

Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgave

TS301211 Praksis i bedrift

Et Energimarked i Endring

10020

Totalt antall sider inkludert forsiden: 60

Ålesund, 15. Desember 2017

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	<p>Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	<p>Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen:</p> <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	<p>Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	<p>Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver</p>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	<p>Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens studieforskrift §31</p>	<input checked="" type="checkbox"/>

6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>
----	---	-------------------------------------

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 30

Veileder: Jan Emblemsvåg

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 15/12-2017

Forord

Bakgrunnen for denne oppgaven var en oppgave i et tidligere fag som omhandlet blant annet kullmarkedet og hvordan et marked «skapes» og fungerer. Jeg fant temaet interessant og funderte over hva et slikt tema kunne bli i en eventuell større sammenheng. Selve hensikten med oppgaven var å forstå helheten av et energimarked som begynner å se endringer i det fjerne. Jeg syntes derfor det er interessant å tilegne meg kunnskap om endringen og hvilke konsekvenser det kan få for en historisk viktig energikilde som kull. Oppgaven inneholder tre analysemetoder for å tilegne seg innsikt i energiindustrien. De tre metodene er en matrise ved navn marked/teknologi matrisen, Michael Porter's femkraftsmodell som blir benyttet som fundament for en industrianalyse av energiindustrien. Siste analyseverktøy er basert på Michael Porter sin verdikjede som gir et godt fundament for verdikjedeanalyser av ulike energiproduksjon ved hjelp av ulike energikilder. Skriveprosessen har tildels vært utfordrende med mye bruk og kast av innhold. Men jeg har fått god hjelp av veileder ved NTNU Ålesund Jan Emblemsvåg relatert til strukturering av oppgaven og deling av sine tanker rundt temaet. Videre har jeg fått gode innspill og råd rundt temaet oppgaven omhandler fra DNV GL's Øyvind Endresen. Til slutt vil jeg takke Nora Helen Lund Lyngra og Peter Hoffmann i DNV GL for å la meg få oppleve deres arbeidsplass i drøyt fire måneder.

Sammendrag

Hensikten med denne oppgaven er å gi et innblikk i en energiindustri som opplever endringer i form av nye aktører som sol, vindkraft og industrielle pellets. Disse energikildene presser de tradisjonelle energikildenes posisjon i markedet. Oppgaven har fokus på kullens posisjon i dette skiftet og sammenligningene i oppgaven er i all hovedsak gjennomført med utgangspunkt i kull. Omfanget på oppgaven er begrenset til kraftproduksjon og omtalen av kull er relatert til kull som energikilde til bruk i kraftproduksjon, såkalt termisk kull. Oppgaven har benyttet seg av tre metoder for å analysere problemstillingen. Marked/teknologi matrise, industrianalyse ved Micahel Porter sin femkraftsmodell samt Porter`s verdikjedemodell. Disse tre metodene er brukt som basis for gjennomføringen av analysene i oppgaven. Resultatene av industrianalysen viser at energimarkedet opplever en klar endring som denne industrien ikke har sett maken til siden den industrielle revolusjon. De siste årene har kostnader ved implementering av vind og solkraft falt betydelig og det installeres ny kapasitet raskere en noen gang. Samtidig øker skepsisen til kull og andre tradisjonelle fossile energikilder med økende fokus på klima og miljø som hoveddriver. Riktignok er kull fortsatt den mest brukte energikilden til kraftproduksjon globalt fordi energisikkerheten er høy, den er utbredt, velkjent og har en historisk viktig verdi som ofte gjør kull til det enkle valget i utviklingsland. Det som også kommer frem er at det er store regionale forskjeller når det kommer til i hvilken grad denne endringen skjer. I Europa er den i full gang, i Asia er de markedsledende på både vind og solkraft, men kontinentet er samtidig klart største konsument av kull og konsumet øker. Verdikjedeanalysene viser at sol og vindkraft har store utfordringer når det kommer til utgående logistikk relatert til lagring av produksjon samt store variasjoner i en produksjon som er avhengig av naturkreftene. Samtidig så er inngående logistikk i teorien konstant utover naturlige variasjoner og krever lite innsats fra kraftverket. Teknologiaspektet er også kraftig i vind og solkraft sitt favør. For kull så viser verdikjedeanalysen at kullkraftverk sine verdikjeder er meget strømlinjeformet uten de store utfordringer. Hovedutfordringen til kull er teknologiutviklingen som er i motvind relatert til karbonlagring (CCS), som omtrent står stille. Men kull regnes fortsatt som den billigste metoden å produsere energi på sett fra et verdikjedeperspektiv fordi hovedaktivitene er meget strømlinjeformet sett i forhold til vind og solkraft. Marked/teknologimatrisen viser hvordan et energimarked endrer seg over tid. Konklusjoner som kan trekkes ut fra oppgaven er at kull fortsatt vil være en meget viktig energikilde i lang tid fremover. Energiindustrien er treg og omveltningen vil ta lang tid.

Terminologi

AUS= Australsk Dollar

BP= British Petroleum (selskap)

CCS= Carbon Capture and Storage (Karbonfangst og lagring)

DNV GL= Det Norske Veritas Germanischer Lloyd (selskap)

Hywind= Vindpark i havet

IEA= International Energy Agency (selskap)

Pellets= Kompakt produkt laget av trematerialer

USD= Amerikansk Dollar

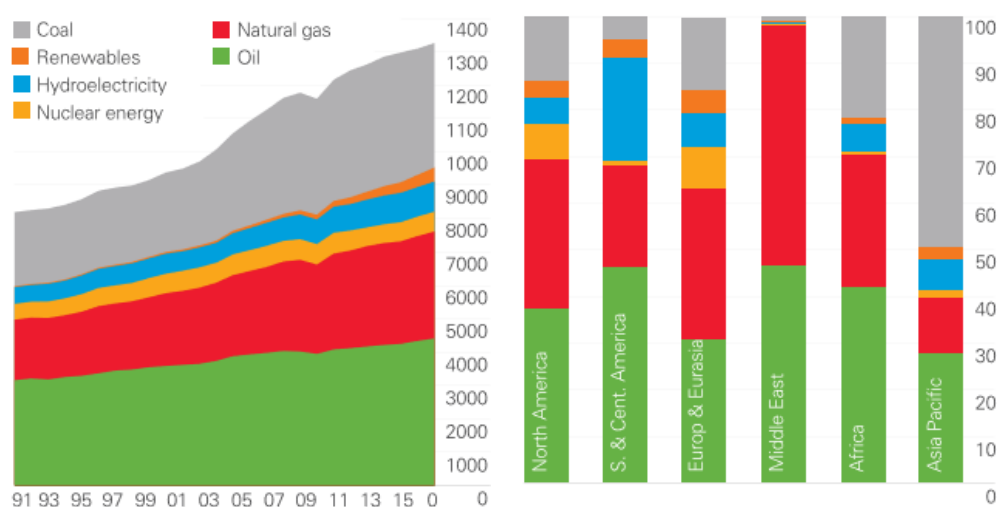
Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning og Overordnet Markedssituasjon i Energiindustrien	8
1.1 Kull	9
1.2 Problemstilling	11
1.3 Avgrensning	11
1.4 Organisering av Oppgaven	12
1.5 Metodikk	12
2.0 Teori.....	13
2.1 Porters Femkraftsmodell	14
2.2 Porters Verdikjede.....	15
2.3 Marked/teknologi Matrisen	16
2.4 Andre Metoder	17
2.5 Valg av Metode.....	17
3.0 Marked og Teknologi Matrise	18
4.0 Industrianalyse ved Porters Femkraftsmodell	20
4.1 Leverandører	20
4.2 Kundenes Makt.....	22
4.3 Trusselen fra Substitutter	23
4.4 Nye Aktører i Markedet.....	25
4.5 Konkurransenintensitet	30
5.0 Verdikjedeanalyser	34
5.1 Kullkraftverk	34
5.2 Biomasse ved Industrielle Pellets i Kraftverk	38
5.3 Vindkraftverk	42
5.4 Solkraftverk	46
5.5 Oppsummering av Verdikjedene.....	50
6.0 Diskusjon av Resultater	50
6.1 Konklusjon	53
7.0 Diskusjon av Oppgavens Gjennomføring	53
8.0 Fremtidig Arbeid.....	54
9.0 Referanser	55

Et Energimarked i Endring

1.0 Innledning og Overordnet Markedssituasjon i Energiindustrien

Energimarkedet opplever endring i større grad enn tidligere. Et av de mest statiske markeder som ikke har opplevd noen store omveltninger de siste 25 årene. Fossilandelen i energimiksen har vært stabil og marginalt voksende de siste 25 årene. Det spesielle er at den aller største veksten er det kull som har opplevd, altså den i utgangspunktet skitneste formen for energiproduksjon. De ulike regionene i verden har en meget ulik energimiks. Eksempelvis så er forskjellen mellom Midtøsten og det sentral/østlige Asia meget stor. Midtøsten har en energimiks bestående nesten utelukkende av olje og gass. I sentral/østlige Asia er kull den dominerende energikilden (IEA 2016) (BP 2017). De seneste årene har man sett en stor kostnadsreduksjon innenfor fornybare energikilder som sol og vindkraft. Inntredenen til konkurransedyktig sol og vindkraft har gjort markedet usikkert. Spesielt på implementeringssiden av ny kapasitet ser man dette. Med en trend der de fossile kildene begynner å tape i konsesjoner mot sol og vind. Det er også tydelig at flere fossile prosjekter legges på is grunnet usikkerhet rundt fremtidig lønnsomhet (DNV GL 2017) (Coalswarm 2017).



Figur-1 Energikonsum 2016 (BP 2017)

Figur-2 Regionale energimikser 2016 (BP.com 2017)

Det er også verdt å nevne det globale behovet for energi fremover. Kommer energibehovet til å vokse slik som det har gjort frem til nå, eller kommer energibehovet til å flate ut. Det er noe uenighet blant analysebyråer. (DNV GL 2017) mener at energibehovet vil flate ut i midten av

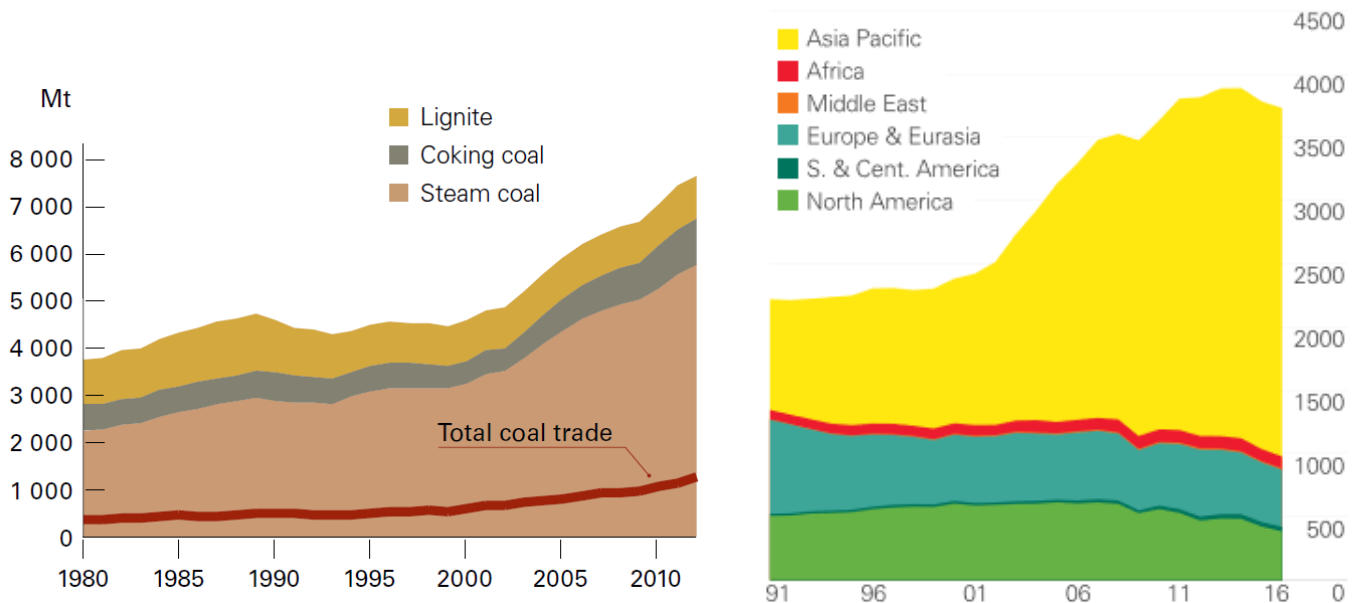
2030-tallet. Basert på elektrifisering og effektivisering av energisektoren, lavere befolkningsvekst, økt produktivitet og lavere energiintensitet. (IEA 2016) er mer pessimistiske og baserer sine utsikter på tre scenarioer og i to av dem at energibehovet vil fortsette å øke dersom det ikke iverksettes fundamentale endringer fra politisk hold (Current og New Policies). I scenarioet hvor 2 graders målet i Parisavtalen nås vil energibehovet flate ut etter 2040. Den enkle begrunnelsen de gir er at energibehovet må flate ut dersom verden skal nå målet satt i Parisavtalen. Et annet viktig moment relatert til energibehovet er overgangen til tjenestebaserte samfunn. Vest-Europeiske land har lavere energiintensive samfunn enn India, Kina, Brasil etc. Årsaken til dette er overgangen landene har vært igjennom fra industri baserte økonomier til tjenestebaserte økonomier. Bakgrunnen for at man da antar at energibehovet skal flate ut er at land som i dag er industribaserte økonomier etterhvert vil bli tjenestebaserte (DNV GL 2017). Det som taler mot denne utviklingen er Jevons paradokset. Som går ut på at økt effektivisering av energi fører til økt konsum (Owen 2010). Historisk er dette en riktig betraktning, men vil det være gjeldende i 2050?

Denne usikkerheten som er i energimarkedet relatert til klimafokuset og energibehov gjør det innnteressant å se grundigere på den historisk viktige energikilden kull og kulletts posisjon og hva som eventuelt vil kunne erstatte kull som energikilde.

1.1 Kull

Kull er en av de viktigste kildene til energi verden har. Men den har sine utfordringer innenfor bærekraftighet og posisjonen til kull i energimiksen er derfor usikker. Den historisk viktige naturressursen som drev den industrielle revolusjonen grunnet behovet for brensel for dampmaskiner innen industri og transport merker presset fra det såkalte grønne skiftet (Wilde 2017) (White 2009). Konkurrentene står på linje og kommer fra både fossile kilder, men i økende grad også fra fornybare kilder. I 2016 stod kull for 28% av verdens energimiks og over 40% av global elektrisitetsproduksjon. Kull er utrolig viktig for at verdens energissytmerer skal gå rundt. Samtidig som kull er meget viktig som energikilde så står den for ca. 25% av totale Co2 utslipp globalt (IEA 2016) (DNV GL 2017) (Ecofys 2016). Selv om kullkonsumet i den vestlige verden har blitt redusert kraftig og reduseres årlig så er kull fortsatt en meget viktig kilde til energi på et globalt nivå. Som figur 3 viser så har kullproduksjonen økt jevnt frem til årtusenskiftet. Den bratte stigningen i kurven skyldes hovedsakelig Kina og Indias økte

energibehov. Det er også verdt å nevne kullhandelen som står for ca. 20% av totalproduksjon. Figur 2 viser at det største markedet for kull generelt sett er i Asia. Det er en naturlig utvikling siden den økonomiske veksten i regionen har vært meget sterk siden årtusenskifte og kull har vært en enkel og billig metode for å holde tritt med den økonomiske utviklingen (IEA 2016).



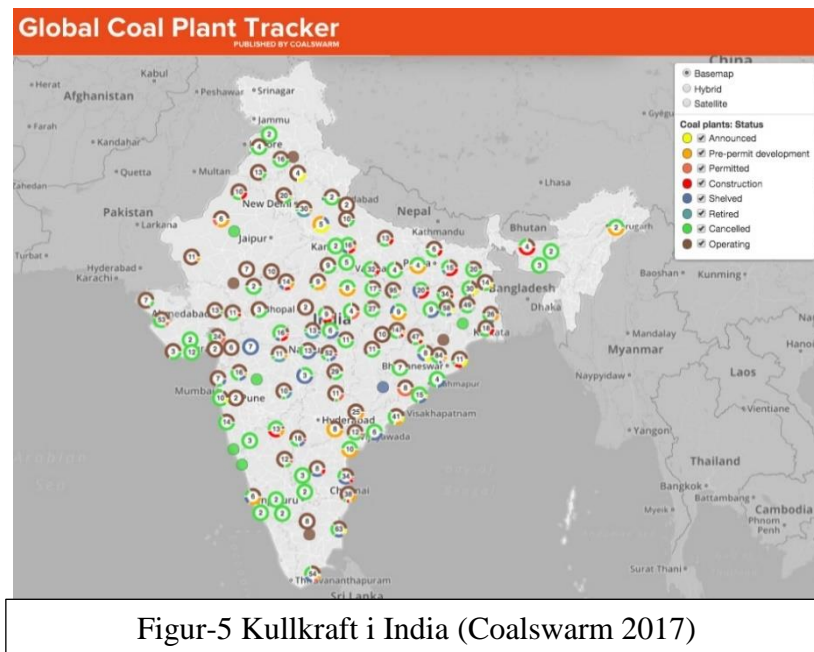
Figur-3 Kullproduksjon og handel globalt (Euracoal 2017)

Figur-4 Kullkonsum per region (BP.com 2017)

Kullmarkedet er forholdsvis komplisert. Kull er først og fremst en lokal konsumert ressurs noe som gjør at handelen som oppstår er begrenset. Kull er en såkalt overflødig naturressurs som betyr at den eksisterer i store mengder i store deler av verden. Det kvantumet som blir eksportert er resultat av at importerende land ikke makter å mette det lokale markedet med lokalprodusert kull. Kull som transporteres til sjøs er av høyere kvalitet og for noen aktører kan det lønne seg å importere kull av høyere kvalitet enn lokalprodusert kull av lavere kvalitet (Stopford 2009).

Selv om kull har opplevd en nesten sensasjonell vekst de siste 20 årene så har dette nå stagnert og falt litt tilbake og det er usikkerhet i markedet og fremtiden til kull. Global produksjon nådde toppen i 2014 (Clarksons Research 2017). En illevarslende faktor for kull er at det nest største kullforbrukende landet globalt nemlig India har redusert sin satsing på kull og kansellerer i økende grad planer som vist i grønt på bildet under. Det at et kullkonsumerende land som India

begynner å holde tilbake investeringer i kullkraft bekrefter den usikkerheten som har spredd seg i energiindustrien relatert til kullkraft (Whittaker 2017).



1.2 Problemstilling

Relatert til gitt informasjon så lyder oppgavens problemstilling slik; «Hvordan vil kullet posisjon i det grønne skiftet se ut?» For å kunne besvare dette på en god måte må oppgaven identifisere følgende;

- Hva er driverne i energiindustrien, hva påvirker konkurransen?
- Hvem er utfordrerne? Hva er det som kan erstatte eller supplere kull?

1.3 Avgrensning

Oppgaven er begrenset til å omhandle termisk kull til bruk i energiproduksjon og ikke metallurgisk kull ofte referert til som «coke». Med energiproduksjon så menes da hovedsakelig elektrisitetsproduksjon og varmeproduksjon. Termisk kull er den vanligste kulltypen og den største handelsvaren innenfor kull med 78% andel av totalvolumene fraktet til sjøs. Termisk kull omfatter bituminøst, sub-bituminøst og steam kull (United Nations 2016). Det kan derfor være noe vekslende begrepsbruk og det kan tidvis være vanskelig å skille statistiske data innenfor kull fra hverandre. Atomkraft er også tilsiktet utelatt som en energikilde i oppgaven.

