



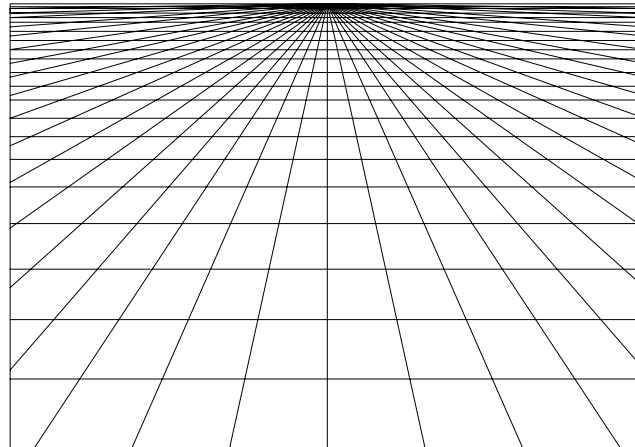
UNIVERSITY OF OSLO

FACULTY OF SOCIAL SCIENCES

Centre for technology,
innovation and culture P.O. BOX 1108 Blindern
N-0317 OSLO

TIK

Norway
<http://www.tik.uio.no>



TIK-MA-THESIS

Klimakamp og innovasjon av CO₂-håndtering

Et sosioteknologisk blick på Mongstadprosjektet anno 2009

Einar M. Rustad

2009

Antall ord: 39 989

Forord

Jeg ønsker å rette en stor takk til min veileder Stian Nygaard for hans hjelp, råd og raske tilbakemeldinger underveis i arbeidet med dette masterprosjektet. Hans hjelp og støtte har vært uvurderlig.

Jeg vil også uttrykke min takknemlighet overfor mine medstudenter på TIK-senteret. Takk for givende samtaler og utveksling av erfaringer rundt det å gjennomføre et masterprosjekt. En takk rettes også til mine venner som har bidratt med støtte og hjelp underveis i prosjektet.

Sist men ikke minst vil jeg takke min familie for støtte. En spesiell takk sendes til Hanne for hennes uvurderlige hjelp som har gjort at jeg har fått dette masterprosjektet i havn.

Sammendrag

Dette masterprosjektet omhandler hvordan arbeidet med å utvikle teknologier for CO₂-håndtering (CCS) på Mongstad kan bidra til innovasjon av slike teknologier. Mongstadprosjektet er en viktig politisk satsning i Norge, og et sentralt norsk bidrag i kampen mot global oppvarming. Det knytter seg imidlertid en rekke utfordringer til innovasjon av CCS. Mongstadprosjektet har potensial til å bidra til å overkomme noen av disse ved å bringe sammen myndigheter, teknologibrukere og teknologileverandører, og legge til rette for gjensidige tilpasninger og interaktive innovasjonsprosesser. Slik kan Mongstadprosjektet være med på å bake CCS inn i sin samfunnsmessige og sosiale kontekst, og gjøre det til et realistisk verktøy i klimakampen.

Til grunn for masterprosjektet ligger et systemisk perspektiv på innovasjon, og masterprosjektet analyserer Mongstadprosjektet som et *sosioteknologisk* eksperiment. For å si noe om Mongstadprosjektets bidrag til innovasjon av CCS tar studien utgangspunkt i et analytisk rammeverk basert på *strategisk nisjemanagement*. Dette analytiske rammeverket identifiserer fire aspekter som spesielt viktige for Mongstadprosjektets bidrag til innovasjon: utformingen av prosjektet, forventninger til teknologien og forventningsbygging, dannelsen av et aktørnettverk rundt teknologien og til slutt lærings- og artikuleringprosesser. Mongstadprosjektet analyseres i lys av disse aspektene.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	3
Sammendrag.....	5
1. Innledning.....	9
1.1. Teoretisk utgangspunkt	10
1.2. Forsknings spørsmål.....	10
1.3. Masterprosjektets begrensninger.....	11
1.4. Oppgavens struktur	11
2. Mongstadprosjektets bakgrunn og kontekst.....	13
2.1. Hva er CO ₂ -håndtering (CCS)?	14
2.1.1. Forklaring av teknologien - tre ulike alternativer for fangstteknologi.....	14
2.2. Hva er Mongstadprosjektet?.....	18
2.2.1. Steg 1 - Europeisk CO ₂ Teknologisenter Mongstad.....	19
2.2.2. Steg 2 - fullskala CCS	22
2.3. Den nasjonale politiske konteksten for Mongstadprosjektet - fra drakamp til månelanding	24
2.4. Den internasjonale klimapolitiske konteksten for Mongstadprosjektet	27
2.4.1. Innsikter fra FNs arbeid.....	27
2.4.2. Status for politisk satsing på CCS i verden i dag	28
3. Teori	31
3.1. Grunnleggende teoretisk rammeverk	31
3.1.1. Innovasjonsbegrepet.....	31
3.1.2. Lineære og interaktive innovasjonsmodeller	33
3.1.3. Et systemisk perspektiv på innovasjon.....	35
3.1.4. Et evolusjonært perspektiv på teknologisk og økonomisk utvikling	38
3.1.5. Teknologiske nisjer, regimer og landskap.....	40
3.2. Det analytiske rammeverket - strategisk nisjemanagement	46
3.2.1. Gjennomføringen av eksperimentet	48
3.2.2. Nøkkelprosesser for nisjedannelse	52
3.3. Forsknings spørsmål.....	56
4. Forskningsdesign og metode.....	57
4.1. Et casestudiedesign	58
4.1.1. En enkeltcasestudie	58
4.1.2. "Embedded" enkeltcasestudie	59
4.2. Operasjonalisering – fra forsknings spørsmål til variabler	60
4.3. Datakilder og datainnsamling.....	60
4.3.1. Intervjudata.....	61
4.3.2. Dokumentdata	63
4.4. Dataanalysen	64
4.5. Masterprosjektets validitet og reliabilitet	66
4.5.1. Begrepsvaliditet.....	66
4.5.2. Intern validitet	67
4.5.3. Ekstern validitet.....	67
4.5.4. Reliabilitet	67
5. Analyse.....	69
5.1. Utformingen av Mongstadprosjektet.....	71

5.1.1. Statens rolle i Mongstadprosjektet	72
5.1.2. Kan Mongstadprosjektet bidra til teknologisk fastlåsning?	74
5.1.3. Konkluderende betraktninger	79
5.2. Forventninger til teknologien	80
5.2.1 Ambisjonene innad i TCM	80
5.2.2. Motivasjoner for deltakelse i Mongstadprosjektet	83
5.2.3. Konkluderende betraktninger	95
5.3. Nettverksdannelse	97
5.3.1. Involvering av fremtidige teknologibrukere i TCM	97
5.3.2. Involvering av teknologileverandører i TCM	102
5.3.3. TCM og nettverksbygging overfor forskningsinstitusjoner	104
5.3.4. Konkluderende betraktninger	104
5.4. Artikuleringsprosesser	106
5.4.1. Tekniske artikuleringsprosesser	106
5.4.2. Artikuleringer av teknologiens miljømessige konsekvenser	109
5.4.3. Artikulering av komplementære teknologier og leverandørnettverk	110
5.4.4. Institusjonelle artikuleringer og tilpasninger	112
5.4.5. Konkluderende betraktninger	115
6. Oppsummering og konklusjon	117
6.1. Viktige funn og konklusjoner - egenskaper og utfordringer ved Mongstadprosjektets evne til å bidra til innovasjon av CCS	117
6.2. Perspektivet hevet – CCS og sosioteknologiske konfigurasjoner	124
6.3. Et kritisk blikk på masterprosjektet og anbefalinger til videre forskning	125
7. Referanseliste	127
Appendiks 1 - Gjennomføringsavtalen	132
Appendiks 2 – Pressemelding, Olje- og energiminister Terje Riis-Johansen	139
Appendiks 3 – Pressemelding, Statsminister Jens Stoltenberg	141
Appendiks 4 - Intervjuguide	143
Appendiks 5 – TCM faktaark (se neste side)	146

1. Innledning

Av og til er det vanskelig å se storheten i det vi gjør når vi gjør det. Jeg tror at når historien om gasskraftverket på Mongstad skal skrives blir det historien om et viktig gjennombrudd for miljøet. Gasskraftverket på Mongstad skal ha et anlegg for CO₂-rensing som blir det første og det største i sitt slag. Lykkes vi med dette vil det bringe verden viktige skritt fremover. - Statsminister Jens Stoltenberg, februar 2007 (Appendiks 3).

I en verden som er totalt avhengig av fossile energikilder for å dekke energibehovet vil CO₂-håndtering etter alt å dømme spille en viktig rolle i kampen mot global oppvarming og farlige klimaforandringer (UNDP 2007). Dersom man skal unngå alvorlige klimaforandringer må utslippskuttene skje raskt. Det er lite som tyder på at man vil klare å utvikle teknologier for fornybar energi og erstatte bruken av fossile energikilder i raskt nok tempo til å unngå drastiske klimaforandringer (UNDP 2007). CO₂-håndtering kan derfor bli en sårt tiltrengt bru fra et fossilt energiregime over mot et fornybart energiregime.

Det knytter seg derfor store forhåpninger til prosjektet for å realisere CO₂-håndtering ved StatoilHydros gasskraftverk på Mongstad i Nordhordland, noe sitatet ovenfor vitner om. Dette prosjektet, fra nå av kalt Mongstadprosjektet, er et teknologiutviklingsprosjekt med potensielt stor betydning både nasjonalt og internasjonalt. Mongstadprosjektet er et viktig konkret bidrag fra Norge i kampen mot klimaforandringer internasjonalt, samtidig som prosjektet er nært knyttet opp mot Norges petroleumsindustri. Prosjektet består av to faser. I den første skal man bygge et testsenter for utvikling av fangstteknologier, og i den andre skal man realisere fullskala CO₂-håndtering på gasskraftverket. Det haster å utvikle teknologier for CO₂-håndtering og få på plass mekanismer som gjør disse kommersielt attraktive, og Mongstadprosjektet har forutsetninger for å bidra til nettopp dette. Det er disse forutsetningene som vil bli nærmere undersøkt i dette masterprosjektet, gjennom problemstillingen: *Hvordan kan Mongstadprosjektet bidra til nisjedannelse og innovasjon av CO₂-håndtering?*

1.1. Teoretisk utgangspunkt

For å drøfte denne problemstillingen vil jeg i dette masterprosjektet ta utgangspunkt i et praktisk-teoretisk rammeverk for utvikling av miljøvennlige teknologier som heter *strategisk nisjemanagement* (SNM). SNM bygger på innovasjonssystemtradisjonen, og ser innovasjonsprosesser som et samspill mellom teknologier og deres sosiale og samfunnsmessige kontekster. SNM er opprinnelig utviklet for å være en strategi myndigheter og andre aktører, som eksempelvis industriselskaper, kan følge for å stimulere til innovasjon av bærekraftige teknologier. Mongstadprosjektet har ikke adoptert en slik strategi offisielt, men prosjektet er organisert slik at det allikevel vil kunne være fruktbart å analysere det ved hjelp av innsikter fra SNM. Dette henger sammen med at Mongstadprosjektet er et prosjekt som ikke bare vil innebære rene teknologiske læringsprosesser, men også læringsprosesser i forhold til teknologiens møte med dens sosiale og samfunnsmessige kontekst. Fire underspørsmål er utviklet på bakgrunn av SNM, og disse beskrives i det følgende.

