mitchell, C., Bauknecht, D. & Connor, P. (2006). Effectiveness through risk reduction: a comparison of the renewable obligation in England and Wales and the feed-in system in Germany. *Energy Policy*, 34(3), s.297-305.

Muhammad-Sukki, F., Ramirez-Iniguez, R., Munir, A., Mohd Yasin, S., Abu-Bakar, S., McMeekin, S. & Stewart, B. (2013). Revised feed-in tariff for solar photovoltaic in the United Kingdom: A cloudy future ahead?. *Energy Policy*, 52, s.832-838.

Negro, S.O., Hekkert, M.P. & Smits, R.E. (2007). Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion—A functional analysis, *Energy Policy*, 35(2), s. 925-938.

Negro, S.O., Suurs, R.A.A. & Hekkert, M.P. (2008). The bumpy road of biomass gasification in the Netherlands: Explaining the rise and fall of an emerging innovation system, *Technological Forecasting & Social Change*, 75 (1), s. 57-77.

Nelson, R.R. & Rosenberg, N. (1993) *Technological Innovation and National Systems*, i R.R. Nelson, red., *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press, s. 3-28.

OECD. (2017). *Energy - Renewable energy - OECD Data*. [online] Tilgjengelig fra: <https://data.oecd.org/energy/renewable-energy.htm> [Hentet 20 des. 2017].

Patt, A. (2015). *Transforming Energy: Solving Climate Change with Technology Policy*. Cambridge: Cambridge University Press.

Pearson, P. & Watson, J. (2012). *UK Energy Policy 1980-2010: A history and lessons to be learnt*. [online] London: The Parliamentary Group for Energy Studies. Tilgjengelig fra: <http://sro.sussex.ac.uk/38852/1/uk-energy-policy.pdf> [Hentet 14 Jan. 2017].

Pollitt, M. (2010). *UK renewable energy policy since privatisation*. Cambridge: University of Cambridge, Faculty of Economics.

RenewableUK (2016). *25 years of wind power in the UK – wind energy now a mainstream electricity source*. [online] Tilgjengelig fra: <http://www.renewableuk.com/news/323188/25-years-of-wind-power-in-the-UK--wind-energy-now-a-mainstream-electricity-source.htm> [Hentet 10 Des. 2017].

Rudd, A. (2015). *Amber Rudd's speech on a new direction for UK energy policy*. [online] Gov.uk. Tilgjengelig fra: <https://www.gov.uk/government/speeches/amber-rudds-speech-on-a-new-direction-for-uk-energy-policy> [Hentet 6 Feb. 2017].

Saxenian, A. (1996) *Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Massachusetts: Cambridge

Saxenian, A. (1994) Inside-Out: Regional Networks and Industrial Adaption in Silicon Valley and Route 128, *Cityscape*, 2 (2), s. 41-60.

Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles* (Vol. 1). New York: McGraw-Hill.

Schumpeter, J.A. (2003 [1912]) Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, i Backhaus, J. (red) *Joseph Alois Schumpeter: The European Heritage in Economics and the Social Sciences, vol 1*. Boston: Springer, s. 5-59.

Smith, A. (2007) Translating Sustainabilities between Green Niches and Socio-Technical Regimes, *Technology Analysis & Strategic Management*, 4 (19), s. 427-450.

Strachan, P. & Jones, D. (2012). Navigating a Minefield? Wind Power and Local Community Benefit Funds. I: J. Szarka, R. Cowell, G. Ellis, P. Strachan & C. Warren, red., *Learning from Wind Power: Governance, Societal and Policy Perspectives on Sustainable Energy*. London: Palgrave Macmillan, s.174-193.

Thomas, S. (2005). British Experience of Electricity Liberalisation: A Model for India?, *Economic and Political Weekly*, 50 (40), s. 5260-5268.

Tjora, A. (2012). *Kvalitative forsknings-metoder i praksis*. 2.utg. Oslo: Gyldendal Akademisk.

Toke, D. (2002). Wind Power in UK and Denmark: Can Rational Choice Help Explain Different Outcomes?. *Environmental politics*, 11(4), s. 83-100.

Unruh, G.C. (2000) Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, 28 (12), s. 817-830.

Upreti, B. (2004). Conflict over biomass energy development in the United Kingdom: some observations and lessons from England and Wales. *Energy Policy*, 32(6), s. 785-800.

Van de Ven, A.H. (2008) *The innovation journey*. Oxford: Oxford University Press.

Verbong, G. & Geels, F. (2007). The ongoing energy transition: Lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960–2004), *Energy Policy*, 35 (2), s. 1025-1037.

Wintour, P. & Vaughan, A. (2015). Tories to end onshore windfarm subsidies in 2016. *The Guardian*. [online] Tilgjengelig fra:
<https://www.theguardian.com/environment/2015/jun/18/tories-end-onshore-windfarm-subsidies-2016> [Hentet 26 Nov. 2017].

Wood, G. & Dow, S. (2011). What lessons have been learned in reforming the Renewables Obligation? An analysis of internal and external failures in UK renewable energy policy. *Energy Policy*, 39(5), s.2228-2244.

Wüstenhagen, R. & Menichetti, E. (2012). Strategic choices for renewable energy investment: Conceptual framework and opportunities for further research. *Energy Policy*, 40, s.1-10.

Yin, R.K. (2003) *Case Study Research: Design and Methods*. 3.utg. Thousand Oaks: Sage Publications.