1.4 Organisering av Oppgaven

Oppgaven er organisert slik at den allerede har tatt for seg det generelle energimarkedet i innledningen for å gi leseren en indikasjon på omfanget til energiindustrien. Siden kull er hovedfokus i oppgaven er det videre beskrevet hvilken posisjon kullet har i 2017. Videre i oppgaven skal det beskrives litt om metode deretter presenteres de teoretiske modellene som oppgaven baserer seg på for å analysere energiindustrien og ulike energikilder. De tre ulike modellene som blir benyttet er Marked/teknologi matrise, Porters industrianalyse ved femkraftsmodellen og Porters Verdikjedeanalyse. Analysedelen av oppgaven vil bli innledet med marked/teknologi matrisen for å gi et bilde av dagens situasjon og hvor etablerte de ulike energikildene er. Deretter følger Michael Porter sin industrianalyse for å analysere hva som påvirker konkurransesituasjonen i energiindustrien. Oppsummering av denne analysen gir en naturlig overgang til verdikjedeanalyser av ulike energikilder fra et kraftverkperspektiv. Her vil Michael Porter sin verdikjedemodell bli benyttet som teoretisk grunnlag for de ulike analysene. Til slutt i skal marked/teknologi matrisen hentes tilbake for å kunne vurdere hvilke endringer som vil forekomme fremover og hvordan energimarkedet endrer seg. Videre så skal de resultater som fremgår av de øvrige analysene diskuteres og det skal fremmes noen konkluderende antakelser til slutt.

1.5 Metodikk

Når det gjennomføres en analyse der det benyttes ulike verktøy er det viktig å se på hvordan analysen blir gjennomført, altså hvordan metodikken fungerer i oppgaven. Det er da to prinsipper som er viktig å ha i bakhodet når man gjennomfører en slik analyse som er gjort i denne oppgaven; Innsikt og utsikt.

Innsikt er ofte målet som en forsker har med sin egen forskningsprosess. Han vil ha innsikt i det han forsker på. Innsikt defineres som å tilegne seg kunnskap for å forstå ulike temaer bedre og for å kunne trekke røde tråder mellom ulike temaer som inngår i prosessen og å oppdage sammenhenger man ikke har oppdaget før. Det er viktig å ikke bare sørge for å få for «mye» innsikt i sin egen forskning siden det kan begrense forskerens evne til å resonnerer rundt sammenhenger ved sin egen forskning. Overvekt av innsikt kan også føre til en overlegen tro på sitt eget materiale noe som kan føre til forskeren ikke egner å se flere sider av en sak (Svartdal 2012) (Gilje og Grimen 1993).

I tillegg til innsikt er det viktig å få en form for utsikt til sin egen prosess. Utsikt kan defineres som å få et overblikk over sin egen prosess og og vurdere og reflektere over hvordan forskningen gjennomføres (Gilje og Grimen 1993). Årsaken til at en forsker bør få utsikt til egen forskningsprosess er at han/hun skal vurdere om forskningen kan sette annet arbeid på feltet i dårlig lys? Eller avviker foreløpige resultater fra annen forskning på området? Dette er spørsmål som er viktige for en forsker å kunne gi et svar på for å vurdere betydningen av sin egen forskning på en rasjonell måte.

Å oppnå utsikt kan være en utfordrende oppgave. Det kan best oppnås ved opptak av informasjon fra «utenforstående» til forskerens egen forskningsprosess som kan observere og vurdere forskningen fra «distanse». Utsikt kan også oppnås ved å observere ulike interesser på fagområdet. Eksempelvis for denne oppgaven vil et rederi kunne ha en annen oppfatning av kullets fremtid enn det DNV GL vil ha. Så utsikt kan oppnås for meg ved at jeg lytter til begge sider av samme sak (Gilje og Grimen 1993). Målet med utsikt er å kunne se nye sammenhenger i forskningen og muligheter som kanskje har ligget skjult frem til det punktet forskeren oppnår utsikt og at forskeren kanskje ser hensikten ved sin egen forskning (Bovim 2013).

Under arbeidet med denne oppgaven har jeg lyttet til ulike deler av det maritime miljøet. Oppgaven har fått innspill fra DNV GL som er en uavhengig aktør innenfor oppgaven overdordnede tema som er enerindustrien. Oppgaven har også blitt påvirket av et rederi som ønsket å få vite mer om hvordan kullets posisjon vil utvikle seg fremover med begrunnelse i at kull er en viktig vare for deres bedrift. Disse to aktørene har hatt et litt forskjellig syn rundt temaet, men det har hjulpet oppgaven å tilegne seg litt utsikt.

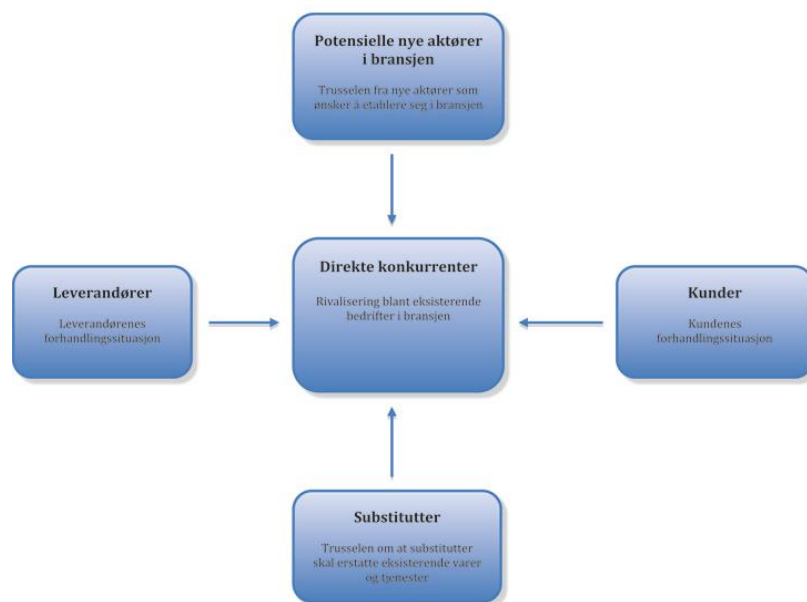
Valg av metode kommer til slutt i teorikapitlet.

2.0 Teori

Her skal det presenteres teori som er nødvendig for å kunne velge riktig metode for å kunne diskutere problemstillingen.

2.1 Porters Femkraftsmodell

Dette er et viktig og godt analyseverktøy når en industri skal analyseres. Metoden går ut på å kartlegge 5 faktorer som påvirker en bedrift/industri i ulik grad.



Figur-6 Porters femkraftsmodell (Kulturdepartementet 2017)

Som man ser av figuren så er det altså fem ulike krefter som påvirker en bedrift/industri sin konkurransekraft.

1. Trussel fra Nyetableringer

Analyse av eventuelle nyetableringer er en viktig proaktiv handling av bedriften. Dersom bedriften kan kartlegge terskelen for å penetrere markedet for en ny konkurrent vil bedriften være bedre rustet til å møte den potensielle nye konkurransen. Viktige momenter å se på i denne delen er etableringskostnad, markedsreguleringer og markedspotensialet (Mindtools 2017 a) (Roos, et al. 2005).

2. Leverandørene

I denne delen skal leverandørene analyseres. Det skal innhentes informasjon om hvor mange leverandører det er og hvor stor makt har de overfor kunden. Det er makten leverandørene har som skal vurderes. Dersom leverandørene har stor makt vil det slå negativt ut for bedriften som gjennomfører analysen, motsatt er det dersom

leverandørene er mange og med følgende mindre makt som vil være positivt for bedriftens innkjøpsfunksjon. Fordelene som kan oppnås av integrerte verdikjeder er også et viktig moment å nevne i denne delen av analysen (Mindtools 2017 a) (Investopedia 2017) (Roos, et al. 2005).

3. **Kundene**

Her skal kundene vurderes i slik form at man får en total oversikt over kundemønstrene sine. Det vil si hvor mange kunder eksisterer, størrelsen og kundemakten til de største kundene, hyppigheten og kundens avhengighet av bedriftens produkt. Det er også viktig her å se på hva alternativene til kunden er, hvor mye det vil koste kunden å endre vare eller leverandør (Mindtools 2017 a) (Investopedia 2017) (Roos, et al. 2005)

4. **Substitutter**

I denne delen av analysen skal substitutter studeres. Først må man identifisere substituttet. Dersom substituttet ikke eksisterer så er det bra. Men dersom et substitutt er identifisert må konkurranseevnen til substituttet analyseres. Gjør substituttet den samme jobben som bedriftens produkt, billigere, bedre, raskere etc? (Mindtools 2017 a) (Investopedia 2017) (Roos, et al. 2005).

5. **Konkurrenter og Konkurransenintensitet**

Dette er den siste delen av analysen og den omhandler hvem som er konkurrentene til en bedrift eller aktørene innad i en industri og hvordan de ulike øvrige faktorene påvirker industrien. Her skal man analysere hvor mange og hvilke konkurrenter som eksisterer og hva deres styrker og svakheter viser seg å være. De fleste progressive markeder er drevet av konkurranse mellom aktører og intensiteten dem imellom er et viktig moment. (Mindtools 2017 a) (Investopedia 2017) (Roos, et al. 2005).

2.2 [Porters Verdikjede](#)

Michael Porter sin verdikjede modell er meget potent for å vurdere aktivitetene til bedriften og hvordan de kan løses på en mer effektiv måte. utfordringer som ligger fremfor bedriften etter en analyse av bransjen kan også komme frem ved hjelp av hans fem krefter.

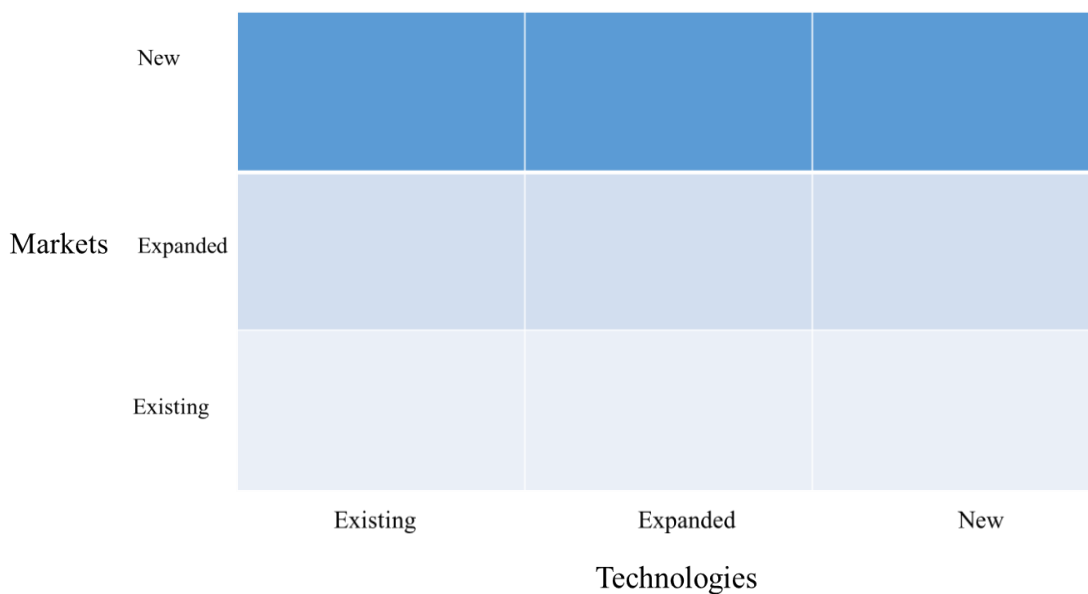
Som figuren under viser så deler Porter verdikjeden inn i to ulike deler. Hovedaktiviteter og Støtteaktiviteter. Hovedaktivitetene består av aktiviteter som holder bedriften i gang ved å generere «cashflow» slik at bedriften kan sikre videre drift. Støtteaktiviteter er aktiviteter som

behjelper hovedaktivitetene til å fungere på best mulig måte. Det interessante er at hovedaktivitetene ofte regnes som adskilte deler av en bedrift, men støtteaktivitetene har betydning for hele verdikjeden til bedriften og vil påvirke effektiviteten til de ulike modulene i figur 4. Målet med en verdikjedeanalyse er å kunne kartlegge de ulike aktivitetene for å forbedre dem slik at bedriften får en høyere margin/fortjeneste (Porter og Millar 1985) (Mindtools 2017 b).



2.3 Marked/teknologi Matrisen

Markeds og Teknologi matrisen er en modell som benyttes til å analysere en teknologi sin posisjon i et eksisterende marked og muligheten for å penetrere nye markeder. Det samme kan gjøres fra markeds siden, nemlig å vurdere hvilke teknologier som eksisterer i markedet og hvilke teknologier som har potensial til å bli en del av markedet.



Figur-8 Marked/teknologimatrise

2.4 Andre Metoder

Oppgaven kunne også vært gjennomført ved hjelp av andre analysemetoder. Blant annet SWOT analysen som brukes til å analysere de interne og eksterne faktorer for en bedrift. De interne består av bedriftens styrker og svakheter og de eksterne består av muligheter og trusler (Roos, et al. 2005). Årsaken til at en slik analyse ikke blir benyttet i denne oppgaven er fordi den blir for generell i oppbyggingen og derfor passer den ikke inn i en mer omfattende analyse av en industri. SWOT analysen er bedre tilpasset en ren bedriftsanalyse (Roos, et al. 2005).

En annen metode som kunne vært aktuell er PESTEL analysen som er en omfattende analyse av en bedrift/industri sine makroøkonomiske faktorer. (Roos, et al. 2005) lister opp de ulike faktorene som skal analyseres;

1. Politikk
2. Økonomi
3. Samfunn
4. Teknologi
5. Miljø
6. Lovgivning

Dette er en metode som kunne erstattet porters industrianalyse. Årsaken til at jeg ikke har benyttet meg av den er at den ikke fokuserer på konkurransen internt i et marked. Fokuset er mer satt til omgivelsene og hvilke hensyn en bedrift må ta. I tillegg føles det mer naturlig å velge industrianalysen til porter relatert til overgangen til verdikjedeanalyser (Roos, et al. 2005).

2.5 Valg av Metode

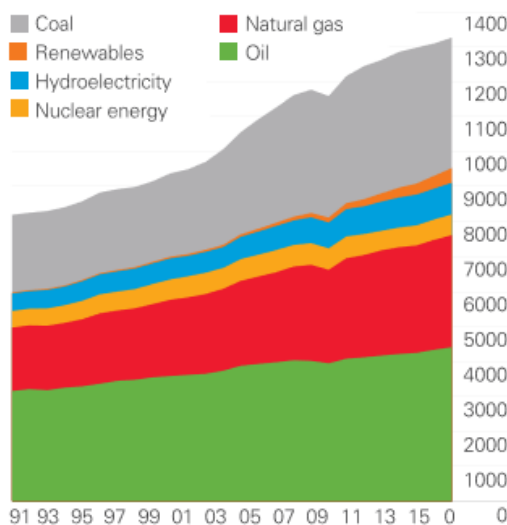
Måten problemstillingen i oppgaven skal besvares på blir å benytte teorien beskrevet over. Først innledes analysen med marked og teknologi matrisen for å få en oversikt over hvordan markedet og teknologi henger sammen i dag og hvordan sammensetningen kan endre seg de neste årene. For å forstå dette må driverne til energiindustrien analyseres. Det fører oppgaven videre til Michael Porters femkrafts modell. Her vil de ulike påvirkningskreftene som påvirker industrien

analyseres. Den siste analysen vil være en verdikjedeanalyse av ulike energikilder. Dette gjennomføres for å kunne vurdere de interne styrker og svakheter ved de ulike energikildene for å sette dem opp mot hverandre og vurdere hvem som har størst potensial.

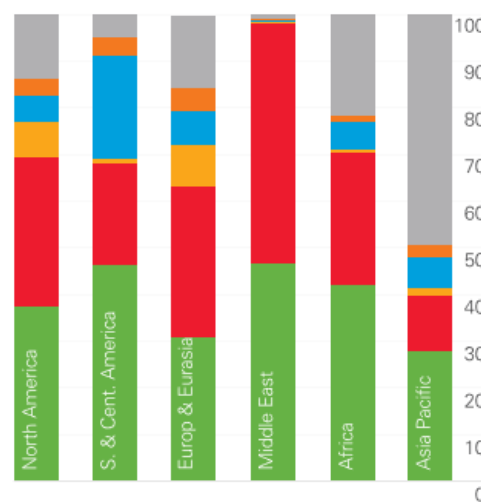
Årsaken til at jeg velger denne fremgangsmåten og analyseverktøy er at de henger sammen og er ment til å brukes sammen i en total industrianalyse. Porters verdikjedemodell er en naturlig videreutvikling av femkraftsmodellen. Ved å benytte marked og teknologi matrisen er det mulig å se endringer fra før og etter analysen som vil gjøre resultatene enklere å forholde seg til.

3.0 Marked og Teknologi Matrise

Dagens energimarked består av en rekke ulike energikilder, både fossile og fornybare. Per idag står fossile energikilder for 81% av energimiksen globalt. Olje, kull, gass i den rekkefølgen er de største energikildene per i dag. Bak de tre store energikildene følger biomasse i ulike former, atomkraft, diverse vannkraft, vindkraft og solkraft (PV) (IEA 2016) (DNV GL 2017).



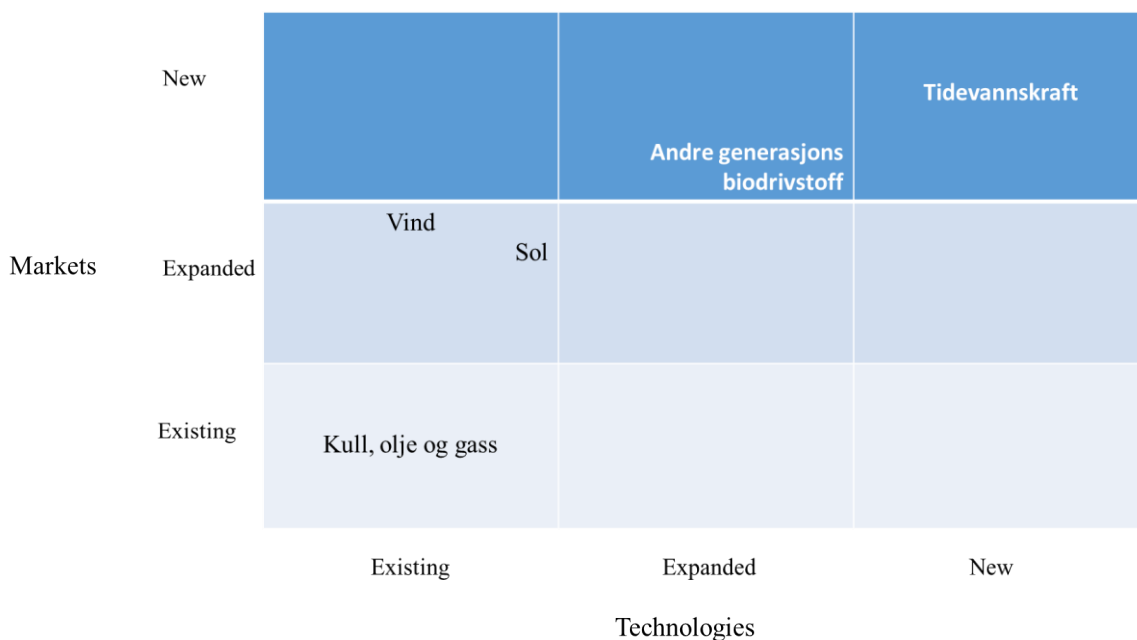
Figur-1 Global energikonsum (BP 2017)



Figur-2 Regionale energimikser (BP 2017)

Over kan det observeres hvor de ulike energikildene konsumeres. Som figurene viser så er det stor forskjell vedrørende energikilder. Asia er spesielt avhengig av kull, Midtøsten derimot er totalt dominert av olje og gass. Dette viser at energimarkedet er meget differensiert avhengig av regionale preferanser. Basert på disse figurene kan marked og teknologi matrisen brukes for

å se hvor langt de ulike energikildene har kommet i ulike markeder. Dersom y-aksen vises som ulike energikilder og x-aksen som marked (utbredhet antall regioner/land). Så kan eksempelvis kull plasseres i nederste venstre hjørne siden det er en veletablert energikilde som er utbredt i alle verdensregioner. Solkraft derimot kan plasseres litt under midten på y-aksen og midt på x-aksen. Det er en ny teknologi som har klart å få fotfeste i mange regioner i verden, men er fortsatt ikke-eksisterende i store deler av verden. Det samme gjelder for vind. Matrisen viser i grove trekk etableringsforholdet mellom de ulike energikildene og deres spredning i energimarkedet. Utdraget fra beskrivelsen over kan det betraktes at kull er velkjent og hyppig spredt i energimarkedet forårsaket av kulletts posisjon i energimiksen på 28%. solkraft derimot er eksisterende teknologi i vekst som etablerer seg i nye markeder og havner et annet sted enn kull i matrisen grunnet en markedsandel i energimiksen på 0,35% (DNV GL 2017) (IEA 2016).