1.2. Forskningsspørsmål

Hvert av forskningsspørsmålene nedenfor er basert på egenskaper ved innovasjonseksperimenter som SNM skisserer som viktige for innovasjonsprosessene. Spørsmålene vil således belyse ulike sider ved Mongstadprosjektet som har betydning for hvordan det kan bidra til innovasjon av CO2-håndtering.

- I. *I hvilken grad kan utfordringer i forhold til utformingen av Mongstadprosjektet påvirke dets bidrag til innovasjon av CO2-håndtering?*
- II. *Hvilke forventninger til teknologien har aktørene i Mongstadprosjektet, og hvordan kan prosjektet bidra til å skape slike forventninger?*
- III. *Hvordan bidrar Mongstadprosjektet til å skape et nettverk av aktører rundt CO2-håndtering?*
- IV. *Hvordan kan Mongstadprosjektet bidra til lærings- og artikuleringsprosesser som kan få betydning for innovasjon av CO2-håndtering?*

1.3. Masterprosjektets begrensninger

Dette masterprosjektet er gjennomført på et tidlig stadium av Mongstadprosjektet. I skrivende stund er planleggings- og prosjekteringsfasen av testsenteret på Mongstad gjennomført, og Stortinget har akkurat vedtatt at Staten skal finansiere prosjektet som planlagt. Man vil sannsynligvis innen kort tid foreta en investeringsbeslutning for testsenteret. Arbeidet med fullskalaanlegg på Mongstad er fremdeles i startgropa. Derfor vil denne studien i stor grad basere seg på data fra den første fasen av Mongstadprosjektet. Videre er det først og fremst fangstteknologier som står i fokus i Mongstadprosjektet, slik at teknologier for transport og lagring av CO₂ ikke er eksplisitt behandlet i dette masterprosjektet. Fangstteknologier representerer imidlertid et avgjørende ledd for innovasjon av CO₂-håndtering. Innovasjon av fangstteknologier kan ikke ses isolert fra innovasjon av CO₂-håndtering som helhet. Av den grunn omhandler forskningsspørsmålene CO₂-håndtering, og ikke kun fangstteknologier.

1.4. Oppgavens struktur

Kapittel 2 redegjør for viktige aspekter ved Mongstadprosjektets bakgrunn og kontekst. Dette kapitlet gir dermed leseren en innføring i den grunnleggende empirien som danner grunnmuren for dette masterprosjektet. Dette inkluderer informasjon om hva CO₂-håndtering er, hvordan Mongstadprosjektet er organisert, samt visse egenskaper ved den politiske konteksten som omgir prosjektet.

Kapittel 3 gir leseren en innføring i teorien som ligger til grunn for prosjektet og analysen. Dette kapitlet er todelt. I den første delen beskrives grunnleggende teoretiske begreper og konsepter som er relevante. Den andre delen bygger på innsiktene fra den første delen, og beskriver det analytiske rammeverket som anvendes i dette masterprosjektet – strategisk nisjemanagement (Kemp et al. 1998).

Kapittel 4 redegjør for masterprosjektets forskningsdesign og metode. Dette omfatter blant annet koblingen mellom teori og data, hvilke data som er anvendt, samt aspekter ved kvaliteten på masterprosjektet.

Kapittel 5 er analysekapittelet, der data og teori kobles sammen i et forsøk på å besvare forskningsspørsmålene. Kapittelet er organisert i fire hoveddeler, basert på hvert sitt forskningsspørsmål.

Til slutt, i kapittel 6, kommer en oppsummering der innsiktene utviklet i kapittel 5 ses i lys av teorien. Dette kapittelet vil også presentere noen kritiske bemerkninger omkring dette masterprosjektet, og samtidig komme med anbefalinger til videre forskning.

2. Mongstadprosjektets bakgrunn og kontekst

Dette kapitlet vil redegjøre for sentrale aspekter knyttet til bakgrunnen for Mongstadprosjektet, samt egenskaper ved teknologien og de kontekstuelle betingelsene som omgir denne. Kapittel 2.1 byr på en redegjørelse for hva CO₂-håndtering innebærer. I dette masterprosjektet er fokuset rettet mot fangstteknologier, og kapitlet vil gi en kort beskrivelse av de tre viktigste teknologiske prinsippene for fangst av CO₂. I kapittel 2.2 vil Mongstadprosjektet beskrives. Beskrivelsen tar for seg hva gjennomføringen av Mongstadprosjektet innebærer, og beskriver de to fasene i prosjektet. Dette kapitlet vil også gi en kort beskrivelse av de ulike aktørene som medvirker i Mongstadprosjektet. Kapittel 2.3 redegjør kort for det politiske spillet i Norge som ledet frem mot Mongstadprosjektet, og viser til noen relevante perspektiver fra tidligere litteratur om innovasjon av CCS i Norge. Kapittel 2.4 gir en oversikt over sentrale aspekter ved den internasjonale klimapolitiske konteksten som omgir Mongstadprosjektet. Dette innebærer en kort beskrivelse av resultatene fra FNs arbeid på området, samt noen ord om andre lands arbeid med utvikling av teknologier for CO₂-håndtering.

2.1. Hva er CO₂-håndtering (CCS)?

CCS betegner en prosess bestående av fangst, transport og lagring av CO₂. Først må man fange CO₂-utslippene fra store punktutslipp. Deretter må den fangede CO₂en transporteres til lagringsdeponier, i form av underjordiske geologiske formasjoner hvorfra CO₂en ikke vil lekke ut i atmosfæren. Med punktutslipp menes alle ikke-mobile utslippskilder. Fremtredende eksempler på store punktutslipp inkluderer kullkraftverk og andre kraftverk basert på fossile energikilder, petroleumsraffinerier og sementfabrikker. I dag står 4000 store punktutslipp for 40 prosent av verdens samlede CO₂-utslipp (Kristoffersen et al. 2008: 21). Svært mange av disse punktutslippene er kullkraftverk. På bakgrunn av dette er det klart at CCS er et teknologiområde med et stort og viktig potensial i kampen mot klimaforandringene. Imidlertid er CCS et teknologiområde som befinner seg på et forholdsvis tidlig utviklingsstadium. Dersom man skal kunne ta i bruk CCS i stor skala må teknologiene utvikles og forbedres, blant annet ved å bli mer energi- og kostnadseffektive.

Når dette skrives befinner Mongstadprosjektet seg på et tidlig stadium der arbeidet i all hovedsak omhandler fangstteknologier. Derfor er det også først og fremst fangstteknologier dette masterprosjektet kan si noe om. Når betegnelsen ”CCS” allikevel brukes gjennomgående i teksten er dette fordi resonnementene ofte angår CCS som et helhetlig teknologifelt, der utvikling av fangstteknologier spiller en særlig viktig rolle på nåværende stadium.

Per i dag finnes det en rekke demonstrasjonsanlegg for fangst rundt om i verden, men ingen store fullskalaanlegg med en komplett løsning for fangst, transport og lagring av CO₂. De ulike demonstrasjonsprosjektene baserer seg på forskjellige teknologiske alternativer.

2.1.1. Forklaring av teknologien - tre ulike alternativer for fangstteknologi

Det er vanlig å dele fangstteknologiene inn i tre hovedkategorier basert på når i prosessen CO₂ fanges. De tre teknologiske hovedkategoriene er: post-combustion, pre-combustion og oxyfuel. Målsetningen ved redegjørelsen under er å gi en generell oversikt over disse fangstteknologienes status per i dag. Redegjørelsen vil således være av en generell karakter som ikke går i detalj på teknologienes tekniske spesifikasjoner, men kun inkluderer grunnleggende aspekter. Det eksisterer riktignok flere teknologiske alternativer enn de tre kategoriene som presenteres her,

men disse befinner seg foreløpig på et svært tidlig utviklingsstadium og er derfor ikke inkludert i denne beskrivelsen. Figur 1 nedenfor gir en grafisk fremstilling av de tre teknologiske alternativenes modenhetsgrad og forbedringspotensial for anvendelse på kullkraftverk og gasskraftverk.

2.1.2.1. Post-combustion

Post-combustion, eller etterrensing, betegner prosessen ved å fange CO₂ fra eksosgass etter forbrenning. Det finnes to ulike teknologiske alternativer for etterrensing som er under demonstrasjon i dag. Disse er aminteknologi og karbonatteknologi¹. I skrivende stund er aminteknologien det mest utviklede og modne teknologiske alternativet for fangst av CO₂. Denne teknologien har vært i bruk lenge for å fremskaffe CO₂ til industrielt bruk, som for eksempel produksjon av diverse næringsmidler. Siden 1978 har man på verdensbasis bygd 10 større fangstanlegg der man fanger CO₂ fra avgasser slik at den kan brukes industrielt (Buch 2004).

Som det fremgår av navnet er aminteknologi basert på kjemikalier som kalles aminer. Enkelt forklart går prinsippet ut på at aminer blandes med vann til en absorpsjonsvæske, som binder til seg CO₂ når den kommer i kontakt med røykgass. Dette foregår i et høyt tårn som kalles et absorpsjonstårn. For at CO₂ skal binde seg til aminblandingen må røykgassen imidlertid kjøles ned på forhånd. Når aminblandingen har bundet til seg CO₂ føres den over i et nytt tårn, stripperen, der aminer og CO₂ separeres gjennom oppvarming. Dermed blir aminblandingen på ny klar for absorpsjon, mens CO₂-gassen komprimeres i påvente av transport. Denne syklusen krever store mengder energi. Den elektriske virkningsgraden ved et standard gasskraftverk vil synke fra 58 prosent til 51 prosent dersom man rens utslippene med aminteknologi. Dette forutsetter imidlertid at man kun fanger 85 prosent av den totale mengden CO₂ fra utslippene. Dersom man vil rens en høyere prosentandel krever dette betydelig mer energi (Kristoffersen et al. 2008: 24).