Figur-9 Marked/teknologimatrise i 2017

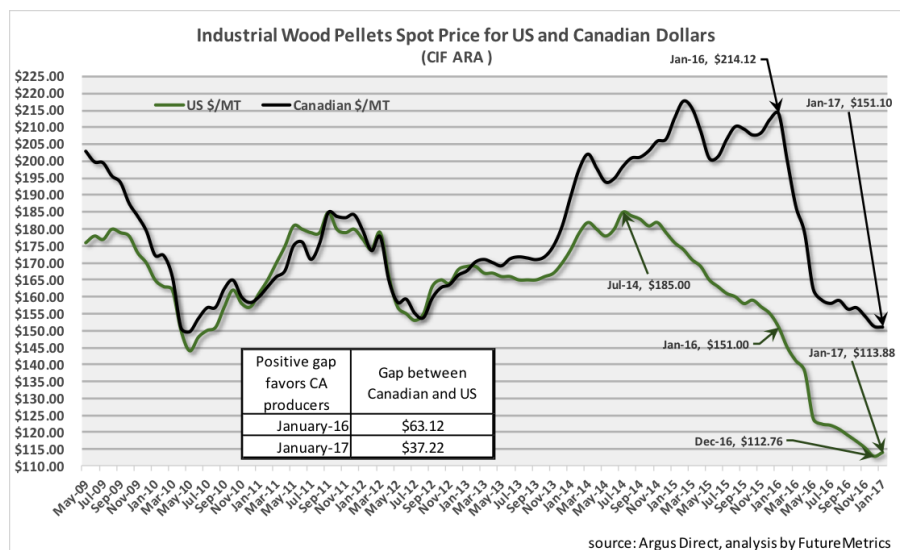
Ovenfor er energimarkedet illustrert i matrisen slik det er i 2017. Som man ser så kommer det nye teknologier inn fra øverst til høyre i matrisen. Dette vil sannsynligvis endre seg om 30 år og da vil matrisen se annerledes ut grunnet fremgang innen teknologi og kostnadsreduksjoner som fører til forskyvelser av teknologier i matrisen. For å få en indikasjon på hvorfor dette vil endre seg skal oppgaven ta for seg en industrialanalyse av energiindustrien.

4.0 Industrianalyse ved Porters Femkraftsmodell

Her skal energiindustrien analyseres ved hjelp av femkraftsmodellen som vil kunne identifisere ulike drivere som påvirker energimarkedet.

4.1 Leverandører

Med leverandører i energiindustrien menes de aktører som leverer råvarer eksempelvis kull, gass, olje til kraftverk. Det er da selskaper som hovedsakelig utvinner kull, olje, gass som er råvareleverandører til aktørene som produserer energi i energimarkedet. Det første som kan nevnes er at det ikke er mangel på leverandører i markedet. Men det som kan nevnes her er at leverandørenes makt er begrenset til det behovet det er for energi. Tilbud og etterspørsel er et viktig moment å nevne. Dersom tilbudet av en råvare overgår etterspørselen vil prisen på varen synke. Dette har man mylig sett i både oljemarkedet og kullmarkedet (IEA 2016). Men også i mindre karbonintense sektorer som i markedet for industrielle pellets hvor det har vært et globalt overskudd. Som grafen under viser så har prisene sunket og etterspørselen har over lengre tid vært for lav. Dette gjør at kundene, altså kraftverk som benytter pellets energiproduksjon vil senke sine kostnader og følgelig ha en strategisk fordel ovenfor leverandøren fordi kraftverket kan velge og vrake i leverandører som ønsker å selge pelletsene sine. Dersom den tradisjonelle leverandøren ikke gir en bedre pris kombinert med de andre forhold som ligger til grunn for råvarehandel som kvalitet og lokasjon vil kunden bytte leverandør (Strauss 2017).



Figur-10 Spotpris på pellets i USD og CD (Strauss 2017)

For at leverandørene skal få økt makt må de redusere produksjonen sin, slik at tilbud og etterspørsel oppnår likevekt. Eller til leverandørens fordel; En vekting der tilbudet er mindre enn etterspørselen vil føre til økt pris og på kort sikt økt inntjening til leverandør. Følgelig vil maktbalansen mellom kunde og leverandør skifte. Det som er viktig når fokus er pris relatert til tilbud og etterspørsel er at dette skifter med jevne mellomrom.

Produktkvalitet er også et viktig moment for å vurdere hvordan leverandørene stiller i maktkampen i markedet. På generell basis kan kullkraft brukes som eksempel der kvaliteten til et produkt ikke nødvendigvis betyr så mye. Innenfor kullmarkedet så blir det kullet som er nært tilgjengelig i omkrets til kraftverket benyttet. Eksempelvis energiproduksjonen ved kullkraftverk i India benytter seg hovedsakelig av relativt lav-kvalitets termisk kull utvinnet lokalt. Foreløpig er India en storimportør av kull fra Indonesia og Australia. Australsk termisk kull er av høy kvalitet, Indonesisk kull for eksport er av lavere kvalitet, men samtidig bedre enn mye av det lokale Indiske kullet. De to siste årene har kull importen til India sunket. Årsaken til dette er høyere lokal produksjon av billig kull. Det billige kullet utkonkurrerer importert kvalitetskull som i utgangspunktet er importert for å dekke opp etterspørselen. De eneste områdene hvor importert kull er lønnsomt er ved kystnære kraftverk som er opprettet med den hensikt å benytte seg av importert kull fordi det er stor distanse til lokal kullkilde. Det Indiske kullmarkedet omhandler ca. 650 millioner tonn lokalt utvinnet kull versus 145 millioner tonn importert kull i 2016. Dette viser hvordan pris trumfer kvalitet i spørsmålet om hvordan kvalitet på et produkt skal vektes i leverandørspørsmålet. Det kan også nevnes at India ønsker en selvfoskynt verdikjede innenfor kullindustrien som bidrar til å redusere utenlandsk import kull av høyere kvalitet (Whittaker 2017) (Clarksons Research 2017) (Lindstrøm 2016).

Hovedpoenget er at leverandørene har begrenset makt i energiindustrien. Hvor årsaken som regel er; Dersom en leverandør tilbyr billige råvarer til energiproduksjon så vil kundene velge denne leverandøren. Det er meget ulikt fra råvare til råvare. Kull er eksempelvis en mer lokalutnyttet ressurs med lokale leverandører nær kraftverk, i motsetning til olje som har en mer handelsbasert leverandørstruktur grunnet olje sin lavere utbredhet globalt sett opp mot kull (Stopford 2009). For å oppsummere er leverandørenes makt begrenset til sammenhengen mellom tilbud og etterspørsel og råvareprodusentenes evne til å begrense produksjon og øke produksjon for å oppnå en ønsket pris for sitt produkt.

4.2 Kundenes Makt

Med kunder i denne analysen vil jeg omtale kunden som infrastruktureier. Politisk makt vil være en del av dette punktet grunnet de utfordringer energiindustrien går i møtet med et stadig økende fokus på klima og miljø fra politisk hold. Det er riktignok store regionale forskjeller i befolkningens og politikernes holdninger relatert til bærekraftighet og derfor vil kundemakten være ulik avhengig av hvor i verden man er.

Det Europeiske energimarkedet er blitt mer transparant de siste 10-15 årene og samfunnet er i større grad enn tidligere bevisst på hvor energien kommer fra. Dette har ført til et pågående skifte i Europas energimiks hvor målet er å skifte ut den skitne energiproduksjonen med ren produksjon.

For infrastruktur eierne så ønsker de mest mulig kraft for minst mulig innsats. Når ny fornybar som sol og vindkraft etableres bringer de med seg en del utfordringer for infrastrukturen relatert til plassering og leveransesikkerhet. Forskjellene fra et kullkraftverk og et solkraftverk er store når det kommer til infrastrukturbygging og fordeling på infrastrukturen. Når kraftverk skal bygges må de som regel få en infrastruktur frem til hovednettet. Her har tradisjonelle kull og gasskraftverk den fordel ved at de tar relativt lite plass sett i forhold til tilsvarende solkraft eller vindkraft og kan derfor plasseres nær eksisterende infrastruktur. Fordi sol og vindkraft tar opp relativt større områder må de ofte plasseres langt unna eksisterende infrastruktur og bebyggelse noe som hemmer disse teknologienes framveskt grunnet de kostnadene infrastrukturbyggingen vil koste eierne av den aktuelle infrastrukturen. Men dette kan løses gjennom politiskpress, men samtidig så er dette en viktig faktor som kan påvirke en renere energifremtid i negativ retning på tross av samfunnets ønske (Manley 2016) (Edwards 2015).

Det som taler for en høy kundemakt er at kraftverk leverer et meget standardisert produkt og det er derfor vanskelig å skille aktører fra hverandre for kunden. Det er også slik at uavhengig av om det er kull eller sol som har produsert elektrisiteten som infrastrukturen fører så vil denne elektrisiteten forbrukes. Kundemakten kan riktignok tøyles gjennom politiske virkemidler som fornybarkrav eller lignende.

For å oppsummere så kan kundemakten ved infrastruktureeierne bekreftes som sterk dersom man legger til grunn forbrukernes ønsker om lav pris på energi. Infrastruktureierne kan derfor jobbe mot investeringer i ny infrastruktur som må til når solkraft og vindkraft opprettes i større skala. Infrastruktureierne kan få sin makt begrenset ved at myndigheter pålegger dem å følge utviklingen.

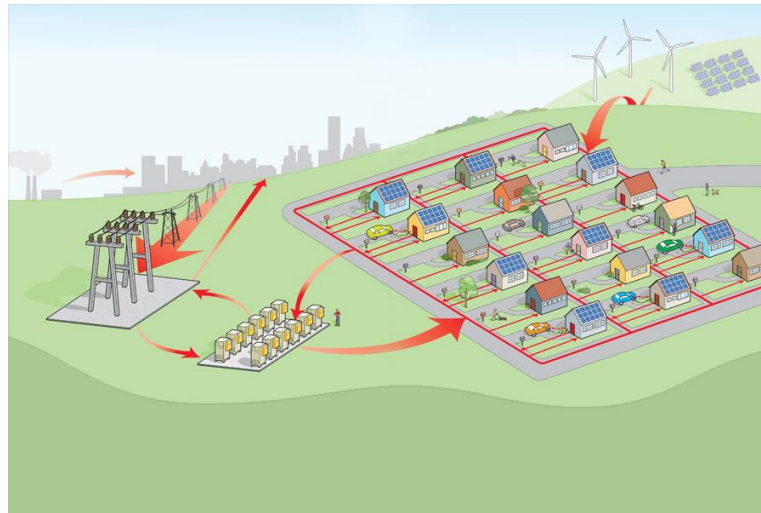
4.3 Trusselen fra Substitutter

Det kan forsåvidt nevnes i starten at energiindustrien som industri ikke har noen reelle substitutter å frykte. Årsaken til det er relativt åpenbar fordi verden trenger energi. Men aktørene innenfor industrien kan få noen utfordringer der industrien ikke er etablert. Den da mest sannsynlige trusselen fra substitutt hold er såkalte «off-grid» og «micro grid» systemer. Det vil si lokale «kraftverk» eller energisystemer kombinert med batterilagring som forsyner en liten gruppe med energi. Bakgrunnen for denne potensielle utviklingen sammenlignes ofte med inntoget til mobiltelefonen som reduserte bruken av vanlig landlinje telefoni. Sannsynligvis vil man kunne se en slik utvikling innenfor energisektoren (C. Thompson 2014) (IEA 2016) (DNV GL Energy 2017).

Allerede nå ser man en rask utvikling innenfor solcelle teknologi for hjemmemarkedet. Blant annet Tesla sin solcelle takstein, som i praksis gjør hustaket til et kraftverk. Det er også en rekke andre leverandører som vil gjøre sitt inntog i dette markedet med et enormt potensial. Utfordringen for slike løsninger er forløpig prisaspektet. Men dersom man legger til grunn prisfallet på solcelle teknologi de siste årene vil hustak dekket med solceller kunne bli et bærekraftig produkt innen relativt kort tid (Wilkins 2017). Off grid løsningen som Tesla kommer med er sannsynligvis hovedsubstituttet til den konvensjonelle energiindustrien i den vesltige verden. Dersom solcelletak kombineres med batterilagring som lagrer elektrisiteten som ikke blir benyttet og sparer den til en periode der det er overskyet eller husstanden bruker mye strøm så er det en meget miljøvennlig løsning. Dette vil videre sikre strømløse til husstanden dersom det er brudd i det konvensjonelle nettet (IEA 2017) (Lamki 2012). Eksempelvis så har Bangladesh blitt verdensledende med implementering av «off-grid» solkraft. 3,5 millioner «off-grid» systemer for husholdninger er allerede blitt installert hvor befolkningen ikke har hatt tilgang til elektrisitet før nå. Konsekvensen av et slikt tiltak er at det ikke er behov for konvensjonell infrastruktur for å frakte elektrisiteten til befolkningen (Mathiesen 2016).

Den andre substitutt formen er som nevnt mikrosystemer, som vil si energisystemer som tjener et lite samfunn. Potensialet for slike løsninger er størst i områder som ligger avsidesliggende til og i fattige områder som ikke har et etablert energisystem eksempelvis i store deler av Afrika. Tanken med dette er at det bygges et lite solkraftverk eller vindkraftverk som betjener det aktuelle samfunnet og det opprettes et lokalt nett som distribuerer elektrisiteten ut til de aktører samfunnet består av. Med synkende priser på vind og solkraft vil slike systemer kunne lønne seg på steder uten fast kobling til elektrisitetensnett. Fordelen med sol og vind i denne sammenhengen er at det ikke er nødvendig med råvaretransport til kraftverket siden de benytter seg av naturens goder. Vindkraft bringer med seg flere fordeler relatert til plassutnyttelse i områder som baserer seg på landbruk. Landarealene vindturbinene står på er mulig å drive videre landbruk på etter vindturbinene er montert. Solkraft har ikke den samme fordel (Energy 2017). I mindre utviklede områder så er mikrosystemer blitt meget konkurransedyktige alternativer til konvensjonell infrastrukturbygging fra større regionale kilder. Utfordringen frem til nå har vært finansiering av slik prosjekter, men de siste årene har det vært økt satsing på dette i utviklingsland. Både den Asiatiske og den Afrikanske utviklingsbanken har startet både fond og prosjekter på dette området. Økte investeringer i mikrosystemer reflekteres av synkende kostnader innenfor vind og solkraft som regnes som det mest lønnsomme og bærekraftige alternativet. En forutsetning for at både «off grid» og mikrosystemer skal bli mer aktuelt er at lagring av energien som blir produsert må bli mer effektiv. Batterilagring er en industri i utvikling som vil sørge for at overskuddsenergi blir lagret og kan bli benyttet når toppene i konsum oppstår. Batterilagring har for såvidt kommet et godt stykke på vei og det er en rekke store teknologiselskaper som utvikler lagringssystemer hovedsakelig basert på litium batterier. Men det er fortsatt lite utbredt i global sammenheng (IEA 2016) (DNV GL 2017) (CURB 2017) (DNV GL Energy 2017).

Konsekvensene for energiindustrien er litt avhengig av hvordan utviklingen innenfor «off grid» systemene utvikler seg, siden mikrosystemer som regel blir implementert i områder som ikke har tilgang til elektrisitet eller varmesystemer. Det betyr at mikrosystemene i praksis ikke vil ta markedsandeler fra den tradisjonelle energiindustrien. Samtidig så er det realistisk i fremtiden at større boligprosjekter konstrueres med sol eller vindkraftverk lokalt som vil fungere som kraftleverandør til det nye boligområdet som illustrert under (CURB 2017).



Figur-11 Eksempel på et mikroenergisystem (CURB 2017)

«Off grid» systemene derimot er mer attraktive for bedrifter og husstander dersom insatllasjonskostnadene går ned og kraftprisene stiger. Den største frykten energiindustrien bør ha er dersom alle bygninger blir selvforsynt med energi, enten gjennom solcelle kledd fasade, eller hydrogen brenselceller i kjelleren som produserer ren energi til bygningen. Samtidig så er realiten at dette vil sannsynligvis være et nisjemarked og for spesielt interesserte i god tid fremover. Mikrosystemer og «off grid» systemer er de eneste substituttene i så måte til energiindustrien siden det i teorien kan gjøre hver enkelt husstand og næringsbygg selvforsynt med energi og da vil den tradisjonelle energiindustrien for kraftproduksjon og varme ha utspilt sin rolle i samfunnet. I praksis er riktignok total dominans av de nevnte systemene en utopi (IEA 2016) (DNV GL Energy 2017).

4.4 Nye Aktører i Markedet

Siden energiindustrien ikke har noen direkte konkurrerende industrier, siden energi er energi. Så denne delen skal omhandle markedspenetrering fra nye energikilder. Dette betyr hovedsakelig å diskutere hvor stor risiko den tradisjonelle energiindustrien representert ved de fossile energikildene står overfor i møte med fornybarrevolusjonen innen vind og solkraft.

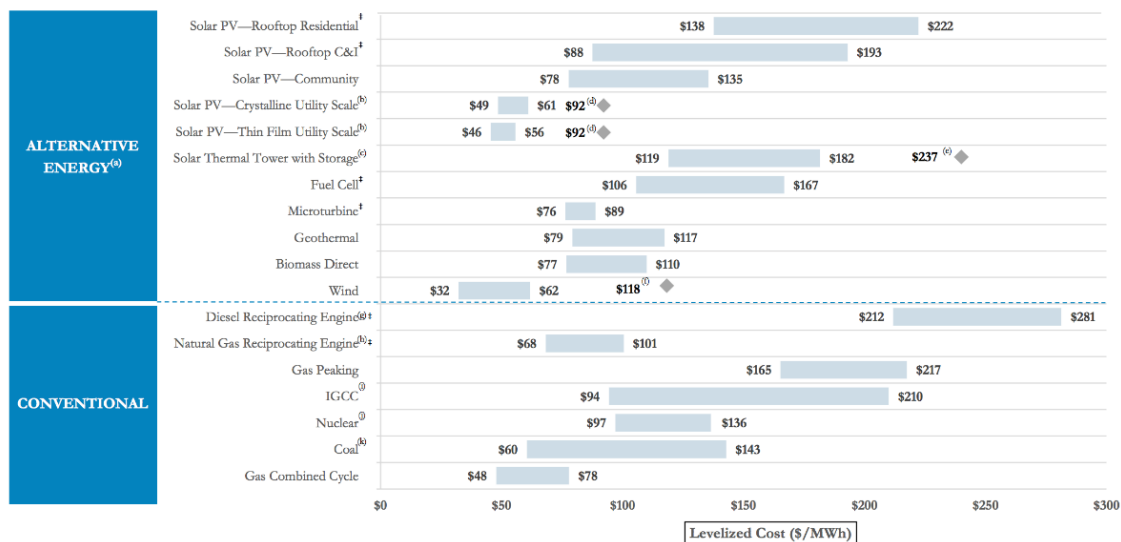
Nye aktører i energimarkedet kan defineres i denne oppgaven som vind og solkraft. Dette er riktignok ikke helt nye teknologier, men de har opplevd en kraftig økning de siste årene fra meget lave nivåer. Derfor er det med utgangspunkt i disse energikildene det skal diskuteres.

Den største fordel de etablerte energikildene har i dagens energimarked er den historiske fordel de har oppnådd gjennom stordriftsfordeler. Stordriftsfordelene er meget viktige i denne industrien siden det er meget store kvantum som forbrukes. Stordriftsfordelene har vist seg som den mest utfordrende etableringshinderet innenfor energiindustrien til nå. Vind og solkraft har hatt en voldsom kostnadsreduering både på teknologi og utviklingssiden. Dette har ført til totale kostnader har sunket kraftig og disse energikildene penetrerer nye markeder hvert eneste år. De fleste energibyråer anslår at reduisering av kostnader er den drivende faktoren for utbredt implementering av nye energikilder. (DNV GL 2017) anslår at sol og vindkraft vil henholdsvis stå for 13% og 14% av energimiksen i 2050 (IEA 2016) (DNV GL 2017) (World Energy Council 2016).

Implementering av sol og vindkraft er generelt fortsatt avhengige av subsidier for å få kraftverk bygget grunnet et fortsatt stort kapitalbehov og dessverre en litt treg omstilling av kapitalmakten som først nå har begynt å se at sol og vindkraft har blitt teoretisk lønnsomt (Jortveit 2017). Det som er positivt for sol og vind er at de har lave operasjonskostnader. Det argumenteres for at sol og vindkraft er billigere enn tradisjonell kullkraft, dette er en sannhet med visse modifikasjoner. I Australia har dette nylig vært en aktuell diskusjon. Det som har kommet ut fra Australia (Baldwin 2017) er at eksisterende kullkraft produserer billigere energi ved 40 AUS per MW enn tilsvarende eksisterende og nytt vindkraftverk. Dersom et nytt kullkraftverk sammenlignes med et nytt vindkraftverk/park er faktisk vindkraften billigere og dermed mer lønnsom versus et nytt kullkraftverk. Dette begrunnes med at marginalkostnaden som er anslaget for kost i løpet av et livsløp. For ny vindkraft vil marginalkost være på mellom 60-70 AUS per MW satt opp mot 75 AUS per MW for ny superkritisk kullkraft (Baldwin 2017). I noen tilfeller kan vindkraft oppnå enda lavere marginkostnader som figuren under viser (Shahan 2016).

Unsubsidized Levelized Cost of Energy Comparison

Certain Alternative Energy generation technologies are cost-competitive with conventional generation technologies under some scenarios; such observation does not take into account potential social and environmental externalities (e.g., social costs of distributed generation, environmental consequences of certain conventional generation technologies, etc.), reliability or intermittency-related considerations (e.g., transmission and back-up generation costs associated with certain Alternative Energy technologies)



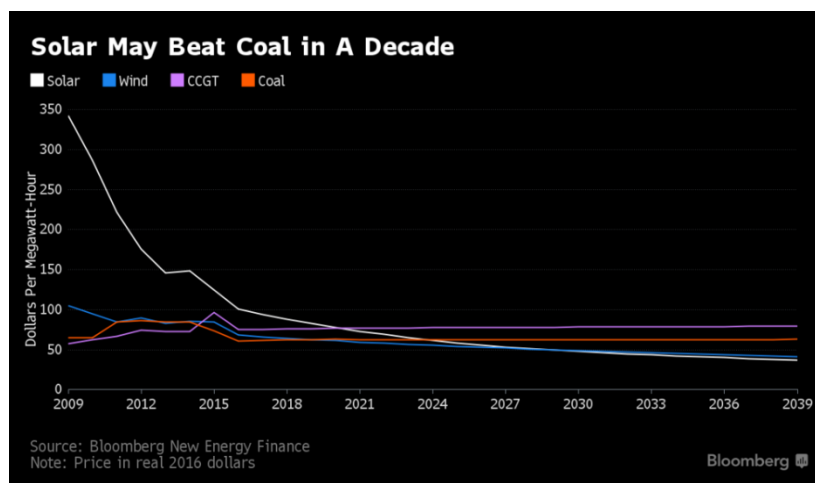
Figur-12 Marginalkostnader for ulike energikilder (Shahan 2016)

Det er viktig å få frem at det er regionale forskjeller når det kommer til forespeilet marginkostnad. I vestlige land inkludert Kina som har kommet langt innenfor vind og solkraft så er marginkostnaden lavere enn i land som fortsatt ligger langt etter på dette området. Årsaken til det er som regel treghet i politiske beslutningsorgan og at det ikke er planer for ny teknologi som en del av en tradisjonell energimiks drevet av kull (Baldwin 2017).

Et annet etableringshinder er relatert til energisikkerhet og effektivitet. Problemet til sol og vindkraft er at de er avhengig av henholdsvis sol og vind for å produsere. Dersom det er overskyet reduseres produksjonen ved et solkraftanlegg betydelig og dersom det ikke blåser skjer det samme med et vindkraftverk (DNV GL Energy 2017). Et annet problem er utnyttet kapasitet. Et kullkraftverk går gjennomsnittlig på ca. 75% av kapasiteten 24/7. Et solkraftanlegg i Europa har tilsvarende tall på 15-20%. Det vil si at et solkraftverk bare omgjør 20% av energien som treffer cellene til brukbar elektrisitet. Dette betyr at det produseres mye mindre energi og det krever større anlegg for å generere like mye energi som et kullkraftverk (Mathiesen 2016) (World Energy Council 2016). Dette er et moment som er viktig å ta hensyn til når marginkost blir lagt til grunn ved nye kraftutbygginger. Marginkost er nettopp planlagt kost i løpet av kraftverkets levetid og hva det produserer. Det er et anslag, og for kullkraft vil de anslagene være mer presise grunnet kullkraft ikke er væravhengig. For vind og solkraft er slike anslag på hvor mye kraftverket vil produsere høyst usikre. Derfor er marginkost en litt

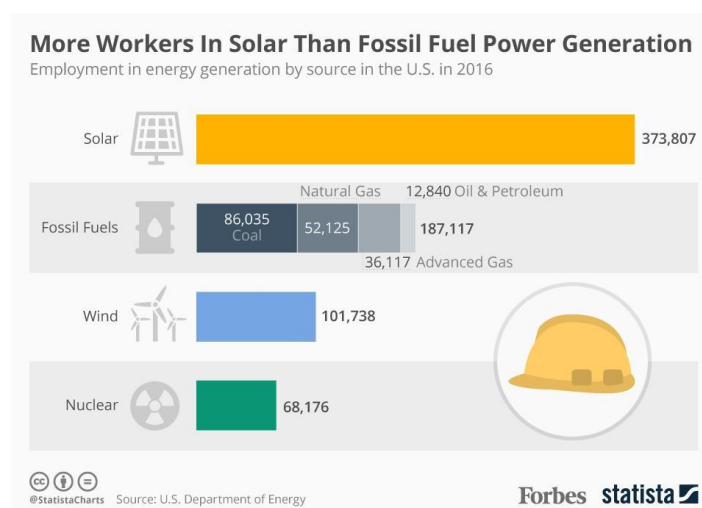
kunstig måte å vurdere lønnsomhet over et kraftverks livsløp. Men det er gir et viktig fundament når beslutninger relatert til ny kraft skal tas. Kombinasjonen av lav utnyttelsesgrad og usikkerhet relatert til marginalkostnad er to av de viktigste årsakene til at utviklingsland tviler og holder igjen innenfor vind og solkraft. Utviklingsland som India, Bangladesh, Vietnam etc har som første prioritet å heve levestandarden til folket. En av måtene dette gjøres på er å sikre energileveranse til alle. Dersom all ny energi skulle vært sol eller vind som har lavere effektivitet og en mer usikker produksjonsrate enn tradisjonell kullkraft vil ikke dette være den enkleste og raskeste veien å gå dersom målet er å få folket raskt ut av fattigdom. I Europa derimot så erstattes eksisterende kull med sol. Europeiske land kan ta den risikoen som innebærer foreløpig lav effektivitet siden tradisjonell kraft eksisterer som reserve i områder som satser på fornybar som kan ta over når eksempelvis solen ikke skinner over lengre perioder. Alt dette kan riktignok løses ved hjelp av batterilagring som lagrer overskuddsenergi til perioder der solen eller vinden er med oss. Ny robotteknologi kan videre gjøre solcellemodulene i kraftverkene mobile slik at de kan justere seg bedre enn de kan i dag i forhold til solen for å maksimere effektiviteten. Solcelleteknologi forbedres årlig slik at effektiviteten øker med årene (Mathiesen 2016) (IEA 2016) (Roselund 2017) (Zappa 2014).

Det som også er interessant er at denne sammenligningen til (Baldwin 2017) er gjort på grunnlag der subsidier er utelagt noe som gjør det hele mer interessant. Det som også gjør at vind og solkraft er blitt mer konkurransedyktige på kostnadssiden er at kullkraft krever en rekke nye kapitalkrevende teknologier for å imøtekomme stadig strengere utslippskrav. Grafen viser kostnadsreduksjoner siste årene og forespeilet utvikling. Den illustrerer godt hvor raskt kostnadene innenfor solkraft har sunket (Shankleman og Martin 2017) (Baldwin 2017).



Figur-13 Prisutvikling per megawatt produsert i USD (Shankleman og Martin 2017)

De politiske føringene som ligger til grunn når ny energi skal innføres i markedet er en viktig faktor og kan i de verste tilfeller være direkte ødeleggende. Politikere kan ofte være litt bakstreverske ved at de ofte vil fortsette å satse på det gode gamle trygge. Det at den etablerte industrien ofte har en finger med når beslutninger relatert til energispørsmål skal avgjøres gjør markedspenetrering for små aktører som tenker nytt vanskeligere og gjør etableringsterskelen høyere enn nødvendig (Roos, et al. 2005). Eksempelvis kan president Trump brukes som et eksempel som en politiker som vil jobbe mot markedsutviklingen i og med han ønsker å gjenopplive kullindustrien i USA ved å lette på miljøkrav (Popovich 2017). Begrunnelsen presidenten benytter seg av er forsåvidt plausibel ved at industrien skaper mange arbeidsplasser. Det han unnlater å ta inn over seg er at sol og vindkraft vil skape betydelig flere arbeidsplasser enn det kullindustrien i USA vil gjøre og at kullkraftverk Sysselsettingen i kullindustrien har det siste tiåret vært i fritt fall grunnet dårlig kullpriser, lav aktivitet og automatisering. I sol og vindkraftbransjen er det motsatt og foreløpig er ikke mye av arbeidet relatert til disse kildene automatiserte og standardiserte i og med at teknologien er i et tidlig stadium på et betydelig implementerings nivå. Dette betyr at det vil være behov for arbeidere innenfor de ulike delene av sol og vindkraftindustrien i lang tid. Allerede så skaper sol og vindindustrien flere jobber i USA enn det kullindustrien gjør basert på utviklingen innenfor implementering av sol og vindkraft (McCarthy 2017) (IEA 2016) (Shahan 2016).



Figur-14 Sysselsetting innenfor de ulike energisektorene i USA for 2016 (McCarthy 2017)

Det er tydelig at når to energikilder som i 2017 står for under 1% av energimiksen potensielt skal vokse til totalt 27% på tretti år så vil det få konsekvenser for de tradisjonelle energikildene (DNV GL 2017). Samtidig er det viktig å huske på at det globale energibehovet vil fortsette å

vokse frem mot 2030 før det stabiliserer og kanskje synker litt grunnet økt energieffektivitet og høyere utnyttelsesgrad i høsting av energikilder som sol og vindkraft. Det vil si at frem til dette punktet vil alle energikildene hovedsakelig globalt supplere hverandre. (DNV GL 2017) anslår nemlig at GDP globalt skal øke med 130% mot 2050, men energikonsumet skal falle med 5%. Dersom energikonsumet flater ut vil den virkelige konkurransen mellom energikildene begynne. Det er sannsynligvis da verden vil se stor utfasing av tradisjonelle energikilder som olje og kull til fordel for sol og vindkraft.

For å oppsummere dette kapittelet så kan det nevnes at trusselen fra nye aktører i markedet er betydelig dersom man ser på utviklingen innenfor de to største utfordrerne representert ved sol og vindkraft til den tradisjonelle fossile energiindustrien. Disse to fornybare energikildenes utvikling innenfor teknologi har ført til store kostnadsreduksjoner ved utvikling og konstruksjon av anlegg. Dette har vært den viktigste bidragsyteren for å tre inn på energimarkedet i målbar skala. Riktignok er det noen hindre relatert til det faktum at billig eksisterende kull har lavere marginalkostnader enn sol og vindkraft og vil høyst sannsynlig fortsette å være billig. Men det faktum at sol og vind er konkurransedyktig på nybygg er meget viktig for å overta markedsandeler i fremtid. Videre så er effektivitet et problem for de to fornybare kildene, men vil dette høyst sannsynlig løses av batterilagringsteknologi og robotteknologi som er i rask utvikling. Det at kapitalmakten og den politiske makten begynner å se at vinden snur og at solen skinner bidrar til å senke terskelen for nye aktører.

4.5 Konkurransenintensitet

Dersom vi ser på markedsandeler i energimiksen så innehar olje en 31% markedsandel, kull 28% og gass 21%. Sett opp mot solkraft som står for 0,35% og vindkraft som står for 0,45% av energimiksen så har de fossile kildene et massivt overtak som vil ta tid å innhente (IEA 2016). Det er en rekke ulike energikilder som konkurrerer om markedsandeler, men det er de tre store som nevnt over som er markedsledere.

Energimarkedet er meget kompleks med en rekke ulike måter å produsere energi på. Det er en industri som har etablerte naturressurser i form av olje, gass og kull som de store aktørene. I dagens energimarked er det som regel de billigste og mest produktive energikildene som er foretrukket. Årsaken er en teknologiutvikling innenfor fossile primærkilder som har gjort dem

til de billigste og mest produktive ved energiproduksjon. En ny faktor er riktignok blitt meget viktig nemlig klima og miljøaspektet. Det er en tendens til at klima og miljø blir høyere vektet når det avgjøres hvordan type energiproduksjon man ønsker. Samtidig er det viktig å presisere at det er store regionale forskjeller når det kommer til klimahensyn. Men det dette fokuset generelt fører til er et kappløp om å finne den mest miljøvennlige metoden å produsere energi på. Fokuset på klima og miljø har åpnet energimarkedet for renere energikilder som vind og solkraft. Samtidig som de fornybare energikildene penetrerer markedet forsøker de fossile energikildene å gjøre seg selv mer vennlige mot klimaet. Eksempelvis har kullkraftverk blitt mer effektive gjennom teknologiutviklingen som har fremmet implementering av ultra-superkritiske kraftverk som reduserer utslipp gjennom redusert kullbruk grunnet økt effektivitet i alle ledd i kraftverkets struktur (DNV GL 2017) (IEA 2016) (World Nuclear Association 2016).

Frem til nå har pris kombinert med energisikkerhet og effektivitet vært de viktigste drivende faktorene som bestemmer hvilken energikilde som blir foretrukket. Forbrenning av kull har historisk sett vært den klart billigste metoden for å produsere energi. Kull er lett tilgjengelig og finnes omtrent i hele verden samt at det kreves relativt lite kapital ved leting og utvinning sett opp mot olje og gass. Det samme gjelder for olje og gass sett opp mot vind og solkraft i et historisk perspektiv (Manum og Eide 2017) (Shankleman og Martin 2017) (IEA 2016).

Årsaken til at det er de fossile energikildene som har størst markedsandeler er som nevnt den historiske betydningen de har. Verden har brukt fossile energikilder til energiproduksjon i stor skala mye lenger enn ved sol og vindkraft. Dette har ført til en rekke fordeler som disse energikildene har opparbeidet seg gjennom den industrialiserte tiden. Et viktig moment er utviklingen av strømlinjeformede verdikjeder. I snart 300 år har mennesket forsøkt å få mer energi ut av ett tonn kull. Det samme gjelder for olje som i ca. 150 år har opplevd tilsvarende utvikling. Samt naturgass hvor kommersiell utvinning oppstod for ca. 200 år siden. Det faktum at disse naturressursene har blitt utnyttet i kommersiell sammenheng i så lang tid har ført til en teknologiutvikling som har effektivisert alle ledd i verdikjeden fra utvinning, produksjon, transport og forbrenning som har ført til en standardisering av energimarkedet. Dette har fungert bra og sikret økt levestandard for jordens befolkning. Veksten i energiindustrien har bidratt til at de tradisjonelle energikildene blir etterspurt i stadig nye deler av verden for å heve

levestandarden til folk ved rask og enkel energi. Dette gir de fossile energikildene en komparativ fordel sett opp mot sol og vindkraft i et historisk perspektiv (Manum og Eide 2017) (WDL 2017) (APGA 2017).

Skalafordeler som påvirker prisen er også en meget viktig faktor som påvirker konkurransesituasjonen i markedet. En kullgruve som utvinner 500.000 tonn kull per dag vil i teorien ha en lavere enhetskostnad per tonn sett opp en gruve som utvinner 250.000 tonn kull per dag. Teorien er at den store gruven ikke vil behøve dobbelt så mye utstyr og mannskap for å utvinne dobbelt så mye kull og vil derfor oppleve lavere enhetskostnad per tonn kull utvinnet. Dette betyr riktignok ikke at den store gruven er mer lønnsom, men den vil høyst sannsynlig ha en lavere enhetskostnad (Idsø 2014) (Stopford 2009). Ved en lavere enhetskostnad kan gruven tilby en lavere salgspris til kraftverk som gjør at kullindustrien har oppnådd en komparativ fordel over eksempelvis biopellets som er i samme segment som kull, men som har en mye høyere innkjøpskostnad for kraftverk grunnet en mye mindre etablert råvareindustri som opererer på generelt grunnlag i mindre skala. Gjennomsnittlig pris for et tonn termisk kull til energiproduksjon fra USA ligger på 55 USD. Tilsvarende pris på industrielle pellets fra USA blir oppgitt til å være ca. 135 USD høsten 2017 (Argus 2017) (EIA 2017) (Stopford 2009). Som nevnt kan dette ses i sammenheng med hvor etablert industrien er. Industrielle pellets er en relativt ny vare som har vokst kraftig de siste ti årene. Foreløpig er ikke pellets konkurransedyktig på pris sett i forhold til kull.

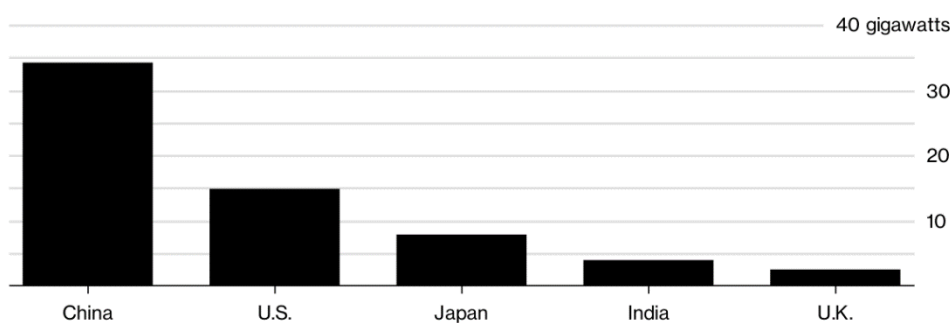
Energisikkerhet er også en viktig faktor å inkludere. Eksempelvis så benytter kullkraftverk seg av teknologi som har eksistert i lang tid og er derfor utprøvd og finjustert for å fungere optimalt. Dette betyr at kullkraftverkenes produksjon er til å stole på. Kullkraftverk gir energisikkerhet ved at de kan justeres for å møte den etterspørselen etter elektrisitet som er høyere én dag enn en annen. Vindkraft vil være avhengig av vind for å produsere og vil derfor ha lavere energisikkerhet enn kull frem til storskala energilagring er en realitet. Det samme gjelder for andre fossile kraftverk. Fellesnevneren for fossile kraftverk er at de har en jevn tilstrømming av råvarer i form av kull, gass etc og en jevn produksjon som kan justeres. De har en absolutt fordel overfor vind og solkraft ved det faktum at de ikke er avhengige av værforhold (IEA 2016) (DNV GL 2017) (Stopford 2009).