Aminteknologi er det teknologiske alternativet som per i dag er bredest egnet for anvendelse (Kristoffersen et al. 2008: 24). To faktorer danner grunnlaget for dette. Den første er at

¹ Karbonatteknologi kalles også "chilled ammonia"-teknologi.

teknologien er egnet for anvendelse på mange forskjellige utslippskilder, slik at den eksempelvis kan brukes både på kullkraftverk, gasskraftverk og sementfabrikker. Den andre er et resultat av at teknologien kan ettermonteres på allerede eksisterende utslippskilder. På grunn av at aminanlegg består av temmelig store konstruksjoner forutsetter ettermontering imidlertid at det er ledig plass ved allerede eksisterende anlegg.

Karbonat teknologi baserer seg også på å binde CO₂, men i stedet for aminer bruker man nedkjølt ammoniakk. En fordel ved bruk av ammoniakk er at man trenger mindre energi for å separere CO₂ og ammoniakk enn hva tilfellet er med aminer. Dette er et pluss, da høyere energieffektivitet betyr reduserte kostnader. Imidlertid er ammoniakk et flyktigere kjemikalie enn aminer, noe som kan være problematisk i absorpsjonsprosessen. I skrivende stund er karbonat teknologien testet ut i liten grad, og slik det ser ut i skrivende stund vil det fjerde demonstrasjonsanlegget i verden stå på Mongstad.

2.1.2.2. Pre-combustion

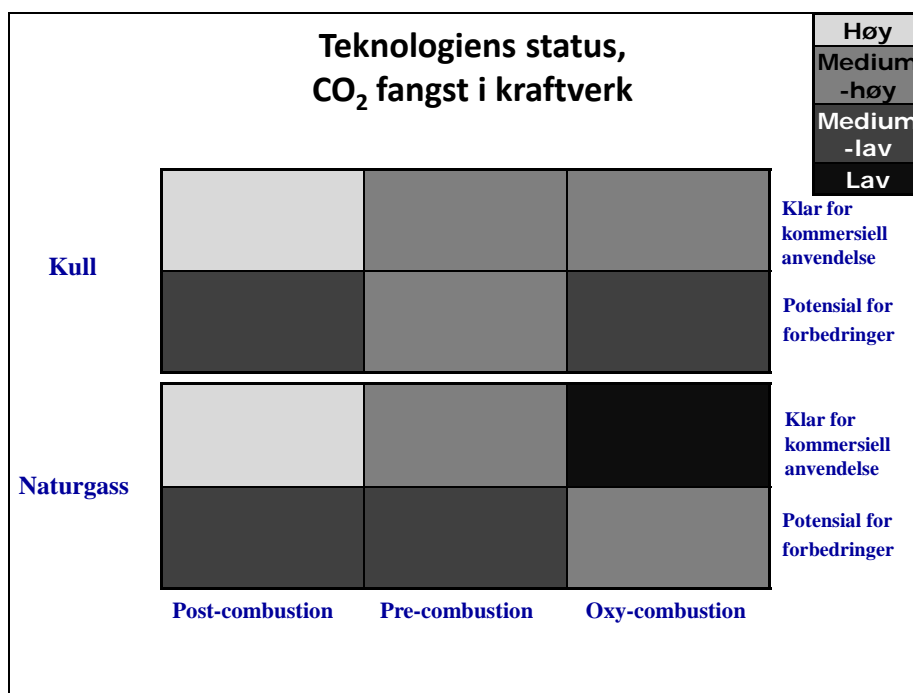
Pre-combustion innebærer at man fanger CO₂ før forbrenning, og fordelene med dette er at man kan fange tilnærmet all CO₂ fra brennstoffet. Anleggene vil dessuten ta mindre plass enn anlegg for post-combustion. Imidlertid kan ikke pre-combustion ettermonteres på allerede eksisterende utslippskilder, noe som begrenser teknologiens potensielle bidrag til å løse klimaproblemene. Derfor er denne teknologien ikke aktuell for bruk på Mongstad, men kun for anlegg som ikke er bygd enda. Den elektriske virkningsgraden for et gasskraftverk med pre-combustion blir redusert fra 58 prosent til mellom 44 og 47 prosent. En fremtredende utfordring ved pre-combustion er derfor å forbedre energieffektiviteten (Kristoffersen et al. 2008: 29).

2.1.2.3. Oxyfuel

Oxyfuel betegner en prosess der man i stedet for luft anvender ren oksygen i forbrenningen, noe som i utgangspunktet vil bedre kraftverkets energieffektivitet. Det krever imidlertid mye energi å skille ut ren oksygen fra luft, slik at forbedring av energieffektiviteten er en viktig utfordring også for oxyfuel-teknologien. Den elektriske virkningsgraden for et kraftverk med oxyfuel vil ligge på mellom 43 og 48 prosent (Kristoffersen et al. 2008: 31). Per i dag mangler man dessuten god nok

gassturbinteknologi til å utnytte teknologiens potensial fullstendig, da dagens gassturbiner ikke tåler de høye temperaturene som oppstår under forbrenning med ren oksygen (Kristoffersen et al. 2008: 32). En fordel med teknologien er at den gir tilnærmet null utslipp av CO₂. Imidlertid kreves det store ombygninger om man i fremtiden skal ettermontere oxyfuel-anlegg, noe som er en begrensning ved teknologien. I midten av 2008 startet det svenske selskapet Vattenfall det første pilotanlegget for teknologien: et kullfyrt 30 MW pilotanlegg lokalisert i Tyskland.

Figur 1



Kilde: Professor Olav Bolland, Gas Technology Centre NTNU-SINTEF²

² Teksten i figuren er oversatt fra engelsk.

2.2. Hva er Mongstadprosjektet?

Mongstadprosjektet er et begrep hentet fra statsminister Jens Stoltenberg, og betegner arbeidet med å realisere fullskala rensing av CO₂-utslippene fra StatoilHydros planlagte kraftvarmeverk på Mongstad utenfor Bergen (se Appendiks 3). Til grunn for Mongstadprosjektet ligger en gjennomføringsavtale (Appendiks 1) som ble inngått mellom Statoil ASA³ og Staten ved Olje- og energidepartementet i 2006. Det er Gassnova SF⁴ som i dag forvalter Statens interesser i Mongstadprosjektet.

Gjennomføringsavtalen kom som en følge av at Statoil, i forbindelse med planene om å oppgradere sitt raffineri på Mongstad, søkte om konsesjon og utslippstillatelse for bygging av et gassfyrte kraftvarmeverk. Uten forsinkelser vil kraftvarmeverket, som har fått navnet ”Energiverk Mongstad”, stå ferdig rundt årsskiftet 2009/2010. Da vil det levere 350 MW varme og 280 MW elektrisk kraft, og årlig slippe ut 1 300 000 tonn CO₂ (Olje- og energidepartementet 2006). På bakgrunn av Norges internasjonale klimaforpliktelser og regjeringens bestemmelser i Soria Moria-erklæringen⁵ ville imidlertid ikke Staten åpne opp for bygging av Energiverk Mongstad med mindre man også sørger for fullskala CCS for CO₂-utslippene. Men dette er enklere sagt en gjort. Per i dag befinner CCS seg på et tidlig utviklingsstadium, og man har aldri før i verden bygget et fangstanlegg i så stor skala som det man vil behøve på Mongstad. Med andre ord er det et betydelig behov og potensial for teknologiske forbedringer, samt reduksjon av kostnader og risiko i forbindelse med teknologien. Derfor ble partene enige om en strategi bestående av to faser for realisering av fullskala CCS på Mongstad. Det er hovedtrekkene ved denne strategien som er nedfelt i gjennomføringsavtalen. De to fasene omfatter en testfase med drift og bygging av et testanlegg på Mongstad, og en fase der man realiserer fullskala CCS for Energiverk Mongstad. I tillegg har man bestemt at man i den siste fasen også skal bygge et fangstanlegg for krakkeranlegget ved raffineriet på Mongstad. I gjennomføringsavtalen blir de to fasene omtalt

³ Siden den gang har Statoil og Hydro slått seg sammen til StatoilHydro.

⁴ Gassnova er et statsforetak som ble stiftet av Olje- og energidepartementet 3. juli 2007. Foretaket er underlagt Olje- og energidepartementet, og forvalter også Statens øvrige interesser knyttet til CCS. Øvrige prosjekter i regi av Gassnova inkluderer arbeidet med realisering av CCS ved Naturkrafts gasskraftverk på Kårstø, og forskningsprogrammet CLIMIT som Gassnova administrerer i samarbeid med Norges Forskningsråd.

⁵ Soria Moria-erklæringen er dokumentet som beskriver den politiske samarbeidsplattformen som ligger til grunn for Stoltenberg 2-regjeringen (2005-).

som steg 1 og steg 2. Gjennomføringsavtalen fastslår at begge fasene skal være tilbakelagt innen 2014, og at det da skal være fullskala CCS av Energiverk Mongstad, ”*hensyn tatt til normal industripraksis for sikker og rasjonell gjennomføring av slike prosjekter*” (Appendiks 1: 5). Fullskala CCS fra Energiverk Mongstad i 2014 er også et av vilkårene i utslippstillatelsen for Energiverk Mongstad (Olje- og energidepartementet 2006).

Det følgende vil redegjøre for de to trinnene i Mongstadprosjektet basert på tilgjengelige dokumenter og intervjudata. På grunn av at Mongstadprosjektet i skrivende stund befinner seg i tidlig fase er det imidlertid mange vedtak som ennå ikke er fattet, og mange oppgaver som gjenstår. I steg 1 er man i ferd med å utarbeide en investeringsbeslutning for testanlegget, og man arbeider med å få energiselskaper med i prosjektet. I steg 2 har man ikke kommet lenger enn at man har utarbeidet en plan for hvordan man kan gjennomføre denne fasen. Denne planen kalles Masterplan Mongstad (StatoilHydro 2009).

2.2.1. Steg 1 - Europeisk CO2 Teknologisenter Mongstad

Det første trinnet omtales i gjennomføringsavtalen (Appendiks 1: 3) som ”*etablering av et første CO2-fangstanlegg og målrettet utvikling av teknologi [...] på Mongstad*”. I denne fasen skal partene sammen etablere et teknologiselskap/partnerskap som skal bygge et testanlegg med kapasitet til å fange opptil 100 000 tonn CO₂ i året på Mongstad. Med dette anlegget skal man for det første ”*identifisere, utvikle, teste og kvalifisere mulige teknologiske løsninger*”, og for det andre ”*reducere kostnadene og risikoen forbundet med bygging og drift av fullskala anlegg for CO2-fangst*” (Appendiks 1: 3). Dette anlegget har fått navnet *Europeisk CO2 Teknologisenter Mongstad* (TCM). Avtalen sier opprinnelig at Staten ”*har ansvar for etablering av en transport og disponeringsløsning for CO2*” fra testanlegget (Appendiks 1: 4). Dette har man imidlertid gått tilbake på senere, slik at fanget CO₂ fra testanlegget ikke vil lagres, men slippes ut i atmosfæren. Tidsplanen var opprinnelig at testanlegget skal stå ferdig samtidig med oppstart av Energiverk Mongstad i 2010, men på grunn av forsinkelser vil anlegget ikke stå ferdig før mot slutten av 2011. I følge avtalen skal StatoilHydro ha en eierandel på 20 prosent i teknologiselskapet/partnerskapet, mens Statens eierandel i utgangspunktet er 80 prosent. Imidlertid har Staten, gjennom Gassnova, anledning til å ”*aktivt invitere andre selskaper som*

medeiere i Teknologiselskapet noe som vil redusere Statens andel i Teknologiselskapet tilsvarende” (Appendiks 1: 3).