Det faktum at energiindustrien er en relativt langsiktig industri er også et viktig moment relatert til konkurransesituasjonen. Eksempelvis vil et kullkraftverk sin levetid være ca. 50 år inkludert avviklingsperioden. Før det går inn i operasjonell virksomhet har det kanskje en planleggingsprosess og byggingsprosess som har tatt 10 år. Dette fører til at kapital vil være bundet opp i et prosjekt i minst 60 år (Morton 2017). Det er derfor vanskelig for involverte parter som ofte er en blanding av kraftselskaper, myndigheter og andre eksterne investorer å stenge kapasitet for å gjøre plass til annen renere energi. Når en avvikling kanskje vil være det beste for miljøet, men som vil påvirke andre deler av samfunnet negativt ved lavere sysselsetting, dyrere elektrisitet etc. Vil avviklingskostnadene kunne bli regnet som for høye til at det er lønnsomt å avslutte et prosjekt. Samtidig, dersom et kullkraftprosjekt er ulønnsomt over en lengre periode vil det være lavere avviklingskostnader og lettere å omstille energisektoren i en mer bærekraftig retning.

Myndigheters politikk gjennom økt satsing på en industri kan også påvirke konkurransesituasjonen i energimarkedet vesentlig. Eksempelvis Kina som er en ettpartistat som i teorien er meget handlingskraftig vil ha det lettere å påvirke energiindustrien i landet enn et demokrati som India. India satser stort på solkraft, samtidig som de skal løfte folket ut av fattigdom. I et demokrati vil vektingen av klima versus levestandard være en mye vanskeligere problemstilling. I Kina er det vedtatt en strategisk satsing på fornybare energikilder og dette vil få konsekvenser for fossile kilder som kull, de er nå verdenledende innen implementering av solkraft. I noen deler av verden vil myndigheters politikk kunne endre energimarkedet raskere enn den økonomiske faktoren vil (Hirtenstein 2017) (Roos, et al. 2005).

Sunny in China

China installed so much solar in 2016 that it made up close to half of the global market



Source: International Energy Agency

Bloomberg

Figur-15 Markedsledende nasjoner innen implementering av solkraft for 2016 (Hirtenstein 2017)

Veksten i energibehovet spiller også en stor rolle for konkurransen. Frem til 2017 så har verdens energibehov økt med et jevnt tempo hvert år. Dersom dette flater ut kan det få konsekvenser for konkurransesituasjonen. Frem til nå har eksempelvis solkraft kunne tilegne seg markedsandeler grunnet økt energibehov. Dette har kull, gass og olje kunnet leve godt med siden de beholder sine markedsandeler samtidig som de også tilegner seg noen. Men de tradisjonelle energikildene viser tegn til å stagnere. Nå er det solkraft som er den raskest voksende energikilden i verden. Dersom energibehovet flater ut vil aktørene begynne å ta markedsandeler fra hverandre i større grad enn i dag. Dette kan endre maktbalansen i markedet. Det er antydning fra analysebyråer at energibehovet kan flate ut fra og med 2030. Når antall konkurrenter øker så vil konkurranseintensiteten i markedet øke, tiden vil vise hvem som går seirende ut av en maktkamp som i økende grad blir drevet av klimafokus og reduisering av utslipp lokalt og globalt. Det er også viktig å huske på at energiindustrien er treg og endring skjer sakte (DNV GL 2017) (IEA 2016) (Roos, et al. 2005).

5.0 Verdikjedeanalyser

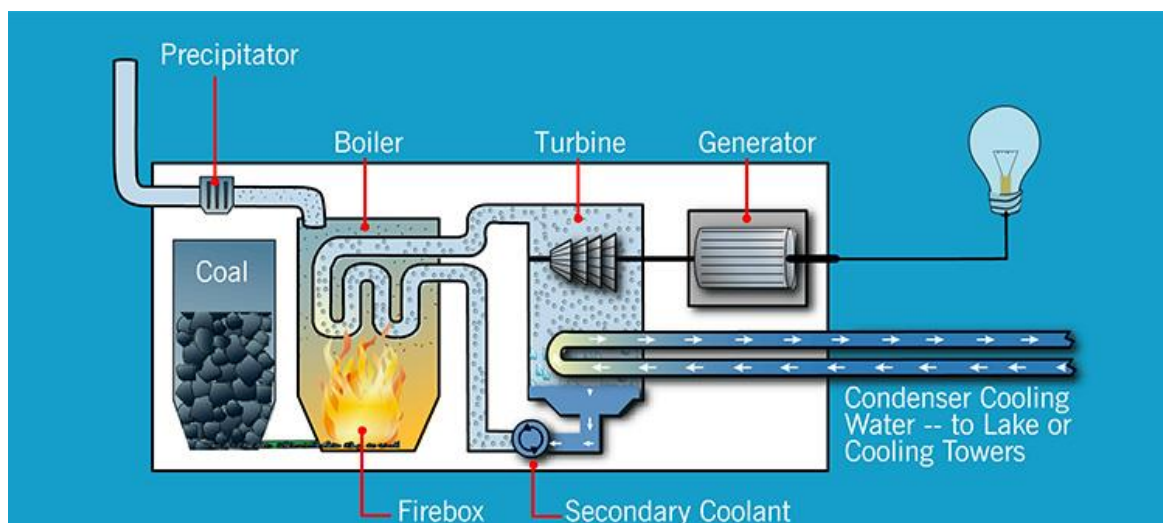
I denne delen av oppgaven skal jeg foreta relativt korte og konsise verdikjedeanalyser for å kartlegge hvordan verdikjedene til ulike kraftverk fungerer. Utgangspunktet blir tatt i kraftverkets perspektiv, det vil si at eksempelvis et kullkraftverks verdikjede er det som skal analyseres. Verdikjedene er viktige for de gir en indikasjon på hvor effektive de ulike energikildene er og hvor mye de ulike kraftverkene kan bruke verdikjedeaktivitetene sine til å forbedre driften og å gjøre seg mer konkurransedyktige i markedet. Det skal gjennomføres verdikjedeanalyser for kull, industrielle pellets, vind og solkraft. For kull og pelletskraftverk så vil ikke støtteaktivitetene infrastruktur og personaladministrasjon være betydelige funksjoner som kan påvirke konkurransekraften til kraftverket i noen stor grad og vil derfor bli omtalt i korte ordlag eller ikke omtalt. For vind og solkraft er personalaktiviteten ikke så interessant i denne sammenhengen.

5.1 Kullkraftverk

Verdikjeden til kullkraftverk kan kort beskrives som en ganske tradisjonell verdikjede. Inngående logistikk består hovedsak av leveranser enten via sjøveien eller jernbane. Som regel er kullkraftverk plassert relativt nær gruven der kullet blir utvinnet. Årsaken til det er å holde transportkostnadene nede samt å unngå de risikoene en lang transport medbringer for å sikre

jevn råvarestrøm. Kraftverkene har som regel lagringsplasser ved kraftverket for å sikre produksjon dersom inngående logistikk skulle svikte fra leverandørsiden eller under transport. Videre er det en viktig faktor at kraftverkene ofte har gode relasjoner til opprinnelsessted/landet hvor kullet kommer fra. Dette illustreres godt gjennom større Kinesiske og Indiske operatører innenfor kull som finansierer gruver i eksempelvis Australia med den hensikt å sikre råvareleveranse i lang tid. Dette kalles generelt vertikal integrasjon hvor et ledd i verdikjeden integreres i virksomheten til en bedrift. Å integrere verdikjeden på denne måten er relativt vanlig når det kommer større operatører fra land som er storforbrukere av kull gjennom både lokalintegrasjon (innad i land) og regional integrasjon (på tvers av landegrenser). Det er også viktig å nevne prisaspektet ved kull og at dette er en av hovedårsakene til at kull er en foretrukket energikilde over store deler av verden. For inngående logistikk sin del så byr prisaspektet på noen problemer siden transportkostnadene som regel er de største kostnadene relatert til kullprisen. Det som har vært løsningen i mange tiår er å lokalisere gruve og kraftverk i umiddelbar nærhet for å minske transportkostnader. Men noen steder er det ingen lokal leverandør av kull og kraftverket blir avhengig av import (Connel 2017) (World Energy Council 2016).

Kraftverkets operasjonsprosess er en relativt enkel prosess hvor kullet først blir pulverisert før det blåses inn i beholder der det forbrennes. Varmen som skapes under forbrenningen varmer opp vann som blir til damp under svært høyt trykk. Deretter slippes damp ut mot en eller flere turbiner som driver en generator som produserer elektrisitet. Dampen avkjøles og blir til vann og hele prosessen gjentas. Avhengig av hvordan type kraftverket det er snakk om så er



Figur-16 Produksjonsprosessen til et kullkraftverk (Duke Energy 2017)

prosessen relativt lik, men hovedforskjellene ligger i trykk og varme som er høyere i et mer effektivt kraftverk (Duke Energy 2017).

Den utgående logistikken til et kullkraftverk fungerer relativt effektivt i form av at elektrisiteten sendes ut på ekstern infrastruktur som frakter elektrisitet til sluttbruker. Kullkraftverkene sin evne til å påvirke denne delen av verdikjeden er meget begrenset siden de som regel ikke eier infrastrukturen. Det som er en stor fordel for kull er at kullkraftverkene leverer jevn og stabil elektrisitet uten de helt store faremomentene som kan gi stans i produksjonen. Kullkraftverk kan i tillegg justeres etter behov. Dette gjør som nevnt tidligere at de oppnår en komparativ fordel overfor eksempelvis energikilder som er avhengige av eksterne forhold som solskinn for å produsere energi. Utgående logistikk tilegner kullkraftverk en betydelig verdi i den form av at de leverer jevn og stabil elektrisitet til infrastrukturen (World Energy Council 2016) (IEA 2016)

Primæraktiviteten markedsføring og salg er en relativt diffus del av et kullkraftverk sin verdikjede. Årsaken til dette ligger hovedsakelig i klimaprofilen til kullkraftverkene. Kullkraft er som nevnt den mest karbonintense måten å produsere energi på. Samtidig er det den mest populære innenfor elektrisitetsproduksjon dersom man legger tallene til grunn med 41% av global produksjon. Årsaken til at dette blir en diffus del av verdikjeden til kullkraftverk er at folket som konsumerer elektrisiteten ikke kan kontrollere kilden. Dersom kullkraftverk skulle promotert seg selv mot sluttbrukerne så ville dette sannsynligvis ført til at folk blir mer bevisste på hvor elektrisiteten kommer fra. Kullkraftverk tjener på å holde en lav profil i samfunnet og svare på de spørsmål som blir stilt. Men for et vanlig sub-kritisk kullkraftverk med relativt lav effektivitet vil profilering i offentligheten sannsynligvis bare ha negative konsekvenser. Man ser riktignok ofte at kullinteresser kommer frem i lyset når det er diskusjon om energisikkerhet. I slike sammenhenger er det viktig for kullinteresser å komme frem i lyset og vise sin side av saken og konsekvensene dersom man faser ut kull uten en solid erstatning (IEA 2016) (World Energy Council 2016).

Primæraktiviteten service er også litt diffus, men selve kullkraftverket sin service aktivitet ligger i å vedlikeholde kraftverket innenfor de rammer som er satt av myndigheter for å oppfylle miljøkrav, produksjonskrav etc. Det som kan være viktig for kullkraftverk fremover er å jobbe proaktivt med vedlikehold og teknologiske forbedringer på kraftverkets struktur i møte med

økende konkurranse fra fornybar kraft som har en mye tydeligere offentlig profil. For å holde på kunden som i dette tilfellet er eiere av infrastrukturen så kan det være viktig å fokusere på å bygge relasjoner mellom kraftverket og infrastruktur eieren for å bekjempe konkurransen fra fornybar kraft der det blir mer aktuelt (Roos, et al. 2005) (World Energy Council 2016).

Primæraktivitetene til et kullkraftverk er lagt opp til å gi billigst mulig energi til kunden med lavest mulig offentlig profil. Dette har kullkraftverk lyktes med i lang tid. Men nylig fokus på klima og miljø gjør at kraftverkene lokkes ut i offentligheten og blir konfrontert med hvordan sektoren skal løse disse problemene. Dette leder naturlig over til sekundæraktivitetene som kan bidra til å løse de utfordringer kullkraftverk står overfor.

Sekundæraktivitetene til et kullkraftverk er også tildels meget viktige. Sekundæraktiviteten teknologiutvikling er meget viktig for den videre utviklingen innen kullkraft. Utvikling av karbonfangst og lagring (CCS) innen kullkraft er den viktigste teknologiske utviklingen for kullkraft fremover. CCS kullkraft hvor Co₂ fanges og lagres vil bli en meget viktig teknologi å utvikle for at kull skal kunne stille sterkere i konkurranse med blant annet naturgass som er hovederstatningen for kull i eksisterende kraftverk. For et kullkraftanlegg så kan CCS teknologien senke Co₂ utslipp med opptil 90%, men i et mer realistisk perspektiv så er 60-70% reduksjon mer sannsynlig. Dersom CCS blir implementert i alle verdens kullkraftverk vil verden være på god vei til å nå klimamålene satt i Parisavtalen. CCS er sannsynligvis nødvendig for å nå målene satt i Parisavtalen, uten CCS vil verden ikke nå målet om maksimalt 2 grader celsius oppvarming innen 2100 (Bolland 2017) (DNV GL 2017). Utfordringen med CCS er at det krever mer energi for å benytte seg av prosessen. Det anslås at det vil kreves mellom 20-40% mer energi. Dette betyr økt bruk av kull noe som vil slå positivt ut for leverandørindustrien. Prisen på et anlegg med CCS er foreløpig opptil 75% høyere enn konvensjonelle sub-kritiske kraftverk grunnet en mer komplisert kraftverkstruktur (Rissman og Orvis 2017) (World Nuclear Association 2016) (IEA 2016). Utfordringen for denne teknologien er at den virker å ha en meget treg læringskurve. Foreløpig eksisterer det bare to CCS kullkraftverk globalt. Dette viser at teknologien har en lang vei å gå før den blir en del av den generelle energimiksen. Men det er meget viktig for industrien å utvikle og støtte denne teknologien siden den vil forlenge levetiden til kull som energikilde med mange tiår (Graham 2017) (IEA 2016).

Innkjøpsdelen for et kraftverk består i å sikre kull med høy kvalitet til en lavest mulig pris. Denne aktiviteten er først og fremst drevet av tilbud og etterspørsel og det er begrenset med hvor stor verdi innkjøpsfunksjonen kan skape for et kullkraftverk. Riktignok kan et kullkraftverk differensiere innkjøpene sine dersom det ønsker å inkludere kull med høyere kvalitet enn det kullet som tilfaller kraftverket naturlig. Samtidig vil dette føre til høyere kostnader fordi kull med høyere kvalitet er dyrere. Som nevnt tidligere så er det også relativt vanlig for større kullkraftoperatører å integrere leverandørsiden i virksomheten for å sikre leveransestabilitet (Kalyanaraman 2017) (World Energy Council 2016) (Connel 2017).

Slik som Porters verdikjedeanalyse er lagt opp så blir personaladministrasjon mindre viktig for et kullkraftverk. Det er ikke en neglisjering av personalets viktighet som en sekundærprosess, men det er lite som kan gjøres gjennom personalutvikling for å bedre konkurranseevnen til et kullkraftverk. Kraftverkene er blitt relativt automatiserte og prosessene som krever menneskelig innblanding er standardiserte og det er derfor lite å hente (IEA 2016) (Roos, et al. 2005). Infrastruktur delen av sekundæraktivitene er også en del av analysen som ikke helt gir noe merverdi for et kullkraftverk. Riktignok vil kraftverkstrukturen og de systemene som sørger for at kraftverket fungerer være viktige. Vedlikeholdsplaner og andre planleggingsaktiviteter er selvfølgelig viktige for at primæraktiviteter som service skal fungere optimalt, men det er ikke en avgjørende del (Roos, et al. 2005).

For å oppsummere så er verdikjeden til kullkraftverk generelt relativt velutviklet og strømlinjeformet i primæraktivitetene. Den har en tydelig struktur som er innarbeidet gjennom flere tiår. Støtteaktivitetene gjennom teknologiutvikling og innkjøp anses som de viktigste verdiskapende støtteaktivitetene for et kullkraftverk.

5.2 Biomasse ved Industrielle Pellets i Kraftverk

Dette er en relativt ny energikilde som har opplevd enorm vekst det siste tiåret. Årsaken er hovedsakelig at det er det perfekte tilsetningsstoffet i kombinasjonsfyring med kull for å senke utslippene av Co₂, siden pelletsene regnes som klimanøytrale. Europa er verdens største produsent og konsument av industrielle pellets. Storbritannia kan nevnes som verdens største konsument med et forbruk på over 7 millioner tonn i året grunnet en kraftig subsidiert utfasing av kull til pellets. Det er også stor økning i godkjenning av subsidierte pelletsfyrte kraftverk i

Japan, Kina og Sør-Korea som vil øke konsumet av pellets betydelig fremover. Selv om pellets regnes som en klimanøytral energikilde er det en rekke utfordringer relatert til bærekraftmomentet ved pellets. Det meste av industrielle pellets som benyttes er produsert av avfall fra treforedlingsindustrien det vil si sagflis og småbiter. Dette er den mest miljøvennlige metoden å produsere pellets på. Det er også en bærekraftig metode å opprette plantaser der trær er ment for pellets produksjon, det som er viktig er å ikke hogge eksisterende naturskog eller dekke over matjord. Ved uttak av trær fra naturskog må uttak ikke være større enn planting slik at man beholder karbonnøytraliteten og for å unngå avskoging (Thrän, et al. 2017) (Strauss 2017) (Drax 2017). Et godt eksempel for å analysere verdikjeden til kraftverk som benytter seg av pellets som en primæreneregikilde er Drax anlegget i Storbritannia. Drax var tidligere et kullkraftanlegg som nå har konvertert tre av generatorene sine til å forbrenne biomasse ved pellets. Dette er det største kraftverket i Storbritannia (Thrän, et al. 2017).