2.2.1.1. Planleggings- og prosjekteringsfasen – aktiviteter og involverte aktører

I skrivende stund (mai 2009) har partnerskapet avsluttet planleggingsfasen av testanlegget, og vil i løpet av den nærmeste tiden foreta en investeringsbeslutning. I planleggingsfasen har man utviklet mål for prosjektet og planlagt utbygningen av testsenteret. I denne fasen har tre energiselskaper deltatt i partnerskapet sammen med Gassnova og StatoilHydro: Shell, Dong Energy og Vattenfall.

Shell er et av verdens største energiselskaper, og har sitt hovedkvarter i Nederland. De er involvert i en rekke aktiviteter innen energi og petroleum både nedstrøms og oppstrøms, noe som gjør CCS til et teknologiområde som kan spille en viktig rolle for deres fremtidige aktiviteter.

Dong Energy er et av Nord-Europas ledende energiselskaper, og har hovedkvarter i Danmark. I likhet med Shell er også Dong Energy involvert både oppstrøms og nedstrøms innen energi og petroleum, slik at CCS vil kunne være viktig for selskapets aktiviteter i fremtiden. Dong Energy er også direkte berørt av Mongstadprosjektet i den forstand at det er Dong Energy som skal bygge, eie og drive Energiverk Mongstad i 20 år fremover.

Svenske *Vattenfall* er et av Europas ledende energiselskaper innen elektrisitet. De er involvert i alle stadier av verdikjeden for elektrisitet: produksjon, overføring, distribusjon og salg. På sine nettsider⁶ gir selskapet inntrykk av å ha et sterkt fokus på CCS. De skriver: “*As a user of fossil fuels, Vattenfall is one of the owners of the climate change issue. Therefore, we have a responsibility to take initiatives and lead the way*”, og beskriver videre CCS som et verktøy som gir “*breathing space by building a bridge to the future*” (Josefsson 2009).

I skrivende stund er det usikkert om noen av disse energiselskapene vil ta del i det videre partnerskapet i TCM og kjøpe eiendeler fra Staten. Forhandlinger om dette pågår.

⁶ www.vattenfall.com

Da man i 2007 laget partnerskapet som har samarbeidet i planleggingsfasen bestemte man at alle partene skulle være likeverdige og bidra med like mye. Det primære målet for TCM er kompetansebygging, og alle partene skal ha tilgang på den samme informasjonen slik at nytteverdien blir den samme. Likeverdigheten i prosjektet blir blant annet sikret gjennom en styringskomité der alle partnerne er representert og har lik stemmerett. Denne styringskomiteen møtes jevnlig og tar alle beslutninger. Videre etablerte man et prosjekt som fikk ansvaret for å gjennomføre planleggingsfasen og senere også gjennomføringsfasen. Man opplevde imidlertid underveis i 2007 at det ble vanskelig for styringskomiteen å følge opp dette prosjektet fra dag til dag, da styringskomiteen har begrenset kapasitet. Derfor bestemte man at StatoilHydro skulle bruke sin interne prosjektorganisasjon til å følge opp prosjektet, og at prosjektet skulle rapportere til styringskomiteen underveis. Denne prosjektorganisasjonen er en den samme som gjennomfører alle byggeprosjekter for StatoilHydro.

Et viktig element i planleggingsfasen har vært å velge ut hvilke teknologier man skal teste ut ved testanlegget. Man har valgt ut to forskjellige teknologiske løsninger for uttesting i TCM: amineteknologi og karbonatteknologi. Det norske selskapet Aker CleanCarbon er valgt ut som leverandør av aminanlegget, mens franske Alstom er valgt ut som leverandør av karbonatanlegget.

Aker CleanCarbon er et selskap i den norske Aker-gruppen. På sine nettsider skriver selskapet at de ble dannet i 2007 ”as a vehicle to accelerate and commercialise Aker’s efforts to develop CCS management. The company’s origins lie in Aker Solutions, where engineers worked on carbon capture technology since the early 1990s”⁷. Også i dag samarbeider selskapet tett med Aker Solutions. Aker CleanCarbon har tidligere blant annet gjennomført de tekniske forstudiene for det planlagte fangstanlegget på Kårstø.

Franske *Alstom* er et stort multinasjonalt selskap, og er en av verdens ledende selskaper innen transport- og energiinfrastruktur. Deres virksomhet inkluderer produksjon av både enkeltsystemer og fullstendige løsninger for kraftproduksjon. Alstoms anlegg i TCM vil være det siste i en serie

⁷ <http://www.akercleancarbon.com/section.cfm?path=417,453> (tilgjengelig den 27. mars 2009).

på fire karbonatanlegg som selskapet vil bygge før de ser for seg at teknologien når et kommersialiserbart stadium. Det første anlegget i denne serien er et mindre demonstrasjonsanlegg på et kullfyrt kraftverk i USA, og dette anlegget har vært i drift siden juni 2008. Det andre demonstrasjonsanlegget er på samme størrelse som det første, og ble satt i drift mars/april 2009 på et oljefyrt kraftverk i Sverige. Det tredje vil være et stort demonstrasjonsanlegg montert på et kullkraftverk i USA. Dette er i skrivende stund under bygging, og vil ha noe større fangstkapasitet enn anlegget i TCM. Sistnevnte vil være det eneste i rekken som vil være montert på et gassfyrt kraftverk.

Alle TCM-partnerne var involvert i valget av disse to leverandørene. Innad i prosjektet for gjennomføringen av planleggingsfasen ble det opprettet en nettverksmodell for å forberede grunnlaget for valg av teknologileverandører. Alle partnerne deltok i dette nettverksarbeidet. Beslutningene ble truffet av styringskomiteen, der alle partnerne er representert. Det finnes også en teknisk komité der alle partnerne deltar med en ekspert hver. Teknisk komité har som oppgave å gi råd til styringskomiteen om tekniske spørsmål dersom styringskomiteen har behov for dette.

2.2.2. Steg 2 - fullskala CCS

Som nevnt befinner arbeidet med steg 2 av Mongstadprosjektet seg på et tidlig stadium når dette skrives. StatoilHydro har til nå utarbeidet Masterplan Mongstad, som

vil være en del av grunnlaget for Steg 2-avtalen som skal inngås mellom norske myndigheter og SH om fullskala CO₂-fangst på Mongstad. Masterplanen og Steg 2-avtalen vil danne grunnlaget for de beslutninger som er påkrevd for etablering av et fullskala fangstanlegg på Mongstad (StatoilHydro 2009: 1).

I tråd med bestemmelsene i gjennomføringsavtalen omfatter denne masterplanen konseptstudier for løsninger for fullskala CO₂-fangst. Den inneholder også redegjørelser rundt en del av de praktiske aspektene som det er viktig å få på plass i forbindelse med et slikt utbyggingsprosjekt, for eksempel arealbehov og behov for HMS-løsninger. Videre inneholder den en vurdering av hvilke andre utslippskilder på Mongstad som det kan være aktuelt å rense. Som nevnt over har denne vurderingen konkludert med at man også anbefaler å rense utslippene fra oljeraffineriets krakkeranlegg. Dette medfører at man må bygge to fangstanlegg på Mongstad, da røykgassene

fra Energiverk Mongstad og krakkeranlegget har forskjellig sammensetning. Disse to anleggene vil sammenlagt fange cirka to millioner tonn CO₂ årlig.

Masterplanen skisserer to alternative gjennomføringsplaner for steg 2 (StatoilHydro 2009: 7-9). I det første alternativet legger man opp til å følge den opprinnelige tidsplanen tettest mulig, med realisering av CCS på Energiverk Mongstad innen utløpet av 2014. På grunn av tidspress innebærer dette alternativet at man vil få begrenset læringsutbytte fra arbeidet i TCM. Videre vil utviklingen av karbonattekologien på dette tidspunktet sannsynligvis ikke ha kommet så langt at denne vil være et realistisk alternativ. Man blir derfor nødt til å bygge et fangstanlegg som baserer seg på aminteknologi. Hva angår krakkeranleggets fangstanlegg vil man imidlertid ha en videre tidsramme, med investeringsbeslutning tidligst i 2014. Dette medfører at karbonattekologien kan bli aktuell, og at man i større grad vil kunne få nytte av arbeidet i TCM.

I det andre alternativet legger man opp til å utsette realisering av CCS på Energiverk Mongstad, slik at tidsrammene for dette vil sammenfalle med tidrammene for realisering av CCS på krakkeranlegget. Dette alternativet medfører at begge fangstanleggene vil kunne trekke på erfaringene fra TCM. Man vil sannsynligvis også få muligheten til å velge mellom aminteknologien og karbonattekologien på begge anleggene.

2.3. Den nasjonale politiske konteksten for Mongstadprosjektet - fra drakamp til månelanding

I norsk petroleumsindustri har CCS vært i bruk for å redusere utslipp av CO₂ siden 1996 (Tjernshaugen og Langhelle kommende: 7). Dette året tok daværende Statoil i bruk teknologien offshore på gassfeltet Sleipner Vest i Nordsjøen. Dette er det eldste CCS-prosjektet i industriskala i verden, og ved Sleipner lagrer man en million tonn CO₂ per år. De teknologiske forutsetningene for dette prosjektet er imidlertid annerledes enn hva de er for store punktutslipp på land. Mongstadprosjektet innebærer derfor nybrottsarbeid. Erfaringene fra Sleipner vil allikevel være nyttige for lagringsdelen i fremtidige CCS-prosjekter.

Mongstadprosjektet oppstod i kjølvannet av en intens politisk drakamp mellom politiske partier, industri og miljøvernere om hvorvidt man i Norge skulle åpne for å bygge gasskraftverk for å møte det økende kraftbehovet i landet⁸. Debatten oppstod på 90-tallet, og utviklet seg til å bli en av de mest eksplosive miljøpolitiske sakene i Norge (Tjernshaugen og Langhelle kommende). Den politiske dramatikken nådde et høydepunkt i mars 2000, da Bondevik 1-regjeringen stilte kabinettsspørsmål og måtte gå av som en konsekvens av at de ikke ville være med på å la selskapet Naturkraft bygge gasskraftverk uten CCS. Den påfølgende og kortvarige Stoltenberg 1-regjeringen (2000-2001) åpnet opp for bygging uten CCS, men la imidlertid ikke CCS-ballen helt død. Sammen med LO opprettet de en arbeidsgruppe for å undersøke hvordan gasskraft på en miljøvennlig måte kan stimulere norsk sysselsetting. Dette la grunnlaget for en bredere politisk motivasjon for utvikling av CCS i Norge, der også fagbevegelsen så fordeler ved en satsning på teknologien. Visjonene om norsk industrivirksomhet innen CCS fikk ytterligere vind i seilene i perioden 2001 til 2005, mens Bondevik 2-regjeringen satt ved makten (Tjernshaugen og Langhelle kommende: 14). I årene etter Bondevik 1-regjeringens fall fikk således ideen om CCS en sterkere posisjon i det politiske landskapet, og bevilgningene til forskning og utvikling ble økt. 2002 medførte riktignok et tilbakeslag for forkjemperne for tidlig realisering av CCS i Norge. Stoltenberg 1-regjeringen hadde satt ned en kommisjon som fikk oppgaven med å se nærmere på forslagene om realisering av gasskraftverk med CCS i Norge. I 2002 leverte denne kommisjonen sin rapport. Denne rapporten advarte mot forhastet utbygging av fullskalaanlegg, da dette

⁸ Se Tjernshaugen og Langhelle (kommende) for en detaljert gjennomgang av den politiske bakgrunnen for Norges satsning på utvikling av CCS.

innebærer risiko for at man legger i vei på teknologiske blindveier. I stedet anbefalte rapporten en utviklingsstrategi bestående av tre trinn: først en fase med forskning og utvikling, deretter en fase med demonstrasjonsprosjekter, og til slutt en fase for kommersiell anvendelse av teknologien. Rapporten anslo den kommersielle fasen til å ligge minst 10 år frem i tid, altså ikke før i 2012 (Tjernshaugen og Langhelle kommende: 13). I intervjuene som ble gjort i forbindelse med dette masterprosjektet kom det frem at man per i dag ikke regner med at teknologien blir kommersielt lønnsom før tidligst i 2020.

Den anbefalte tretrinnsstrategien ble tatt til følge. I 2004 opprettet Bondevik 2-regjeringen et fond på 2 milliarder for miljøvennlig gasskraftteknologi, og utbyttet fra dette fondet skulle administreres av organisasjonen som senere ble døpt Gassnova SF. Pengene skulle gå til å finansiere demonstrasjonsprosjekter for gasskraft med CCS. Sammen med Norges Forskningsråd fikk Gassnova ansvaret for et forskningsprogram for CCS kalt CLIMIT, som blir finansiert med midler fra begge organisasjonene. Bondevik 2-regjeringen prøvde samtidig å presse Naturkraft og andre kraftverkbyggere til å være med på å finansiere CCS på sine anlegg. Dette fikk de imidlertid ikke gjennomslag for. Kraftverkbyggerne ville heller unnlate å bygge kraftverkene enn å bygge de med CCS, da sistnevnte alternativ ville være et tapsprosjekt. Finansiering av utbygging var og er således et sentralt problemområde for realisering av fullskala CCS.

Slik var situasjonen da Stoltenberg 2-regjeringen tok over regjeringsmakten etter stortingsvalget i 2005. I et regjeringssamarbeid med Senterpartiet og Sosialistisk Venstreparti var Arbeiderpartiets politiske spillerom annerledes enn hva som var tilfellet under Stoltenberg 1-regjeringen, der Arbeiderpartiet styrte alene. Senterpartiet hadde vært en av koalisjonspartnerne i Bondevik 1-regjeringen som gikk som følge av gasskraftsaken, og miljøvern har tradisjonelt vært en viktig del av Sosialistisk Venstrepartis profil. Tjernshaugen og Langhelle (kommende: 15) skriver:

It was clear to most observers that CCS would have to be a part of any political deal that united Labor and the Socialist Left Party behind a common energy policy. With this in mind, all three parties formulated election manifests that promised financial support for large-scale deployment of CCS.

Resultatet av denne situasjonen var at Stoltenberg 2-regjeringen etter valget lanserte en politisk plattform der man planla statlig subsidiering som et viktig politisk verktøy for realisering av

CCS. CCS på nye gasskraftverk skulle subsidieres, og Staten ville ta på seg ansvaret med å lede og finansiere utbyggingen av rørledninger for transport av CO₂ til geologisk lagring på den norske sokkelen. Det ble også bestemt at myndighetene skulle sponse fullskala CCS på Naturkrafts gasskraftverk på Kårstø. Kårstø er imidlertid et prosjekt som foreløpig ikke har latt seg gjennomføre, da kombinasjonen av høye gasspriser og lave kraftpriser har ført til at kraftverket i liten grad har vært i drift siden det stod ferdig. Prosjektet er i skrivende stund i en usikker fase.

Van Alphen et al. (2009) presenterer en analyse av det norske CCS-innovasjonssystemets funksjonalitet. Forfatterne påpeker at usikkerhet rundt realiseringen av fullskalaprosjekter har vært et hinder for stimulans av entreprenørvirksomhet og "learning by doing" rundt CCS i Norge (van Alphen et al. 2009: 50-51). Den finansielle usikkerheten rundt fullskalaprosjekter har videre vært et hinder for dannelsen av et norsk marked for CCS-teknologier (van Alphen et al. 2009: 51-52).

Da Statoil lanserte prosjektet med å bygge Energiverk Mongstad høsten 2006, førte det til intense forhandlinger innad i Stoltenberg 2-regjeringen og mellom Staten og Statoil. Resultatet av disse forhandlingene er Mongstadprosjektet, slik det er beskrevet ovenfor. Mongstadprosjektet er et storstilt innovasjonsprosjekt, og Statsminister Jens Stoltenberg karakteriserte det da som et "månelandingsprosjekt"⁹ (Tjernshaugen og Langhelle kommende: 16-17). Dette er et bilde han har fortsatt å bruke i nyttårstaler og andre sammenhenger, og det er med på å understreke hvilken symbolsk betydning utvikling av CCS har fått i norsk politikk. Van Alphen et al. (2009: 51) påpeker imidlertid at det har vært usikkert i hvilken grad regjeringen vil leve opp til de store ordene om Norges månelanding. Forfatterne antyder at usikkerheten kan føre til at innovasjonsprosessen for CCS vil mangle retning (van Alphen et al. 2009). I mai 2009 vedtok imidlertid Stortinget å finansiere TCM med inntil 80 prosent av kostnadene.

⁹ Se siste avsnitt i appendiks 3 for Stoltenbergs begrunnelse for bruken av "månelandingsprosjekt" som bilde på Norges satsning på CCS.

2.4. Den internasjonale klimapolitiske konteksten for Mongstadprosjektet

Mongstadprosjektet må sees i lys av de internasjonale forpliktelsene Norge har i forbindelse med reduksjon av klimagassutslipp, og da i særdeleshet Kyotoprotokollen. Norges totale utslipp har økt kraftig i forhold til hva Kyotoprotokollen foreskriver, der Norge fikk anledning til å øke de totale utslippene med ett prosentpoeng i forhold til utslippsnivået i 1990. Den manglende evnen til å overholde dette har vært et viktig argument mot å ytterligere øke utslippene ved å bygge gasskraftverk med store CO₂-utslipp. Dette kan være med på å forklare Norges satsing på CCS (Tjernshaugen 2008).

Siden Kyotoprotokollen ble vedtatt i 1997 har klimaproblematikken fått økt oppmerksomhet i offentligheten. Særlig i kjølvannet av at FNs klimapanel publiserte sin fjerde hovedrapport tidlig i 2007 har oppmerksomheten økt betraktelig. Også oppmerksomheten rundt den tidligere amerikanske visepresidenten Al Gore sin dokumentarfilm om klimaproblematikken, "An Inconvenient Truth" fra 2006, har spilt en rolle i denne sammenhengen. For sitt arbeid med klimaproblematikken fikk FNs klimapanel og Al Gore sammen Nobels fredspris i 2007.

2.4.1. Innsikter fra FNs arbeid

FNs klimarapport fra 2007 slår fast at menneskeskapte klimaforandringer er en realitet. Klimarapporten er utarbeidet av hundrevis av forskere verden over, med kompetanse innen en rekke forskjellige vitenskapelige fagfelt. På bakgrunn av den brede fagsammensetningen, samt klimapanelets objektive utgangspunkt, ble det vanskelig for både politikere og lekfolk å tvile på eksistensen av menneskeskapte klimaforandringer.

Klimapanelet skisserer skremmende konsekvenser av klimaforandringene, og advarer om at tiden er knapp for å komme problemene i møte. Konsekvensene inkluderer blant annet smelting av isen på Grønland og Vest-Antarktis slik at havnivået vil kunne stige med opptil flere meter, økosystemers kollaps og tap av biodiversitet, mer flom og ekstremvær, økt spredning av sykdommer, store befolkningsvandringer og større usikkerhet i tilgangen på mat og vann (UNDP 2007). Disse er noen generelle og sannsynlige konsekvenser, men sannheten er at vi ikke har fullstendig oversikt over hva konsekvensene av klimaendringene vil bli. Prosessene som ligger

bak eventuelle konsekvenser er imidlertid irreversible, noe som gjør akutte tiltak nødvendig. Klimapanelet anser en global gjennomsnittlig temperaturøkning på 2 °C over førindustrielt nivå som grensen for når klimaforandringene blir virkelig farlige. De mest pessimistiske fremtidsscenarioene fra klimapanelet, der vi fortsetter å slippe ut CO₂ som i dag, skisserer en økning på over 6 °C som sannsynlig. Selv de mest optimistiske fremtidsscenarioene, der vi gjør tiltak for å kutte CO₂-utslippene drastisk, anser faren for å overstige 2 °C for å være til stede (UNDP 2007: 34). For å begrense temperaturøkningene anbefaler FNs utviklingsrapport 2007/2008 en reduksjon av CO₂-utslipp på minst 50 prosent i forhold til 1990-nivå innen 2050 (UNDP 2007: 17). Et av de anbefalte tiltakene for å oppnå dette er økt satsning på CCS:

Increase financing, incentives and regulatory support for the development of breakthrough technologies, with a focus on Carbon Capture and Storage (CCS)—the United States should aim at 30 demonstration plants by 2015, and the European Union should have a comparable level of ambition (UNDP 2007: 17).

Mongstadprosjektet vil i denne sammenheng kunne være et viktig prosjekt som kan bidra til å fremme teknologiene.