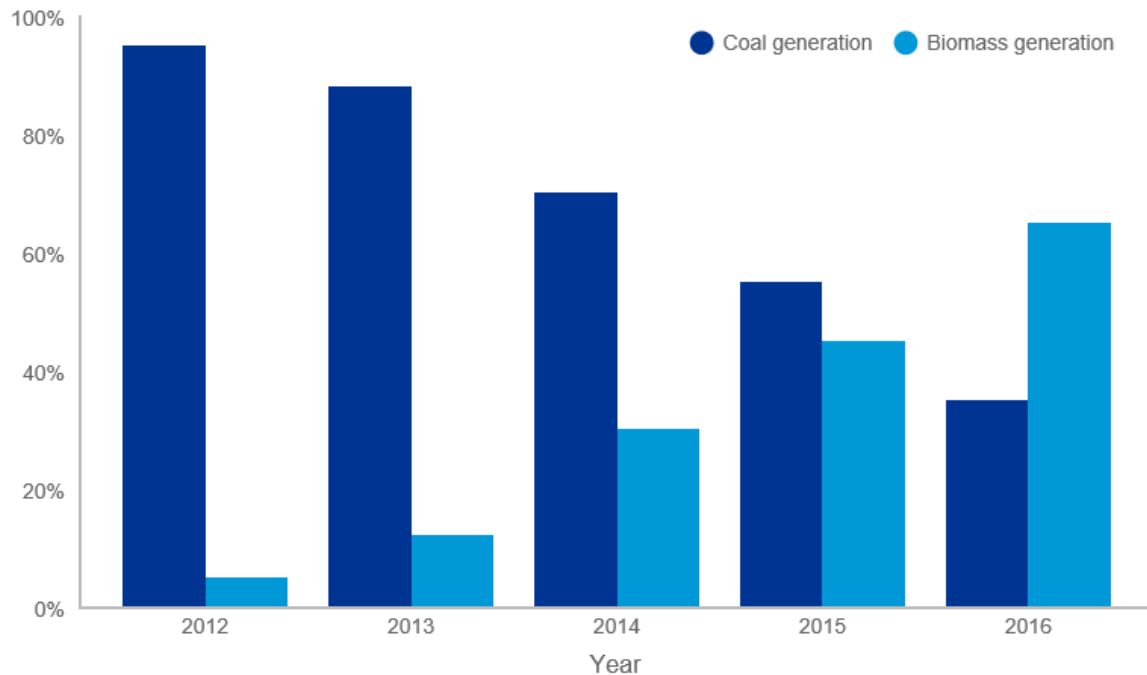
Inngående logistikk for Drax er meget godt planlagt og bærer preg av en strategisk plan for å gjøre pelletskonsum økonomisk bærekraftig. Pelletsene Drax forbrenner er hovedsakelig importert fra USA. Drax har opprettet et eget selskap (Drax Biomass) som driver pelletsproduksjon på to steder i USA hovedsakelig av sagflis og annet avfall fra sagbruk. De har investert i havneinfrastruktur både i USA og i Storbritannia. Med havneinfrastruktur så menes lasse/losse utstyr og lagringsanlegg i havnene. Drax har gjennomført slike investeringer fordi pelletsene krever en litt annerledes behandling enn kull. Når pelletsene ankommer Storbritannia blir de transportert med tog til kraftverket. I den sammenheng har Drax utviklet egne vogner som transporterer pellets på en mest mulig effektiv måte. Drax er avhengig av import fordi Storbritannia ikke har råmateriale tilgjengelig, import er derfor en nødvendighet (Thrän, et al. 2017) (Drax Group 2017). Drax kontrollerer inngående logistikk ved en nesten totalintegret verdikjede. De har egne togsett til og fra kraftverk, havneterminaler for eksport og import. De har også gått skrittet videre ved å integrere to pelletsfabrikker inn i selskapet lokalisert i USA. Dette sørger for full kontroll og en mer strømlinjeformet og miljøvennlig verdikjede. Ved å fullintegere selskapets verdikjede oppnår man høyst sannsynlig fordeler gjennom prinsippene for stordriftsfordeler (Wood Pellet Association of Canada 2015).

Operasjonsprosessen ved Drax sine pelletsgeneratorer er relativt lik som ved et kullkraftverk og for såvidt ved Drax sine tre gjenlevende kullgeneratorer. Prinsippene er de samme ved at

forbrenning av pellets varmer opp vann som fordamper og dampen driver turbiner som produserer elektrisitet. Det samme gjelder for utgående logistikk som fungerer på samme prinsipper som for et kullkraftverk ved overføring av elektrisitet til infrastruktur. Pellets kraftverk er også justerbare som gjør dem bedre egnet til å fylle toppene og redusere produksjon i dalene i elektrisitetskonsum (Duke Energy 2017).

Primæraktivitetene markedsføring og salg er mye viktigere for Drax når de nå beveger seg over til pellets. Fra Drax sin side er de veldig åpne om hvordan verdikjeden deres ser ut og hvorfor pellets er veien å gå. Dette er selvfølgelig en strategi for å vise offentligheten at et tradisjonelt kullkraftselskap tar ansvar for å bli mer klimavennlig. De går ofte offentlig ut når de gjennomfører større prosjekter innenfor pelletsbruk og hvordan de skal utvide virksomheten videre innenfor pelletsforbrenning og produksjonsvirksomheten for å bli mer miljøvennlige som de hevder. Drax ønsker videre at forbrukeren skal bli mer involvert i valgene rundt energileverandør. Ønsket er at kunden skal kunne få vite om elektrisiteten i huset kommer fra fornybare kilder. Drax ser på dette som en viktig del av sin strategi for å vinne opinionen i folket (Kini 2016). Om dette fungerer er en annen sak, det er en rekke utfordringer som nevnt ved pellets som energikilde relatert til bærekraftighet. Det som også er kontroversielt i Storbritannia er at Drax mottar flere hundre millioner pund i støtte for å bruke pellets noe som kan gi offentligheten et inntrykk av at dette er styrt av potensiell lønnsomhet i stedet for klima og miljø. Noe det sannsynligvis delvis er (Collingridge 2017). Om Drax tjener på å kjøre en offentlig profil rundt pellets bruk er vanskelig å vurdere. Meningene er delte om satsingen hvor de aller fleste er glade for at de beveger seg vekk fra kull, men usikre på om pellets er den rette erstatningen. Det oppleves som det er et meningsskifte hvor satsingen på pellets ikke bør fortsette. Dette kan tyde på at Drax ikke nødvendigvis tjener på å ha en så offentlig profil som de besitter nå. Myndighetene i Storbritannia har i senere tid gått offentlig ut og uttalt at pellets er en overgangskilde til energi. Subsidieringen av pelletsbruk i Storbritannia skal avsluttes etter 2025 og det er ingen planer om å fortsette ordningene. Spørsmålet da er hvordan pelletskonsumet globalt vil utvikle seg. Høyst sannsynlig vil konsumet av pellets forflytte seg til Japan, Kina og Sør Korea (Strauss 2017) (Thrän, et al. 2017). Sevice delen av Drax fungerer

som ethvert annet kraftverk. Det viktige er å opprettholde produksjon gjennom veldikehold og jevn råvaretilstrømming. Grafen under viser hvordan Drax har beveget seg fra kull til pellets.



Figur-17 Kraftverket Drax sin utvikling fra kull til pellets (D. Thompson 2017)

Støtteaktivitetene til Drax fungerer også relativt likt som for et kullkraftverk. Ved innkjøp så sikrer Drax leveransene sine ved en integrert verdikjede. På teknologi siden vil det også være viktig for biomasse kraftverk å kunne lagre Co₂ utslipp for å forminske utslippene. Pellets slipper også ut Co₂ og har utslipp av Nox som forurensrer lokalmiljø. Derfor kan teknologiaktiviteten for et anlegg som konsumerer biomasse i form av pellets også bruke midler på CCS teknologi som ved et kullkraftanlegg. Drax har gjort noe arbeid på området som har strandet grunnet kostnadsaspektet som fortsatt er urimelig høyt ved implementering av CCS i storskala. CCS ved pelletskraftverk kan føre til negative utslipp. Det vil si at Co₂ fjernes fra atmosfæren. Tanken ved dette er at trær som blir brent i kraftverket er nøytrale grunnet Co₂ mengden treet har fanget i løpet av sitt liv slippes ut i atmosfæren ved forbrenning. Dersom denne Co₂ gassen blir fanget og lagret så vil man fjerne denne Co₂ kilden fra jordens overflate. Dermed er Co₂ fjernet og kraftverket har aktivt senket Co₂ nivåene på planeten. Dette er riktignok en teori, men den er verdt å nevne i oppgaven for å vise viktigheten av CCS implementering for å nå målene satt i Parisavtalen (BBC 2015) (Drax 2017).

Når det kommer til personaladministrasjon og infrastruktur for kraftverket så er dette også relativt likt som ved et kullkraftverk og trenger ikke å bli drøftet videre.

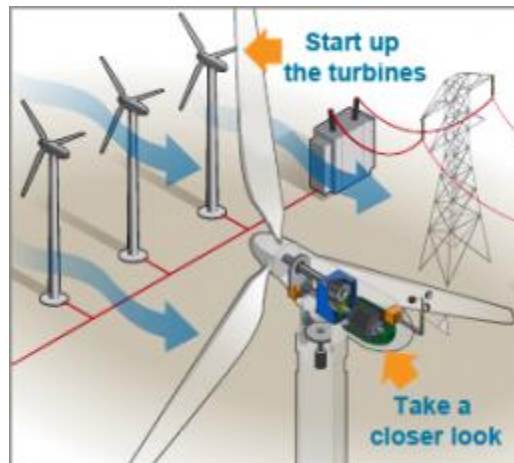
For å oppsummere så ligner verdikjeden til et kraftverk som Drax som forbrenner biomasse i pellet form mye på et kullkraftverk sin verdikjede. Årsaken til dette er at kull og pellets er relativt like varetyper. De er begge i fast form, transportable og krever samme oppvarmingsteknikk i kraftverket. Dette fører til at overgangen for et kullkraftverk som Drax til et pellet kraftverk er relativt enkel dersom kapitalen er på plass for å gjennomføre nødvendige investeringer i kraftverkstrukturen. Samt takle endringen og oppbygging av et nytt nettverk mellom Drax og leverandører. Akkurat dette har Drax løst gjennom vertikal integrering av verdikjeden.

5.3 Vindkraftverk

Vindkraft er en av de raskest voksende energikildene i verden og er en del av elektrifiseringen av verdens energimiks vi ser i dag. Som nevnt tidligere står vindkraft i dag for 0,45% av energimiksen, men er anslått å øke til 14% mot 2040-2050 (DNV GL 2017) (IEA 2016). Vindkraft har allerede kommet ned på et kostnadsnivå som i teorien gjennom marginkostanalyser gjør den konkurransedyktig mot fossile energikilder (Baldwin 2017). Verdikjeden til et vindkraftverk eller vindpark om man vil er relativt enkel. Inngående logistikk består av naturkreftene representert ved vinden. Det viktigste momentet ved inngående logistikk fra kraftverkets side er at plasseringen sørger for tilstrekkelig og stabil vindstyrke som vil sikre produksjonen ved kraftverket. Dette begrenser vindkraft sitt potensial ved det faktum at vinden ikke blåser like sterkt over hele verden (Energy 2017). Det at inngående logistikk er en så teoretisk enkel prosess gjør vind passende for de tidligere nevnte mikrosystemene som forskyner en avsidesliggende landsby med elektrisitet.

Operasjonen av et vindkraftverk er en relativt enkel prosess. Kraftverkene er selvgående og behøver ingen menneskelig intervensjon når de produserer. Produksjonsprosessen består av en rotor som beveger et gir som beveger en generator som produserer elektrisitet. Vind har den fordel at operasjonskostnadene er lave, det er lite som kan gå galt under produksjonsprosessen og det krever som nevnt ingen menneskelig innblanding. Dette gjør at vindkraft har en komparativ konkurransefordel satt opp mot kull og pellets. Aspektet relatert til den utslippsfrie produksjonen et vindkraftverk besitter er også en viktig faktor som styrker vindkraft sin posisjon i energimiksen. Det som også er en meget viktig å være klar over er at inngående

logistikk og produksjon av energi er tilnærmet gratis for et vindkraftverk. Relaterte kostnader til operasjon er i de store og hele vedlikehold (DNV GL Energy 2017).



Figur-18 Produksjonsprosessen til en vindturbin (Energy 2017)

Når det gjelder utgående logistikk ved vindkraftverk så er dette i motsetning til kull og pelletskraftverkene utgående logistikk en litt mer utfordrende aktivitet. Årsaken til dette er at vindkraft produserer når det er vind, når det ikke blåser produserer vindkraftverket lite eller ingenting. Eller at det blåser når om natten da ingen bruker strøm. Dette fører til at kraftverket ikke kan sikre kraftleveranse til primærkunden ved infrastruktureierne. Det er derfor lagring av elektrisitet er viktig å implementere i stor skala slik at vindkraftverk kan lagre overskuddsenergi i perioder der de har høy produksjon for å spare til perioder med lav produksjon og høy etterspørsel. Batteriteknologien er i rask utvikling og det anses som et løsbart problem etterhvert som teknologien forbedrer seg (DNV GL Energy 2017).

En annen faktor er plassering som ikke alltid er til vindkraft sin fordel. Årsaken her er at vindparker ofte er plassert langt unna folk, der det blåser. Det kreves derfor ofte helt ny infrastruktur frem til kraftverket. Dette er kapitalintensive investeringer og er i utgangspunktet en negativ faktor og sannsynligvis et hinder for implementering av mer vindkraft globalt (Energy 2017).

For vindkraft er markedsføring og salg aktiviteten i verdikjedemodellen en viktig aktivitet for å profilere klimaprofilen relatert til vindkraft. Eksempel på dette er Hywind prosjektet til Statoil som fikk mye medieomtale i Oktober. Hywind er da verdens første flytenede offshore vindpark som betjener det skotske energimarkedet. Det er også en trend at fossile energiselskaper differensierer sin strategi til å omfatte fornybar energi. Dette gjelder for blant annet Statoil (Statoil 2017 a). Å opplyse publikum om at vindkraft er kommet for å bli er en viktig del av arbeidet for å implementere ny vindkraft fremover.



Figur-19 Illustrasjon av Hywind parken til Statoil (Statoil 2017 b)

Service aktivitetene til et vindkraftverk er relatert til vedlikehold og oppretholdelse av produksjon som for alle andre kraftverk. Det som skiller vindkraft fra andre kraftverk er anslått levetid. En vindturbin har en anslått levetid på 25 år hvor den produserer effektivt og er relativt selvgående. Effektiviteten anslås å falle med 1,6% per år. Sett i forhold til et kullkraftverk som har anslått levetid på mellom 40 og 50 år, hvor effektiviteten synker med 1,4%. Dette er en faktor som vil øke servicekostnadene når levetiden begynner å nærme seg slutten. Årsakene til kort levetid på vindturbiner bunner ut i plasseringen de har hvor de står meget utsatt for elementene. Kort levetid betyr også at vindturbinene i teorien må erstattes ganger to sett opp mot et kullkraftverk, dette vil øke kapitalkostnadene relatert til en vindfarm. Vindkraftverk vil kreve mye omsorg fra operatørens side dersom det ikke skal påbeløpe høye servicekostnader utover levetiden, hvor store kostbare deler som rotorblader og rotor må byttes (Kolios og Luengo 2016) (IEA Clean Coal Centre 2005) (Staffell og Green 2014).

Støtteaktivitetene for vindkraftverk er først og fremst relatert til teknologi, innkjøp og infrastruktur. Personaladministrasjon er uvesentlig som en aktivitet som kan forbedre konkurranseevnen og lønnsomheten til et vindkraftverk i betydelig grad.

Når det gjelder teknologi så er dette et viktig moment. Selv om vindkraft ikke er en ny type energikilde så er det i et kommersielt utgangspunkt nettopp det. Det er mange forhold relatert til en vindturbinens størrelse og design som kan forbedres for å øke effektivitet og produksjon per turbin. Økende størrelse er den viktigste utviklingen innenfor vindturbinenes utvikling, dette krever redusjoner i vekt og enda mer resistente materialer mot værforhold. Vindkraftverkene oppgave i denne sammenhengen er å overvåke turbinenes strukturelle tilstand og rapportere og samarbeide med produsenter for å forbedre turbinenes prestasjoner (DNV GL Energy 2017) (Conti-Ramsden og Dyer 2015).

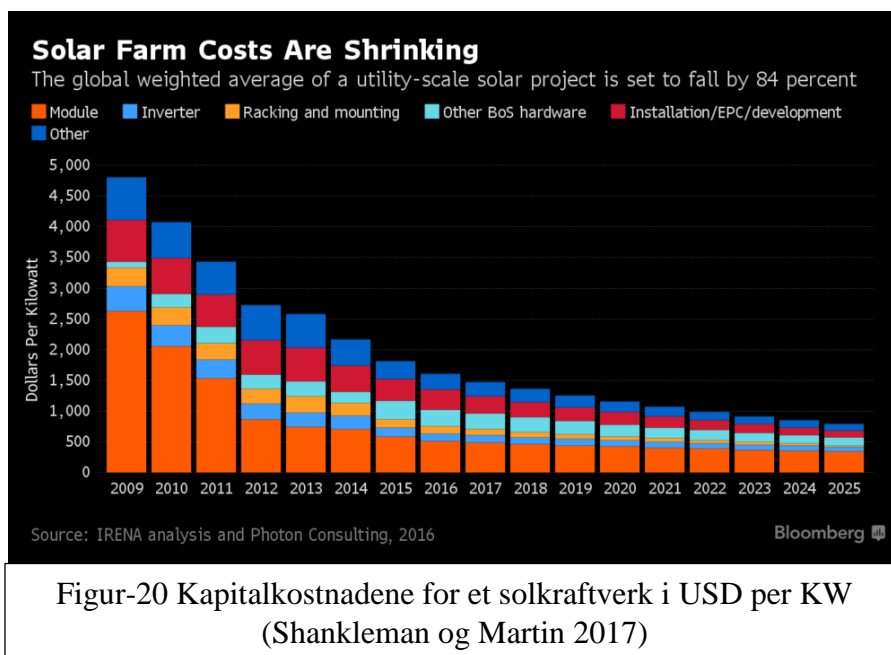
Innkjøpsdelen av kraftverket er viktig i den grad at kraftverket må ha en effektiv innkjøpsstrategi av reservedeler for å erstatte typiske slitedeler. Infrastruktur er gjennom effektiv styring og planlegging et viktig område. Vindindustrien har nemlig blitt kritisert for å ta for lett på avviklingsfasen ved vindkraftverk som nærmer seg slutten på sitt liv. Dette fører til uventede kostnader relatert til nedskalering av produksjon, vedlikehold og eventuell erstatning av gammel struktur. Det er også her viktig å nevne marginalkostnaden som vindforkjempere bruker som grunnlag for å implementere vindkraft er en meget upresis metode å anslå et kraftverks levekostnader på. Årsaken er som nevnt tidligere at man ikke har ett fasitsvar på hvor mye et kraftverk som er avhengig av naturkreftene kan produsere. Det vil derfor være viktig å gjennomføre bedre økonomiske analyser, som bruker lærdom fra tidligere vindparker i større grad for å kunne gjøre mer presise anslag relatert til variasjoner som oppstår i løpet av levetiden. Derfor er infrastruktur delen av verdikjeden en viktig del ved planleggingsfasen gjennom et vindkraftverks levetid har forbedringspotensial (Baldwin 2017) (Kolios og Luengo 2016).

Vindkraftverk har en omvendt komplisert verdikjede dersom man sammenligner med et konvensjonelt kullkraftverk. Grunnet mangelen på reell inngående logistikk og de mange

problemene disse kraftverkene møter når det gjelder operasjon og utgående logistikk som er mer omfattende for et vindkraftverk i forhold til et kullkraftverk.

5.4 Solkraftverk

Solkraft er en annen energikilde i kraftig vekst, faktisk hadde solkraftindustrien den kraftigste veksten blant alle energikilder globalt i 2016 med en vekst på 50%. Per i dag har solkraft som nevnt en andel på 0,35% av energimiksen globalt noe som forklarer hvorfor veksten har vært så stor siden veksten springer ut fra lave nivåer. Veksten er drevet av lavere kostnader i produksjon av komponenter og kvaliteten og effektiviteten i cellene øker. Som grafen under viser så er selve konstruksjonsfasen av solfarmer/kraftverk blitt mindre kapitalintensiv. Skalafordeler begynner å vise sine magiske krefter i industrien. Solkraft nyter i tillegg godt av politisk støtte i de land der det satses på sol. Det anslås at solkraft skal stå for 13% av energimiksen innen 2050 og hele 35% av elektrisitetsproduksjon. Det er generell enighet blant analysebyråer at dette er en energikilde som vil oppleve enorm vekst fremover. Solkraft er interessant fordi mye av veksten innenfor denne energikilden vil foregå på husholdningsnivå ved at flere vil få tak dekket med solceller. På industrielt nivå så leder Kina vei i utviklingen fulgt av USA, Japan og Tyskland (DNV GL 2017) (IEA 2016) (EIA 2017) (World Energy Council 2016). Som nevnt tidligere så bringer solkraft med seg en rekke spennende muligheter rundt mikrosystemer og «off grid» systemer som virkelig kan revolusjonere måten samfunnet genererer, fordelar og konsumerer energi på.