2.4.2. Status for politisk satsing på CCS i verden i dag

CCS er et teknologiområde som er gjenstand for økende oppmerksomhet og forskningsaktivitet verden over. Det finnes en rekke forsknings- og utviklingsprosjekter spredt blant mange forskjellige land, og det er ikke mulig å presentere en fullstendig oversikt her¹⁰. Videre vil de enkelte lands prosjekter og grad av satsning på CCS ofte kunne endre seg i takt med endringer i det politiske landskapet, slik at det er vanskelig å si noe som vil ha permanent gyldighet.

Andreas Tjernshaugen (2008) beskriver en tendens der det er særlig to kategorier land som viser politisk satsningsvilje på CCS gjennom midler til forskning og utvikling. Disse er for det første store økonomier, som eksempelvis USA, og for det andre mindre økonomier med en sterk petroleumssektor, som eksempelvis Norge. I intervjuene som ble gjort i forbindelse med dette masterprosjektet kom det frem at USA, Kina, India, Australia, De Forente Arabiske Emirater og

¹⁰ En mer omfattende oversikt er å finne i rapporten "International CCS technology survey", utarbeidet av Innovasjon Norge på vegne av Gassnova (Innovasjon Norge 2008). Rapporten blir oppdatert to ganger i året.

Canada er land som sammen med Norge kan sies å være mer ambisiøse enn andre land hva angår CCS. I tillegg har også EU lansert en betydelig satsing på CCS. EUs teknologiplattform for nullutslipp fra fossil energi anbefalte i 2007 at EU sørger for utbygging av et nettverk med 10-12 demonstrasjonsprosjekter i stor skala. Som en del av tiltakene for å stable økonomien på beina i forbindelse med finanskrisen har EUs ledere utformet en avtale som innebærer 1050 millioner euro til realisering av sju CCS-prosjekter. Denne avtalen vil etter alt å dømme bli vedtatt den 5. mai 2009 (Hoff 2009). I tillegg arbeider EU med å legge lovverket til rette for at CCS skal bli mulig i stor skala.

3. Teori

Dette kapitlet vil redegjøre for det teoretiske rammeverket som ligger til grunn i dette masterprosjektet. Kapitlet er todelt. I den første delen diskuteres noen grunnleggende teoretiske innsikter rundt innovasjon og innovasjonsprosesser (3.1.). Først defineres innovasjonsbegrepet, hvorpå det vil bli redegjort for noen sentrale aspekter ved begrepet (3.1.1.). Denne grunnleggende innsikten er viktig for å kunne si noe om lineære versus interaktive modeller av innovasjonsprosessen (3.1.2.). Dette danner igjen grunnlaget for en redegjørelse rundt det systemiske perspektiv på innovasjon (3.1.3.). Denne redegjørelsen tar utgangspunkt i en beskrivelse av innovasjonssystemer. Dette masterprosjektet anvender riktignok ingen streng modell av innovasjonssystemer som grunnlag for analysen. Beskrivelsen av innovasjonssystemer er allikevel inkludert i dette kapitlet for å gi et generelt inntrykk av viktige aspekter og komponenter som faller inn under et systemisk perspektiv på innovasjon. Et slikt perspektiv er med på å danne grunnmuren for det analytiske rammeverket i dette masterprosjektet. Etter beskrivelsen av dette perspektivet vil noen grunnleggende konsepter om evolusjonær økonomi presenteres (3.1.4.). Disse konseptene representerer en forståelse som er viktig å ha med seg til neste del, som beskriver teknologisk utvikling som et resultat av samspeillet mellom nisjer, regimer og landskap (3.1.5.). Denne forståelsen er sentral for å forstå det analytiske rammeverket i dette masterprosjektet.

Den andre delen av teorikapitlet (3.2.) presenterer dette analytiske rammeverket. Det baserer seg på et praktisk-teoretisk verktøy som kalles strategisk nisjemanagement (SNM), som er utviklet for å være et verktøy for innovasjon av miljøteknologier. Det er beskrivelsene i dette kapitlet som danner grunnlaget for analysekapitlet og de variablene som anvendes i analysen. Kapittel 3.3 presenterer forskningsspørsmålene som er utviklet på grunnlag av det analytiske rammeverket.

3.1. Grunnleggende teoretisk rammeverk

3.1.1. Innovasjonsbegrepet

Innovasjon er ikke et begrep hvis betydning og kompleksitet lett lar seg fange i en kort definisjon. Jan Fagerberg (2005: 4) dekker allikevel de mest sentrale aspektene når han beskriver

en innovasjon som det første forsøket på å sette en ide om et nytt produkt eller en ny prosess ut i praksis. Dette er en generell definisjon som kan sies å bygge på Joseph Schumpeters (1883-1950) ideer om begrepet. Schumpeter var en østerriksk statsviter og økonom som i første halvdel av det forrige århundre la ned svært viktige teoretiske grunnsteiner for det som har utviklet seg til det vi i dag kan kalle innovasjonsstudier. Han anså innovasjon for å være en sentral drivkraft for økonomisk utvikling, og beskrev fem ulike kategorier innovasjon: nye produkter, nye produksjonsmetoder, utnyttelse av nye markeder, utnyttelse av nye forsyningskilder for ressurser og nye måter å organisere forretningsvirksomhet på (Schumpeter 1934). Spennet i disse kategoriene viser at innovasjonsbegrepet er mangfoldig og kan brukes i ulike sammenhenger. Da temaet i dette masterprosjektet er utvikling og innovasjon av CCS er nye produkter den kategorien som er mest relevant her.

Fagerbergs definisjon antyder et viktig skille mellom hva som kan kalles en *oppfinnelse* og hva som kan kalles en *innovasjon*. En oppfinnelse blir først en innovasjon i det øyeblikket den anvendes i praksis. Fagerberg (2005: 5) påpeker videre at innovasjonsprosesser stiller helt andre krav til involverte aktører enn hva som er tilfellet for rene oppfinnelsesprosesser. En vellykket innovasjonsprosess krever som regel ressurser, kunnskaper og evner av et langt større mangfold enn hva som er tilfellet i arbeidet med selve oppfinnelsen. Den krever med andre ord mye av innovatørene. I tillegg innebærer en vellykket innovasjonsprosess også at visse forutsetninger er på plass i forhold til den større samfunnsmessige konteksten som innovasjonsprosessen foregår i. For eksempel er en vellykket innovasjonsprosess for et nytt produkt under normale omstendigheter avhengig av at forholdene i markedet ligger til rette for kommersialisering. Dette er et særlig relevant eksempel hva angår teknologier som vil kunne bidra til bærekraftig utvikling, som CCS og fornybare energiteknologier. Slike teknologiers kommersialiseringspotensial avhenger av kontekstuelle faktorer som blant annet avgiftspolitik, miljøpolitikk, forbrukernes holdninger og kunnskaper og så videre (Jacobsson & Lauber 2006). Forhold ved innovasjonsprosessens samfunnsmessige kontekst representerer viktige aspekter i dette masterprosjektet, og bakgrunnen for dette behandles mer inngående i dette kapitlets avsnitt om systemisk innovasjon og strategisk nisjemanagement.

Den innledningsvise definisjonen av innovasjon omtaler *nye* produkter og prosesser. Man kan spørre seg i hvor utstrakt grad noe må være nytt før det kvalifiserer til å kalles en innovasjon. Er for eksempel en modifisering av egenskaper ved en allerede eksisterende teknologi en innovasjon? Et fangstanlegg for CO₂ består av mange forskjellige deler og oppfinnelser, og fangstprosessen består av flere ledd. Det er klart at det ved et slikt anlegg vil være rom for en rekke større eller mindre forbedringer som vil kunne gjøre fangstteknologien bedre og mer effektiv. I den forbindelse er det verdt å merke seg skillet mellom *inkrementelle* og *radikale* innovasjoner. Inkrementelle innovasjoner omfatter nettopp forbedringer av allerede eksisterende teknologier. De forekommer mer eller mindre kontinuerlig i alle industrier, og er ofte ikke resultater av bevisste forsknings- og utviklingsaktiviteter, men av "learning by doing" og "learning by using" (Freeman & Perez 1988: 45-46). For eksempel forekommer inkrementelle innovasjoner når ingeniører eller brukere i sitt møte med teknologien oppdager hvor det er potensial for forbedringer. Slike innovasjoner har isolert sett sjelden stor betydning, men samlet sett kan betydningen være stor. Dette er tydelig om man ser på nesten hvilken som helst teknologi vi omgir oss med i det daglige. Tenk bare på det samlede omfanget av alle de små men kontinuerlige forbedringene av mobiltelefoner de siste 15 årene.

Radikale innovasjoner er i motsetning til inkrementelle ofte et resultat av bevisste forsknings- og utviklingsaktiviteter rettet mot å løse bestemte problemer. Et klassisk eksempel på dette er Manhattanprosjektet, som førte til utviklingen av kjernekraft og atombomben. Både dette eksempelet og begrepet *radikal* antyder at konsekvensene av slike innovasjoner kan være dramatiske. De kan over tid føre til strukturelle og økonomiske endringer i et samfunn, noe man for eksempel ser antydninger til i forbindelse med internett. Det er imidlertid verdt å nevne at en radikal innovasjon ofte er avhengig av en rekke inkrementelle innovasjoner for å realisere sitt potensial. En radikal innovasjon vil ofte involvere innovasjoner innen både produkt, prosess og måter å organisere på. Dette gjelder også fangstteknologier for CO₂, som er avhengige av en rekke inkrementelle innovasjoner for å blant annet bli mindre kostnadskrevede.

3.1.2. Lineære og interaktive innovasjonsmodeller

Skillet mellom inkrementelle og radikale innovasjoner er med på å belyse problematiske aspekter ved oppfatningen av innovasjonsprosesser som *lineære*. Trevor J. Pinch og Wiebe E. Bijker

(1984) argumenterer for at en lineær modell av innovasjonsprosessen i de fleste tilfeller gir et uriktig bilde av hvordan innovasjonsprosesser faktisk foregår. Lineære modeller av innovasjonsprosesser tar som regel utgangspunkt i at kunnskap fra grunnforskning anvendes i praktisk rettet forskning og utvikling. Resultatene av den praktisk orienterte forskningen og utviklingen fører til utvikling av teknologier og produkter som videre produseres og til slutt anvendes av brukere (Pinch & Bijker 1984: 404-405, Williams & Edge 1996: 874). Innovasjonsprosessen blir i denne modellen betraktet som en enveiskjørt kausal kjede av hendelser. Slike fremstillinger tenderer til å betrakte teknologien som en fiks ferdig teknologisk løsning som er klar for produksjon og spredning, og lukker således teknologien inn i en "svart boks" der den ikke er tilgjengelig for videre undersøkelser og analyser (Latour 1987). Pinch og Bijker (1984) hevder at en slik forståelse av teknologien i de fleste tilfeller er feilaktig fordi den ikke tar hensyn til de sosiale aspektene ved en teknologi og dens møte med brukerne. Forfatterne anser teknologisk utvikling og innovasjon som et resultat av interaksjon mellom teknologi, brukere og produsenter. En slik forståelse av innovasjonsprosesser er i tråd med konseptet om inkrementelle innovasjoner, der teknologier kontinuerlig forbedres og forandres i møte med både forbrukere og aktører som er involverte i produksjonsprosessen. "Learning by doing" og "learning by using" fungerer som mekanismer for feedback fra de senere stadiene av innovasjonsprosessen tilbake på de tidligere. Slik feedback tas det ikke høyde for i den lineære innovasjonsmodellen.

Dette er heller ikke det eneste viktige aspektet man går glipp av ved å ikke vurdere den sosiale dimensjonen ved innovasjonsprosessen. Robin Williams og David Edge (1996: 873) beskriver hvordan den sosiale dimensjonen spiller en sentral rolle i innovasjonsprosesser:

Innovation is thus seen as a contradictory and uncertain process. It is not just a rational-technical 'problem solving' process; it also involves 'economic and political' processes in building alliances of interest (amongst, for example, supplier firms, technologists, potential users, funding bodies regulators) with the necessary resources and technical expertise, around certain concepts or visions of as yet unrealised technologies.

Dette sitatet antyder at innovasjonsprosesser bør betraktes som *interaktive* snarere enn lineære (Williams & Edge 1996: 874). Williams og Edge (1996: 875) skisserer videre sentrale egenskaper ved en interaktiv innovasjonsmodell:

The emerging *interactive* model conceives innovation as a complex social activity: an iterative, or spiral process that takes place through interactions amongst an array of actors and institutions involved and affected. Innovation is a process of struggle (Hård 1993) as well as a technical problem-solving process, involving interest articulation as well as learning processes.

Interaksjon er altså et sentralt element i innovasjonsprosesser, der ulike aktørers egenskaper, forståelser og interesser virker sammen og kontinuerlig gir retning til prosessen. Dette er i kontrast til den enveiskjørte lineære innovasjonsmodellen, og begge sitatene ovenfor antyder langt på vei flere av de sentrale aspektene som ofte er til stede i systemiske perspektiver på innovasjon. Gjennom systemiske perspektiver analyseres innovasjonsprosesser ved å ta utgangspunkt i at de finner sted innenfor ulike og til dels kompliserte systemiske størrelser. Systemiske perspektiver er etter hvert blitt utbredt blant de som studerer innovasjon (Fagerberg 2005: 6).

3.1.3. Et systemisk perspektiv på innovasjon

Utgangspunktet for et systemisk perspektiv på innovasjon er nettopp at innovasjonsprosesser ikke er et resultat av isolerte bedrifters bestrebelser, men et resultat av interaksjon mellom ulike aktører som er underlagt kontekstuelle betingelser. Det er vanlig å ta utgangspunkt i ulike former for *innovasjonssystem* når man anvender et systemisk perspektiv på innovasjon. Bruken av ordet "system" impliserer at det er snakk om en gruppe komponenter som ivaretar felles målsetninger, og innovasjonsbegrepet impliserer videre at disse målene er å bidra til utvikling, spredning og anvendelse av produkter og prosesser (Bergek et al. 2008: 408). Charles Edquist (2005: 183) definerer et innovasjonssystem slik: "*all important economic, social, political, organizational, institutional and other factors that influence the development, diffusion and use of innovations*". Dette er en svært generell definisjon som ved å favne over alt som faller inn under begrepet ikke sier så mye konkret om hva et innovasjonssystem representerer i praksis. For å anvende

innovasjonssystem som en teoretisk tilnærming er det i første omgang nødvendig å sette en grense for hva som skal inkluderes i innovasjonssystemet.

En slik avgrensning vil være basert på hva som er fokus for analysen. Det finnes flere typer avgrensninger, og valg av type avgrensning gjenspeiler hvilken det er mest hensiktsmessig å anvende i en bestemt sammenheng. Den første publikasjonen som benyttet seg av innovasjonssystem som teoretisk rammeverk omhandlet innovasjonssystemet innen et bestemt land (Japan), altså nasjonale innovasjonssystemer (Freeman 1987). Utover 1990-tallet utviklet innovasjonssystemlitteraturen flere ulike avgrensninger, som sektorielle innovasjonssystemer - innovasjonssystemer innenfor bestemte sektorer av næringslivet; regionale innovasjonssystemer - innovasjonssystemet innenfor en bestemt geografisk region; og teknologiske innovasjonssystemer - innovasjonssystemet for en bestemt kategori teknologier. Disse avgrensningene kan videre kombineres, slik at man for eksempel ved å kombinere nasjonale og teknologiske innovasjonssystemer kan studere det norske innovasjonssystemet for CCS-teknologier. En slik kombinasjon kan imidlertid være problematisk, da teknologisk innovasjon i økende grad foregår på tvers av landegrenser (Bergek et al. 2008: 409). Ved å analysere Mongstadprosjektet omhandler denne studien et viktig prosjekt innen det voksende teknologiske innovasjonssystemet for CCS-teknologier.

Det er viktig å påpeke at innovasjonssystem ikke kan kalles en teori i streng forstand. Dette henger sammen med at det ikke eksisterer noen bred enighet om hvordan innovasjonssystemer bør anvendes i praksis. Noen akademikere mener at man i sin omgang med begrepet bør være åpen og fleksibel, og unngå å overteoretisere og være for rigid. Motsatt mener andre at man bør forsøke å etablere fastere rammer og gi tilnærmingen et klarere teoretisk preg. Uenigheter som disse kan tilbakeføres til en til tider diffus begrepsbruk innad i litteraturen om innovasjonssystemer, samt at det selv innen avgrensningene nevnt ovenfor eksisterer uklarheter om akkurat hva som bør inkluderes og ikke inkluderes i systemet (Edquist 2005: 186). På bakgrunn av at innovasjonssystemtilnærmingen mangler klare og etablerte konsepter om kausale årsakssammenhenger og empiriske regulariteter argumenterer Edquist (2005: 186) for at innovasjonssystemer bør omtales som konseptuelle rammeverk snarere enn formelle teorier. Det er viktig å huske på at innovasjonssystemer i utgangspunktet er analytiske konstruksjoner, hvis

hensikt er å hjelpe oss til å forstå og analysere innovasjoners systemiske natur. Dette innebærer at aktiviteten og interaksjonen som foregår innad i et innovasjonssystem ikke nødvendigvis er av en så intensjonell og gjennomtenkt karakter som litteraturen om innovasjonssystemer ofte kan gi inntrykk av (Bergek et al. 2008: 408).

Til tross for uenighetene og uklarhetene skissert ovenfor finnes det like fullt noen grunnleggende komponenter som går igjen i ulike fremstillinger og analyser av innovasjonssystemer. Edquist (2005: 188) opererer med to slike grunnleggende komponenter. Disse er *organisasjoner* og *institusjoner*. Organisasjoner kan defineres som: ”*formal structures that are consciously created and have an explicit purpose*” (Edquist & Johnson 1997: 46-47). Eksempler på slike organisasjoner er ulike firmaer, myndighetsorganer, utdanningsinstitusjoner, interesseorganisasjoner, forskningsinstitutter og investorer. Institusjoner kan defineres som: ”*sets of common habits, norms, routines, established practices, rules, or laws that regulate the relations and interactions between individuals, groups, and organizations*” (Edquist & Johnson 1997: 46). Eksempler på institusjoner kan være ulike former for avgifter og insentiver, normer og regler som regulerer samarbeid mellom ulike bedrifter, produktstandarder, patentlovgivning og miljølovgivning.

En del litteratur om innovasjonssystemer identifiserer også en tredje grunnleggende komponent i innovasjonssystemer. Denne er de *nettverkene* som eksisterer mellom de ulike organisasjonene i systemet (Carlsson & Stankiewicz 1991). Disse nettverkene danner grunnlaget for innovasjonssystemets struktur og interaksjonen mellom ulike aktører. Med utgangspunkt i disse tre hovedkomponentene kan man konstruere mer eller mindre detaljerte modeller over ulike innovasjonssystemer (se for eksempel Bergek et al. 2008). Dette masterprosjektet vil imidlertid ikke benytte seg av en bestemt modell i analysen av Mongstadprosjektet. Utgangspunktet for denne analysen er snarere en generell forståelse av innovasjonsprosesser som systemiske, der den systemiske naturen bygger på grunnleggende komponenter i form av organisasjoner, institusjoner og nettverk. Del 2 av dette kapitlet vil mer detaljert redegjøre for det analytiske rammeverket som følger av dette. Dette analytiske rammeverket bygger på en tilnærming til systemisk innovasjon som heter *strategisk nisjemanagement* (SNM).

Grunnlaget for denne tilnærmingen er en forståelse av at radikal innovasjon foregår i samspillet mellom teknologiske nisjer, teknologiske regimer og teknologiske landskap. Denne forståelsen bygger igjen på grunnleggende ideer om evolusjonær økonomi. For å forstå den teoretiske konteksten for det analytiske rammeverket er det derfor viktig å redegjøre for hovedtrekkene ved evolusjonær økonomi og samspillet mellom teknologiske nisjer, regimer og landskap.

3.1.4. Et evolusjonært perspektiv på teknologisk og økonomisk utvikling

Det evolusjonære perspektivet på teknologisk og økonomisk utvikling stammer fra Schumpeter og hans ideer om innovasjonens rolle i økonomien. Beskrivelsen under vil nødvendigvis måtte begrense seg til de helt grunnleggende konseptene i denne tradisjonen. Evolusjon forbindes gjerne med begreper som "survival of the fittest", variasjon og seleksjon. Til tross for at Schumpeter var kritisk til å låne forståelsesrammer fra biologien (Fagerberg 2003: 127) er disse begrepene sentrale i evolusjonær økonomi.

Schumpeter så på den kapitalistiske økonomiens utvikling som en evolusjonsprosess drevet av kvalitative forandringer gjennom innovasjon, der utfallet er åpent (Fagerberg 2003: 127). Inspirert av Karl Marx argumenterte Schumpeter for at teknologisk konkurranse mellom bedrifter er en sentral kraft for å drive økonomien fremover (Schumpeter 1943, Fagerberg 2003: 129-130). Dette argumentet hviler på en oppfatning av at det er bedrifters innovative aktiviteter som skaper forspranget som gjør bedrifter konkurransedyktige og i stand til å overleve på markedet.