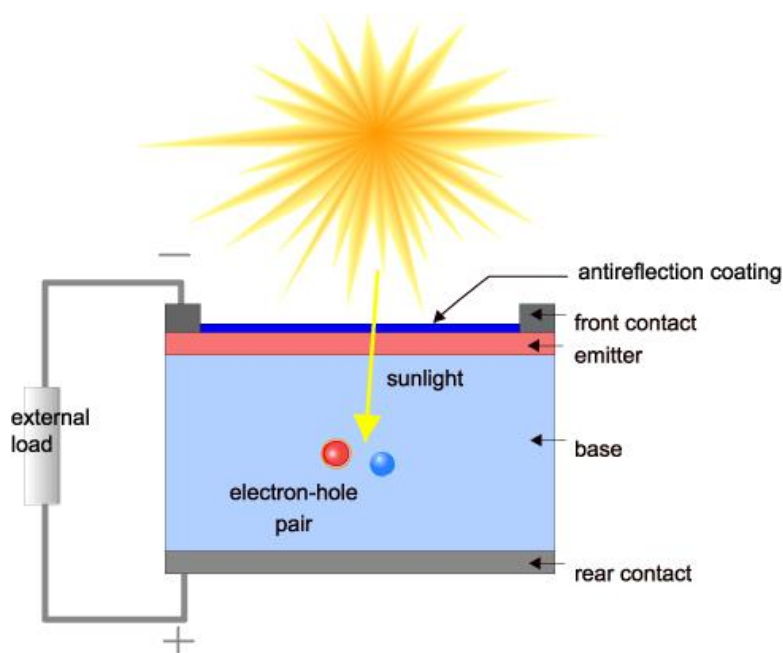


Figur-20 Kapitalkostnadene for et solkraftverk i USD per KW
(Shankleman og Martin 2017)

Verdikjeden til et solkraftanlegg er en verdikjede som er preget av de samme utfordringer eller muligheter om man vil som det vindkraft besitter.

Inngående logistikk er en kostnadsfri del av verdikjeden. Men som ved vindkraft så er dette et område som er styrt av naturen. Solkraft produserer når solen skinner, om natten produserer de ingenting og dersom det er overskyet så reduseres kapasiteten betydelig. Solkraft er spesielt plasseringssårbar grunnet jordens utforming ved at potensialet og effektiviteten synker desto lenger nord eller syd på kloden man beveger seg fra ekvator. Samtidig er det et godt stykke nord for ekvator det meste av installert solkapasitet eksisterer, sannsynligvis grunnet teknologiens høye kostnader frem til nå. Hovedutfordringen ved inngående logistikk ligger i hvor ofte solen skinner på solcellene, dette er det avgjørende momentet for å avgjøre om et solkraftverk vil være konkurransedyktig (World Energy Council 2016).

Operasjonsdelen av et solkraftanlegg er som ved vindkraft relativt selvgående. Fotovoltaiske celler omgjør sollyset direkte til elektrisitet og sender det direkte ut på infrastrukturen eller forhåpentligvis i fremtiden et mellomledd bestående av lagringssystemer. Hoveddelen av operasjonen av et solkraftverk består i og kontrollere at kraftverket fungerer optimalt og drive proaktivt vedlikeholdsarbeid. Under kan man se hvordan en solcelle fungerer (Hatti 2014).



Figur-21 Produksjonsprosessen til en solcelle (Pukhrem 2013)

Utgående logistikk møter de samme utfordringene som vindkraft relatert til infrastruktur og ustabil produksjon. Solkraftanlegg plasseres generelt langt unna sivilisasjonen og kan derfor kreve omfattende investeringer i infrastruktur, dette er en faktor som hindrer implementering. Når infrastrukturen må frakte elektrisiteten over lengre distanser så går mye tapt i løpet av frakten. Dette senker effektiviteten lavere enn den allerede er, som nevnt tidligere i oppgaven oppnår solcellene en produksjonseffektivitet på mellom 15-20%. Når transportdistansen risikerer å bli stor så må produksjonen befestes på et høyt nivå. Dette bidrar til mer usikkerhet rundt leveringssikkerheten ved solkraft. Løsningen på dette problemet ligger i batterilagring i stor skala (DNV GL Energy 2017) (World Energy Council 2016).

Markedsføringsaktiviteten er i økende grad et viktig moment for et solkraftanlegg. Dette begrunnes med klimaprofilen solkraft har. Som ved vindkraft så slipper ikke solkraft ut klimagasser ved produksjon. Solkraft vil tjene på å profilere teknologien i offentligheten for å øke den allerede eksisterende trenden fra folket med ønske om mer klimavennlig energiproduksjon. Faktum er at solkraft rir en miljøbølge drevet av et politisk ønske om renere energi. Dette bedrer satsingen innefor industrien og bidrar til at blant annet kapitalmakten snur seg til sol og vindkraft for fremtidens investeringer (Jortveit 2017).

Service aktiviteten er tilnærmet lik de aktivitetene som et vindkraftverk må gjennom. En av fordelene til solkraft overfor vindkraft er en anslått levetid som er ca 5-10 år lenger, med lavere kapasitetstap (0,3% per år) enn vindkraft (1,6%). Vedlikeholdskostnader anslås å være lavere grunnet mindre påkjenninger fra elementene (Hatti 2014) (Staffell og Green 2014).

Støtteaktivitetene ved et solkraftanlegg er relativt like som for et vindkraftanlegg. Innkjøpsdelen for et solkraftanlegg er viktig for å holde hjulene i gang ved kraftverket samt sørge for at kraftverket er i god stand og kan produsere effektivt. Innkjøp som støttefunksjon vil påvirke operasjonsdelen av kraftverket. Dersom innkjøpsfunksjonen fungerer godt med en jevn tilstrømming av slitasjedeler som ofte må byttes vil kraftverket være i stand til å produsere uten større stans i produksjonen eller med lavere effektivitet. Infrastruktur funksjonen vil være relativt lik for et solkraftanlegg som ved et vindkraftanlegg. Det vil kreve bedre planlegging av

finansiell prestasjon samt operasjonell prestasjon med bakgrunn av lærdom fra tidligere prosjekter og de prosjekter innenfor solkraft som opererer nå (World Energy Council 2016).

Teknologi funksjonen er meget viktig for solkraftanlegg. Som nevnt tidligere så har vanlige solkraftanlegg sine fotovoltaiske celler relativt lav energieffektivitet på 15-20%. Det vil si at bare 1/5 av energien som treffer cellene blir omdannet til elektrisitet. Det er et enormt forbedringspotensial innenfor teknologien. Den høyeste effektiviteten som er oppnådd er foreløpig på 46%, men disse cellene er for dyre til å brukes i kommersiell setting (World Energy Council 2016). Det er viktig for solkraftverk å forbedre effektiviteten til anleggene. Årsaken til dette er å avlive kritikken som industrien ofte mottar. Kritikken går oftest ut på at solkraftanlegg er plasskrevende og at cellene som benyttes inneholder en rekke sjeldne metaller og stoffer som er miljøskadelige ved produksjonen av selve cellepanelene. Det er derfor viktig å øke effektiviteten til cellene slik at cellene får høyere energitetthet. Dette fører til lavere arealkrav for å produsere samme mengde energi som idag. (DNV GL 2017) anslår at dersom solkraft står for 13% av energiproduksjonen globalt i 2050 vil det kreve mindre enn 0,1% av verdens landarealer, som ikke er altfor avskrekkende. Teknologiutviklingen innenfor solceller reduserer også bruken av sjeldne metaller og miljøskadelige stoffer gjennom økt fokus på resirkulering av cellene som fører til mindre ressursbruk og lavere utslipp ved celleproduksjon. Kraftverkenes rolle innenfor teknologiutvikling er kanskje litt diffus, men det er viktig at de inngår i denne prosessen for å bekrefte forskning gjennom utprøving av ny teknologi (DNV GL Energy 2017) (World Energy Council 2016).

Verdikjeden til et solkraftanlegg har de samme kjennetegnene som et vindkraftanlegg med en inngående logistikk som er konstant uten at kraftverket har noen påvirkningskraft utenom å be om sol hver dag. Operasjonsaktiviteten er preget av at kraftverket er selvgående og krever lite menneskelig innblanding. Utgående logistikk har sine utfordringer akkurat som ved et vindkraftverk. Markedsføring er en viktig del av verdikjedene for å profilere industrien som det den er, nemlig en klimavennlig leverandør av ren energi. Service funksjonen er lik som ved de fleste kraftverk.

5.5 Oppsummering av Verdikjedene

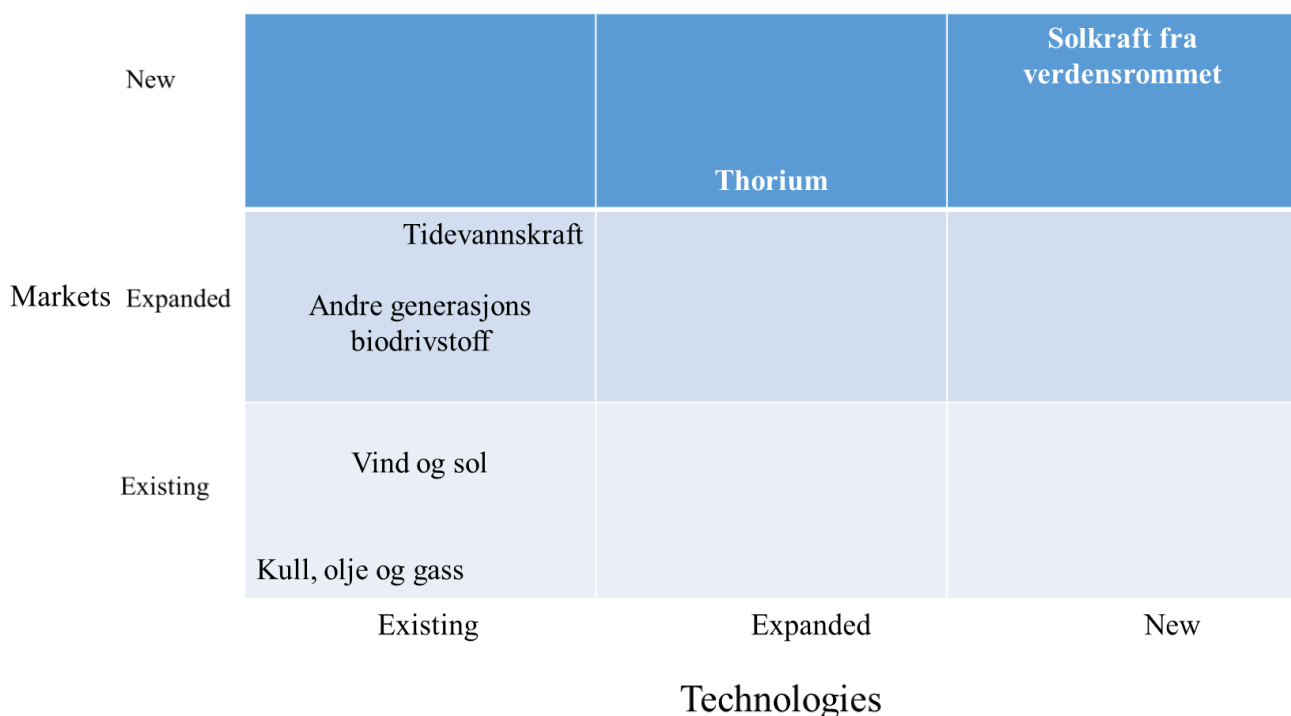
De ulike verdikjedene viser at ulike energikilders kraftverk har både fordeler og ulemper. Det er klart at det er primæraktivitetene inngående og utgående logistikk sammen med teknologiutvikling som har mest å si for utviklingen innenfor hver type kraftverk. Kull og pellets har en tradisjonell verdikjede med en tydelig inngående logistikk som består av flere ulike ledd. Over tid så er disse verdikjedene blitt perfektionert slik at de fungerer godt og bidrar til verdiskaping for kraftverket som øker konkurransekraften. Sol og vindkraft derimot har ingen konkret inngående logistikk, men de får en mer komplisert utgående logistikk fordi de er avhengig av naturkrefter de ikke kan kontrollere ved inngående logistikk. Sol og vindkraft nyter meget godt av den teknologiske utviklingen og den politiske viljen til å implementere fornybare teknologier. Kull har på andre siden opplevd mer motgang på teknologi siden. CCS er fortsatt altfor dyrt og selv de mest moderne kullkraftverkene er meget skitne sett i forhold til fornybare kilder.

Målet med verdikjedeanalysen er å se hvilken energikilde som gir best margin. Basert på hvordan tingenes tilstand er nå så er det mest sannsynlig kull som gir den beste langsiktige marginpotensialet av de fire analysert. Pellets er relativt lønnsomt grunnet subsidier som dekker opp mye, men uten subsidier er det katastrofalt ulønnsomt. For sol og vindkraft er det etter min mening for tidlig å konkludere om er lønnsomt på lang sikt, selv om tidligere nevnte marginalkostnadene er meget lave så kan man ikke være sikker på hvordan slike kraftverk vil prestere over tid. Dette gjelder uansett hvor grundig en slik analyse er gjennomført, man vil fortsatt ikke sitte med fasiten før kraftverket nærmer seg slutten av levetiden sin når det er avhengig av naturkreftene for å prestere.

6.0 Diskusjon av Resultater

Resultatet fra det første analyseverktøyet som var markeds/teknologimatriksen viste at det er ullik grad av implementering av ulike teknologier i ulike markeder. Kull er en eksisterende teknologi som er utbredt globalt og havner nederst til høyre i denne matrisen. Solkraft havner mer mellom nytt marked og eksisterende markeder er relatert til at teknologien for å utvinne solens krefter gjennom solceller er en mye nyere teknologi enn kull og følgelig er den derfor mindre utbredt. Men en læringskurve som øker kraftig for hvert år begynner å gi resultater å vise seg gjennom økt implementering av denne teknologien globalt. Plassering av de ulike

energikildene i matrisen vil endre seg utover århundre. Utviklingen vil føre sol og vindkraft ned til det punktet i matrisen hvor kull befinner seg nå. Det som taler for denne utviklingen er den store veksten vi ser globalt innenfor sol og vindkraft. Implementeringen skjer ikke lenger bare i høykostland men også i lavkostland. Forhold som taler i mot denne utviklingen er ønsket om å løfte folk ut av fattigdom i utviklingsland så raskt som mulig. Her er det foreløpig mindre komplisert å bruke kullkraft for å sikre energileveranse til flest mulig mennesker. Det som også vil vise seg med en tidshorizont på 30 år så vil nye teknologier begynne å trenge inn i markedet på samme måte som sol og vindkraft gjorde. Utover århundret så vil kanskje de fossile kildene forsvinne ut av matrisen og dermed ut av energimiksen og markedet som illustrert under.



Figur-22 Marked/teknologimatrise i 2050?

Resultatene av industrianalysen viser blant annet at energiindustrien endrer seg og at de ulike drivende faktorene som er gjeldende vil endre seg. Helt frem til nå har energiindustrien blitt drevet av behovet for billig og effektiv energi. Dette er i endring med et kraftig økende fokus på klima og miljø. Økende fokus på klima og miljø er en driver som vil slå forskjellig ut for de ulike aktørene i energiindustrien. For kull er dette en relativt negativ driver, men for sol og vindkraft vil klimafokus fungere som en tradisjonell driver som utvikler en industri. Samtidig med økende fokus på klima og miljø så vil kull fortsette å være en viktig aktør i energimarkedet i lang tid fremover og hovedårsaken er at verden er avhengig av kull for å produsere energi. En

annen viktig faktor som vil være med på å bestemme utviklingen er batterilagring og om kapasiteten som det er behov for blir opprettet. Dette vil være veldig viktig i overgangen til sol og vind. Frem til lagring i stor skala blir en realitet må det primær energiforskyning komme fra en energikilde som kan produsere uten naturlige opphold og som kan sikre jevn leveranse. I hvor stor grad utviklingen vil være synlig og merkbar vil avhenge av hvor man er i verden. Det vil være store regionale forskjeller, hvor Europa og USA kommer til å kutte kraftig i kullforbruket og erstatte kull med blant annet sol og vindkraft. Samtidig som dette skjer så vil India og Sørøst-Asiatiske land øke sin kullbruk samt at Kina sin kullkraft neppe vil minske betydelig. Samtidig vil Kina og India bli markedsledende innen sol og vindkraft. Det er derfor tvilsomt om det globale kullforbruket kommer til å synke noe særlig frem mot midten av århundret. Selv om energimarkedet opplever endring så vil ikke de store skiftene skje før et godt stykke utover århundret. Når store systemer skal endres så tar det tid, de er trege og tregheten vil til et tippingunkt jobbe mot endring.

Verdikjedeanalysene viser at ulike kraftverk som baserer seg på ulike energikilder har tydelige forskjeller. Den mest tydelige forskjellen ligger i inngående logistikk. For kull og pellets er dette tradisjonelle verdikjeder med flere ulike ledd bakover. For sol og vindkraft er dette en kontinuerlig naturlig kraft som ikke har noen ledd som kraftverket må håndtere, bortsett fra å be til høyere makter om sol eller vind. Den andre vesentlige forskjellen ligger i utgående logistikk hvor kull og pellets har fordelen av nærhet til infrastruktur hovedsakelig grunnet plasseringsvennligheten. Sol og vindkraft lider av at de ofte må plasseres langt unna befolkning, dette gjør utgående logistikk utfordrende fordi som regel så må mye ny infrastruktur etableres. Det andre store problemet er at storskala batterilagring må på plass. På markedsføringssiden har sol og vindkraft en stor fordel mot kull gjennom klimaprofilen disse energikildene har.

Ved støtteaktivitetene så er det først og fremst teknologi som er den absolutt viktigste funksjonen. Sol og vindkraft teknologien er i stadig utvikling med synkende kostnader og stadig mer effektive enheter. Riktignok trenger teknologien videre utvikling for å bli konkurransedyktige på effektivitet versus kullkraft. Innenfor kullkraft teknologi så er det utvikling i effektiviteten på kullkraftverkene og implementering av CCS som er hoveddriverne for teknologiutvikling i kullkraftsektoren. Utviklingen innenfor CCS har stanset litt opp på grunn av en rekke problemer relatert til operasjon og kostnad som oppstår

når storskala implementering gjennomføres. Dersom CCS blir konkurransedyktig på kostnadssiden, og operasjonssiden fungerer optimalt vil dette gjøre kullkraft som helhet betydelig mer konkurransedyktig. Teknologiløsninger som kan løse problemer relatert til luftkvalitet er noe kullkraft må kunne utbedre for å ikke bli akterutseilt i det grønne skiftet.

De ulike kraftverktypene har ulike fordeler og ulemper som veier opp for hverandre. Per i dag så er det kullkraftverk som har den mest effektive verdikjeden. Kullkraft vil tjene på at ting forblir slik det er nå angående infrastruktur relatert til utgående logistikk som er den store akilleshelen for sol og vindkraft. Kull sin store svakhet er at de store revolusjonene innenfor teknologi forløpig er uteblitt.

6.1 Konklusjon

Så kullels posisjon i det grønne skiftet? Kull vil ha en viktig rolle som energikilde i lang tid. Selv om forbruket synker i den vestlige verden betyr ikke det at kullforbruket vil synke med det første. Kull er fortsatt en lønnsom energikilde til energiproduksjon. India og Sørøst-Asiatisk land samt Kina vil holde kullforbruket oppe på et høyt nivå. Trolig kan toppen for kullforbruket være nådd, men dette avhenger først og fremst av hvordan kullforbruket utvikler seg i Asia. Trusselen fra fornybare kilder er meget avhengig av hvordan energibehovet utvikler seg fremover.

7.0 Diskusjon av Oppgavens Gjennomføring

Denne oppgaven er gjennomført som en litteraturstudie. Dette bringer med seg noen begrensninger ved eksempelvis at alt som er skrevet er basert på eksterne kilder og andre personers tanker, som er blitt sammenlignet og rokkert til det resultatet som er blitt oppgaven. Det som ikke har vært gjort i denne prosessen er spesifikke intervju mot de ulike energikildene. Men dette er tildels kompensert for med god tilgang til kilder og diskusjon med ulike aktører med interesse i energibransjen fra flere sider av industrien fra analysebyrå til rederi. Dette har gitt oppgaven nødvendig utsikt som er viktig for skriveprosessen for å ikke bli for selvcentrert. Innsikten er hovedsakelig oppnådd ved egenarbeid, utsikten kommer derimot fra andre personer som har andre tanker enn det jeg har hatt. Oppgaven er har også noen begrensninger i form av dybde, omfanget av både kullindustrien og de andre drøftede energikildene er meget

omfattende. Det vil si at det arbeidet som er gjort her er av praktiske årsaker blitt relativt generelt, men det er etter beste evne forsøkt å sette fokus på de områder som er mest aktuelle. Sammenligningsgrunnlaget med kull versus pellets, sol og vindkraft er basert på den fremtidige veksten til de tre fornybare kildene som gjør at det er blitt mer aktuelt å akseptere de som reelle utfordrere til kull globalt. En annen metode å løse problemstillingen på hadde vært å bruke olje og gass som hovedutfordrere til kull. Årsaken til at det ikke er gjort er at da ville aspektet «det grønne skiftet» blitt borte. Selv om olje, kull og gass er de største energikildene nå, er det mer interessant å sette en av dem opp mot de fornybare kildene i fremvekst.

Oppgaven kunne også benyttet seg av andre metoder som nevnt i kapittel 2.4. Konsekvensen av det ville vært et mer utvidet blikk på energiindustrien istedenfor et mer presist blikk som de valgte metodene har gitt oppgaven etter min mening.

8.0 Fremtidig Arbeid

For å kunne løst oppgaven på en litt annen måte så kunne oppgaven vært basert på en kvalitativ metode med intervju. Dette ville kanskje gitt enda litt dypere info på de enkelte energikildene. Samtidig så har det vært viktig å etablere et overblikk over energiindustrien og de ulike aktørene som er tatt opp i oppgaven. Dette ville et kvalitativt intervju ikke fungert like bra til siden det ville blitt mer tungvint å få flere ulike meninger gjennom flere intervju. Dessuten ville ikke et intervju gitt noen distinkte forskjeller sett opp mot litteratursøk gjennom rapporter og bøker rundt emnet. Men et fremtidig lignende arbeid kunne nok dratt nytte av en kombinasjon av de to hovedmetodene ved litteraturstudie og kvalitativt intervju.

9.0 Referanser

- Adams, Rod. 2017. *Energycollective.com Consumers and Electricity Production*. November 21. Accessed November 23, 2017. <https://www.theenergycollective.com/rodadams/2417177/consumers-win-electricity-production-capacity-remains-high>.
- APGA. 2017. *Apga.org History of Natural Gas*. Accessed November 21, 2017. <http://www.apga.org/apgamainsite/aboutus/facts/history-of-natural-gas>.
- Apt, Jay. 2017. *Scientificamerican.com The Other Reason to Shift away from Coal*. Juni 7. Accessed September 18, 2017. <https://www.scientificamerican.com/article/the-other-reason-to-shift-away-from-coal-air-pollution-that-kills-thousands-every-year/>.
- Argus. 2017. *Argus Biomass Markets*. Weekly Analysis, London: Argus Media Group.
- Baldwin, Ken. 2017. *Theconversation.com Is Coal Still Cheaper Than Renewables*. August 14. Accessed Oktober 2017, 2017. <https://theconversation.com/factcheck-qanda-is-coal-still-cheaper-than-renewables-as-an-energy-source-81263>.
- BBC. 2015. *Bbc.co.uk Drax CCS*. September 25. Accessed November 30, 2017. <http://www.bbc.co.uk/news/business-34356117>.
- Bolland, Olav. 2017. *Gemini.no Karbonfangst helt Nødvendig*. Januar 23. Accessed September 19, 2017. <https://gemini.no/kronikker/karbonfangst-helt-nodvendig/>.
- Bovim, Gunnar. 2013. *Ntnu.no Insikt Utsikt og Hensikt*. September 26. Accessed Mai 30, 2017. <http://www.ntnu.no/blogger/rektoratet/2013/09/innsikt-utsikt-og-hensikt/>.
- BP. 2017. *Bp.com Energy Economics*. Accessed November 17, 2017. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html>.
- BP.com. 2017. *Bp.com Coal Consumption Statistics*. Accessed Oktober 25, 2017. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/coal/coal-consumption.html>.
- Clarksons Research. 2017. *CLarkson.net Dry Bulk Trade Outlook October*. November. Accessed November 9, 2017. <https://sin.clarksons.net/download/DownloadFile?downloadToken=8bdf6c50-a0e7-4e0b-89d1-777723c7106e&friendlyFileName=DBTO Vol 23 No 10 October 2017.pdf>.
- Coalswarm. 2017. *Endcoal.org Tracker*. Accessed Desember 7, 2017. <https://endcoal.org/tracker/>.
- Collingridge, John. 2017. *TheTimes.co.uk Drax Given 1bn to Burn Wood Pellets*. Februar 26. Accessed November 30, 2017. <https://www.thetimes.co.uk/article/drax-given-1bn-to-burn-wood-pellets-lt70qhxcg>.
- Connel, Cecilia. 2017. *Abc.net.au Foreign Investments*. April 17. Accessed November 29, 2017. <http://www.abc.net.au/news/2017-04-17/foreign-investment-review-board-approves-major-coal-asset-sale/8447402>.
- Conti-Ramsden, John, and Kirsten Dyer. 2015. *Renewableenergy.com Materials Innovation for More Efficient Wind Turbines*. September 21. Accessed Desember 1, 2017.

- <http://www.renewableenergyfocus.com/view/42937/materials-innovations-for-more-efficient-wind-turbines/>.
- CURB. 2017. *Energycurb.com Energy Monitoring Makes Microgrids Possible*. Januar 2. Accessed November 24, 2017. <http://energycurb.com/blog/energy-monitoring-makes-microgrids-possible/>.
- DNV GL Energy. 2017. *Renewables, Power and Energy Use Forecast to 2050*. Annual report, Høvik: DNV GL.
- DNV GL. 2017. *Energy Transition Outlook*. Annual Report, Høvik: DNV GL.
- Drax . 2017. *Drax.com CCS a Positive and Negative*. Januar 18. Accessed November 30, 2017. <https://www.drax.com/energy-policy/a-positive-negative/>.
- Drax. 2017. *Drax.com 7 Principles for Sustainable Forests*. Accessed November 29, 2017. <https://www.drax.com/sustainability/7-principles-sustainable-forest-biomass-policy/>.
- Drax Group. 2017. *Biomassmagazine.com Drax Biomass Excellence in Exporting*. November 2. Accessed November 29, 2017. <http://biomassmagazine.com/articles/14804/drax-biomass-receives-award-for-excellence-in-exporting>.
- Duke Energy. 2017. *Duke-energy.com How Energy Works*. Accessed November 29, 2017. <https://www.duke-energy.com/energy-education/how-energy-works/electricity-from-coal>.
- Ecofys. 2016. *Ecofys.com Global Greenhouse Gas Emissions*. Mai 3. Accessed September 18, 2017. <http://www.ecofys.com/en/press/quarter-of-global-greenhouse-gas-emissions-stems-from-coal-combustion/>.
- Edwards, Paul N. 2015. *Theconversation.com Transition to Low-carbon Energy System*. November 23. Accessed November 23, 2017. <https://theconversation.com/how-fast-can-we-transition-to-a-low-carbon-energy-system-51018>.
- EIA. 2017. *Eia.gov Coal Production, Exports and Imports*. October 2. Accessed November 10, 2017. <https://www.eia.gov/coal/production/quarterly/>.
- EIA. 2017. *International Energy Outlook 2017*. Annual Report, Washington DC: Energy Information Administration.
- Energy, Energy Efficiency & Renewable. 2017. *Energy.gov Advantages and Challenges Wind Energy*. Accessed November 24, 2017. <https://www.energy.gov/eere/wind/advantages-and-challenges-wind-energy>.
- Euracoal. 2017. *Euracoal.eu Coal Trade*. Accessed September 26, 2017. <https://euracoal.eu/coal/international-coal-trade/>.
- Fallon, Nicole. 2017. *Businessnewsdaily.com SWOT Analysis*. Mars 28. Accessed November 17, 2017. <https://www.businessnewsdaily.com/4245-swot-analysis.html>.
- Gilje, Nils, and Harald Grimen. 1993. *Samfunnsvitenskapenes Forutsetninger*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Graham, Karen. 2017. *Digitaljournal.com*. November 1. Accessed November 7, 2017. <http://www.digitaljournal.com/tech-and-science/technology/texas-power-plant-only-facility-in-us-with-carbon-capture-storage/article/506540>.

- Hatti, Mustapha. 2014. *Operation and Maintenance Methods in Solar Power Plants*. Springer.
- Hirtenstein, Anna. 2017. *Bloomberg.com Solar Power*. Oktober 4. Accessed Oktober 23, 2017. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-10-04/dawn-of-solar-age-declared-as-pv-beats-all-other-forms-of-power>.
- Idsø, Johannes. 2014. *Snl.no Stordriftsfordeler*. Juni 9. Accessed November 21, 2017. <https://snl.no/stordriftsfordeler>.
- IEA Clean Coal Centre. 2005. *iea-coal.org.uk Life Extension of Coal Power*. Desember. Accessed Desember 1, 2017. <http://www.iea-coal.org.uk/documents/81405/5990/Life-extension-of-coal-fired-power-plants>.
- IEA. 2017. *iea.org Renewables*. Oktober 4. Accessed Oktober 23, 2017. <https://www.iea.org/renewables/>.
- . 2016. *World Energy Outlook 2016*. Paris : International Energy Agency.
- Investopedia. 2017. *Investopedia.com Porter*. Accessed November 15, 2017. <https://www.investopedia.com/terms/p/porter.asp>.
- Jortveit, Anne. 2017. *Energiogklima.no Klimarisiko*. September 11. Accessed November 2, 2017. <https://energiogklima.no/nyhet/klimarisiko-jeg-ville-ikke-satset-store-summer-pa-barentshavet-sier-thina-saltvedt/>.
- Kalyanaraman, Shivkumar. 2017. *Linkedin.com Understanding Coal Thermal Supply Chain India*. Juli 2. Accessed November 29, 2017. <https://www.linkedin.com/pulse/understanding-coal-thermal-power-supply-chain-india-kalyanaraman>.
- Kini, Jonathan. 2016. *Drax.com More Renewables*. Desember 13. Accessed November 30, 2017. <https://www.drax.com/energy-policy/more-renewable-power-great-but-how-does-my-business-actually-get-it/>.
- Kolios, Athanasios, and Maria Martinez Luengo. 2016. *Renewableenergy.com The End of the Line for Today's Wind Turbines*. Februar 26. Accessed Desember 1, 2017. <http://www.renewableenergyfocus.com/view/43817/the-end-of-the-line-for-today-s-wind-turbines/>.
- Kulturdepartementet. 2017. *Regjeringen.no Konkurranskrefter*. Accessed November 15, 2017. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2010-14/id628603/sec8>.
- Lamki, Bader Al. 2012. *Triplepundit.com Off Grid Renewable Energy*. August 14. Accessed November 24, 2017. <https://www.triplepundit.com/2012/08/off-grid-renewable-energy/>.
- Ledelsesspire.no. 2015. *Ledelsesspire.no Hva er en verdikjede*. Januar 27. Accessed November 15, 2017. <http://ledelsesspire.blogspot.no/2015/01/hva-er-en-verdikjede.html>.
- Lindstrøm, Peter. 2016. *Klaaveness.com Indian Coal Production*. Oktober 6. Accessed November 23, 2017. <https://klaaveness.com/can-indian-coal-production-match-a-rapidly-growing-demand/>.
- Manley, Jamie. 2016. *Greentechmedia.com Wasting Renewable Energy*. April 4. Accessed November 23, 2017. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/how-can-india-avoid-wasting-renewable-energy#gs.7S6MlaM>.

- Manum, Svein B., and Christian Haug Eide. 2017. *Snl.no Kull*. Juli 4. Accessed Oktober 25, 2017. <https://snl.no/kull>.
- Mathiesen, Karl. 2016. *Theguardian.com Suistnable Business Solar Growth*. Januar 31. Accessed November 28, 2017. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2016/jan/31/solar-power-what-is-holding-back-growth-clean-energy>.
- McCarthy, Niall. 2017. *Forbes.com Solar Employs More Than Fossil*. Januar 25. Accessed November 28, 2017. <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2017/01/25/u-s-solar-energy-employs-more-people-than-oil-coal-and-gas-combined-infographic/#7ebdad9f2800>.
- Mindtools. 2017 a. *Mindtools.com Porter's Five Forces*. Accessed November 15, 2017. https://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_08.htm.
- . 2017 b. *Mindtools.com Valuechain*. Accessed November 15, 2017. https://www.mindtools.com/pages/article/newSTR_66.htm.
- Morton, Adam. 2017. *Theguardian.com Coal in Decline*. August 23. Accessed November 21, 2017. <https://www.theguardian.com/environment/2017/aug/24/coal-in-decline-an-energy-industry-on-life-support>.
- Moylan, John. 2017. *Bbc.com UK Coal*. April 22. Accessed October 2, 2017. <http://www.bbc.com/news/uk-39675418>.
- Owen, David. 2010. *Newyorker.com The Efficiency Dilemma*. 20 Desember. Accessed Desember 12, 2017. <https://www.newyorker.com/magazine/2010/12/20/the-efficiency-dilemma>.
- Popovich, Nadja. 2017. *Nytimes.com Todays Energy Jobs are in Solar not Coal*. April 25. Accessed November 28, 2017. <https://www.nytimes.com/interactive/2017/04/25/climate/todays-energy-jobs-are-in-solar-not-coal.html>.
- Porter, Michael E., and Victor E. Millar. 1985. *Gospi.fr Competitive Advantage*. Juli. Accessed November 15, 2017. http://www.gospi.fr/IMG/pdf/how_information_gives_you_competitive_advantage-porter-hbr-1985.pdf.
- Pukhrem, Shivananda. 2013. *Solarlove.org How Solar Cells Work*. May 13. Accessed Desember 1, 2017. <http://solarlove.org/how-solar-cells-work-components-operation-of-solar-cells/>.
- Rissman, Jeffrey, and Robbie Orvis. 2017. *Forbes.com CCS Expensive Option*. Mai 3. Accessed Oktober 31, 2017. <https://www.forbes.com/sites/energyinnovation/2017/05/03/carbon-capture-and-storage-an-expensive-option-for-reducing-u-s-co2-emissions/2/#2ccf9b6be090>.
- Roos, Gøran, Georg Von Krogh, Johan Roos, and Lisa Fernstrøm. 2005. *Strategi - en innføring*. 4. Utgave. Bergen: Fagbokforlaget.
- Roselund, Christian. 2017. *Pv-magazine.com AES Claims World's Largest Battery Storage System*. Februar 1. Accessed Oktober 24, 2017. <https://www.pv-magazine.com/2017/02/01/aes-claims-worlds-largest-battery-storage-system/>.
- Shahan, Zachary. 2016. *Cleantechnica.com Energy Costs*. Desember 25. Accessed November 28, 2017. <https://cleantechnica.com/2016/12/25/cost-of-solar-power-vs-cost-of-wind-power-coal-nuclear-natural-gas/>.

- Shankleman, Jess, and Chris Martin. 2017. *Bloomberg.com Solar to beat Coal*. January 3. Accessed September 7, 2017. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-01-03/for-cheapest-power-on-earth-look-skyward-as-coal-falls-to-solar>.
- Staffell, Iain, and Richard Green. 2014. *Sciencedirect.com How Does Wind Farm Performance Decline with Age*. Accessed Desember 1, 2017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148113005727>.
- Statoil. 2017 b. *Statoil.com Hywind in Scotland*. Accessed Oktober 24, 2017. <https://www.statoil.com/en/news/hywindscotland.html>.
- . 2017 a. *Statoil.com Worlds First Floating Wind Park*. Oktober 18. Accessed Oktober 24, 2017. <https://www.statoil.com/no/news/worlds-first-floating-wind-farm-started-production.html>.
- Stopford, Martin. 2009. *Maritime Economics*. 3rd edition. Abingdon: Routledge.
- Strauss, William. 2017. *Canadianbiomassmagazine.ca Growing Demand for Pellets*. Januar 5. Accessed Okotober 10, 2017. <https://www.canadianbiomassmagazine.ca/pellets/growing-demand-for-pellets-6074>.
- Svartdal, Frode. 2012. *Snl.no Innsikt*. November 19. Accessed Oktober 27, 2017. <https://snl.no/innsikt>.
- Thompson, Cadie. 2014. *Cnbc.com Living Off the Grid*. November 27. Accessed November 24, 2017. <https://www.cnbc.com/2014/11/27/why-living-off-the-grid-will-get-a-lot-easier-in-25-years.html>.
- Thompson, Dorothy. 2017. *Drax.com Chief Executive Comments*. Februar 16. Accessed November 30, 2017. <https://www.drax.com/investors/chief-executive-comments-full-year-results/>.
- Thrän, Daniela, David Peetz, Kay Schaubach, Luca Benedetti, Lena Bruce, and ST Coelho. 2017. *ieabioenergy.com Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017*. June. Accessed October 2, 2017. http://task40.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/09/IEA-Wood-Pellet-Study_final-2017-06.pdf.
- United Nations. 2016. *Review of Maritime Transport*. Annual Report, New York and Geneva: United Nations Publication.
- Vikøren, Birger M. 2017. *Snl.no SWOT*. Juli 3. Accessed November 17, 2017. <https://snl.no/SWOT-analyse>.
- WDL. 2017. *Wdl.org*. Mai 24. Accessed November 21, 2017. <https://www.wdl.org/en/item/11368/>.
- White, Matthew. 2009. *Bl.uk The Industrial Revolution*. October 14. Accessed September 14, 2017. <https://www.bl.uk/georgian-britain/articles/the-industrial-revolution>.
- Whittaker, David. 2017. *Clarksons.net Indian Steam Coal Imports*. September 27. Accessed November 6, 2017. <https://sin.clarksons.net/features/details/49675>.
- Wilde, Robert. 2017. *Toughtco.com Coal in the Industrial Revolution*. March 26. Accessed September 14, 2017. <https://www.thoughtco.com/coal-in-the-industrial-revolution-1221634>.
- Wilkins, Alasdair. 2017. *Inverse.com Tesla Solar Roof*. November 2. Accessed November 9, 2017. <https://www.inverse.com/article/38033-elon-musk-tesla-solar-roof>.

- Wood Pellet Association of Canada. 2015. *Pellet.org Drax Fires up Biomass Power*. Accessed November 29, 2017. <https://www.pellet.org/wpac-news/drax-fires-up-biomass-power>.
- World Energy Council. 2016. *World Energy Resources 2016*. Annual Report, London: World Energy Council.
- World Nuclear Association. 2016. *World-nuclear.org*. Accessed September 8, 2017. <http://www.world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/clean-coal-technologies.aspx>.
- Zappa, Michelle. 2014. *Businessinsider.com Emerging Energy Technologies*. April 24. Accessed Desember 8, 2017. <http://www.businessinsider.com/17-emerging-energy-technologies-2014-4?r=US&IR=T&IR=T>.