Schumpeter anså således bedrifters innovative aktiviteter som den viktigste drivkraften for økonomisk vekst (Fagerberg 2002: 86, Schumpeter 1934). Ulike teknologier og bedrifter konkurrerer på markedene om markedsandeler og profitt. I denne konkurransen er den enkelte bedrift avhengig av å skape innovasjoner slik at de kan ligge i forkant av markedet og få konkurranseforsprang. Forskjellige bedrifter vil utvikle forskjellige innovasjoner basert på den enkelte bedrifts interne karakteristika, og slik dannes variasjon. Markedsmekanismene sorterer vekk de bedriftene og teknologiene som ikke oppfyller markedets behov og krav, og reduserer således variasjonen. Markedet fungerer dermed som en seleksjonsmekanisme (Smith 1991: 261-262, Nelson & Winter 1982: 9). Seleksjon vil som regel føre til at en teknologisk løsning foretrekkes fremfor andre, slik at det etableres et dominerende design (Utterback 1994: 26) der ett

blant mange teknologiske alternativer blir dominerende. Dette resonnetet er sentralt for forståelsen av samspillet mellom teknologiske nisjer og regimer, som vil bli nærmere behandlet under.

For den innovative bedriften vil den økonomiske fordel som knytter seg til en suksessrik introduksjon av en viktig (radikal) innovasjon riktignok forsvinne etter en viss tid, ettersom andre bedrifter i den bestemte industrisektoren vil arbeide hardt for å imitere innovasjonen i deres kamp for å overleve på markedet. Dette vil i følge Schumpeter imidlertid føre til at industrisektoren vil få en periode med rask vekst. Denne veksten styrkes ytterligere av at radikale innovasjoner har en tendens til å bane vei for en rekke relaterte innovasjoner. Dermed blir den aktuelle industrisektoren gjenstand for hyppige innovasjoner og kraftig økonomisk vekst (Schumpeter 1939). Dette vil føre til at den bestemte industrisektoren i en periode vokser raskere enn resten av økonomien. Slik oppstår en mekanisme som gjør at innovasjon har en tendens til å være sentrert rundt visse industrisektorer. Før eller siden vil riktignok veksten i den bestemte industrisektoren svekkes og etter hvert stoppe opp. Dette danner grunnlaget for en forståelse av at industrisektorer gjennomgår sykluser, der de begynner med fødselen, gjennom vekst blir voksne, før de til slutt dør (Schumpeter 1943).

Fagerberg og Verspagen (2002: 1292) tar blant annet utgangspunkt i disse ideene når de skriver at evolusjon i denne forstand viser til *"a process of qualitative change in historical time, driven by firms, governments and other organizations (rather than individuals) with a diverse set of motivations, decisions rules and capabilities (rather than optimizing behavior and perfect information)"*. Perspektiver som dette forklarer hvordan evolusjonære mekanismer påvirker teknologisk og økonomisk utvikling gjennom historien. Sitatet antyder hvordan marked, teknologier og institusjoner alle er blant drivkreftene i de evolusjonære prosessene. Man kan således argumentere for at slike drivkrefter øver selektivt press på hverandre, slik at de endrer og utvikler seg raskere enn hva som hadde vært tilfellet ellers. Dette kalles koevolusjon (Nelson 1995; Utterback 1994). Dette er også et perspektiv man finner igjen i samspillet mellom teknologiske nisjer, regimer og landskap.

3.1.5. Teknologiske nisjer, regimer og landskap.

Utgangspunktet for forståelsen av at radikal innovasjon foregår i samspillet mellom teknologiske nisjer, regimer og landskap ligger i konseptet om teknologiske regimer. Begrepet stammer fra Richard R. Nelson og Sidney G. Winter (1977), som brukte begrepet for å betegne et sett av premisser som styrer en bestemt teknologisk utvikling. Disse premissene består i grove trekk av ingeniørers kollektive kognitive oppfatninger av potensial, begrensninger og uutnyttede muligheter i forhold til den videre utviklingen av en bestemt teknologi. Et sentralt poeng i denne sammenheng er at disse premissene oppstår på grunnlag av den allerede eksisterende teknologien. Dette kommer av at det er i møte med den eksisterende teknologien at ingeniørene erfarer de problemer og muligheter som legger grunnlaget for deres oppfatninger om det videre arbeidet med teknologiens utvikling. Fordi det er den eksisterende teknologien som former ingeniørenes oppfatninger er det lite sannsynlig at ingeniørene vil introdusere radikalt nye ideer i utviklingsprosessen.

Et regime legger således visse begrensninger, og peker samtidig ut visse retninger, for den teknologiske utviklingen (Nelson & Winter 1977: 57). På bakgrunn av dette kan man si at teknologiske regimer skaper stabilitet. De legger grunnlaget for inkrementell innovasjon, men bidrar til å forhindre radikal innovasjon (Geels 2002: 1259). Man kan for eksempel se for seg at en gruppe ingeniører som arbeider med utvikling av bensinmotorer for en bilfabrikant hele tiden vil forsøke å forbedre bensinmotorene der de ser det er potensial. Det er derimot lite sannsynlig at de vil utvikle et nytt prinsipp for en motor basert på alternative drivstoffkilder, da dette i de fleste tilfeller vil forutsette rutiner og ideer som ligger utenfor den rammen ingeniørene er vant til å tenke innenfor.

Renè Kemp et al. (1998) tar utgangspunkt i Nelson og Winters definisjon av teknologiske regimer og bygger ut denne til å omfatte flere aspekter. De argumenterer for at ingeniørenes kognitive oppfatninger alene ikke gir et fullstendig bilde av de mekanismene som skaper et regime. De mener man også må ta med i betraktning faktorer som for eksempel etablerte praksiser, forbruksmønstre og forhold mellom leverandører og brukere. Deres forståelse av teknologiske regimer fanger i større grad opp implikasjonene av at en etablert teknologi er nedfelt i en sosial virkelighet. På bakgrunn av denne argumentasjonen definerer de et teknologisk regime

som: "the whole complex of scientific knowledges, engineering practices, production process technologies, product characteristics, skills and procedures, and institutions and infrastructures that make up the totality of a technology" (Kemp et al. 1998: 182). Man kan hevde at denne definisjonen betrakter regimer som et uttrykk for et "sømløst vev", der teknologien, involverte aktører og kontekstuelle betingelser er vevd sammen til en funksjonell størrelse (Hughes 1986).

Kemp et al. (1998) skriver videre at et teknologisk regime innebærer visse *regler*. Disse reglene gir blant annet retning til ulike firmaers aktiviteter innen forskning og utvikling, samt de videre strategivalgene som treffes av myndighetene og den bestemte teknologiens leverandører og brukere. Forfatterne påpeker at disse reglene ikke nødvendigvis er regler i streng forstand, selv om de også inkluderer mer formelle regler nedfelt av myndigheter, investorer og forsikringsselskaper. Regler kan også utgjøres av de ulike implikasjonene som følger av for eksempel hvordan markedet for teknologien fungerer, kravene som brukerne av teknologien stiller og de muligheter og begrensninger som følger av ingeniørens kognitive oppfatninger.

Ved å betrakte teknologiske regimer som et produkt av at teknologier interagerer med den sosiale virkeligheten ser man konturene av en rekke store utfordringer som nye og radikale teknologier må komme i møte. Kemp et al. (1998: 182) skriver:

In our view, the restricted (focused) nature of socio-technical change is accounted for in large part by the embedding of existing technologies in broader technical systems, in production practices and routines, consumption patterns, engineering and management belief systems, and cultural values - much more than it is by engineering imagination. This embedding creates economic, technological, cognitive and social barriers for new technologies.

Stabiliteten som følger av det teknologiske regimet skaper altså barrierer som nye og lovende radikale teknologier må overstige dersom de skal kunne forandre det bestående regimet. Dette er en viktig utfordring for innovasjon av CCS. Sitatet påpeker at barrierene har dype røtter i samfunnets ulike sfærer. Den sømløse sammenvevingen av teknologi og samfunn gjør det derfor meningsfullt å snakke om *sosioteknologiske regimer* og *sosioteknologisk forandring* (Geels 2002). For en ny teknologi er det en komplisert og vanskelig prosess å overstige barrierene for å forandre det sosioteknologiske regimet.

Denne prosessen blir enda vanskeligere dersom den nye og lovende teknologien er avhengig av et system av komplementære teknologier og infrastruktur for at den skal kunne anvendes. Slike utfordringer spiller en viktig rolle for eksempel i forbindelse med biler som går på alternative drivstoff, som eksempelvis hydrogen. Det gir lite mening å kjøpe en slik bil dersom man ikke har mulighet til å fylle nytt drivstoff, slik at innovasjonsprosessen avhenger av mulighetene for dette. Problemstillingen er imidlertid også relevant for en rekke nye energiteknologier, herunder også CCS. Som nevnt i kapittel 2 omfatter CCS teknologier for både fangst, transport og lagring. Ikke bare vil det kreve enorme ressurser å konstruere og installere alle disse teknologiene, men gjennomføringsprosessen kan også støte på en rekke uavklarte spørsmål av juridisk og praktisk art. Kemp et al. (1998: 182) skriver at innovasjon av slike teknologier forutsetter forandringer i markedets seleksjonskriterier, jmfør avsnittet over om evolusjonær økonomi. Dette innebærer forandringer i reguleringer, forbrukerpreferanser, infrastruktur og prisstruktur.

Selv om nye teknologier kan virke lovende viser diskusjonen over at det knytter seg store utfordringer til innovasjonsprosessene. Slike utfordringer vil som regel medføre betydelig økonomisk risiko for de involverte aktørene. Det er vanlig at nye og radikale teknologier i tidlig utviklingsfase fremstår som *håpefulle monstrositeter*. Dette begrepet peker på at selv om teknologiene er lovende, er de fremdeles på et lavt teknologisk utviklingsnivå der de fremstår som klossete, mistilpassede og lite elegante. Begrepet antyder hvordan slike teknologier ofte er avhengige av inkrementelle innovasjonsprosesser for å nå sitt potensial (Mokyr 1990).

Dersom håpefulle monstrositeter skal kunne bli kvitt sine monstrøse trekk, og nå et utviklingsnivå der de er i stand til å utfordre etablerte sosioteknologiske regimer, er det viktig at de faktisk får muligheten til å utvikle seg. Erfaringer man får ved å anvende en teknologi i praksis legger grunnlaget for forbedringer av teknologien. Derfor blir teknologier som regel bedre tilpassede og mer anvendelige desto mer de tas i bruk (Arthur 1988: 590). Det frie markedet vil imidlertid sjelden by på utviklingsmuligheter for håpefulle monstrositeter, nettopp på grunn av at slike teknologier ikke har nådd et stadium der de er kommersielt attraktive. Dersom lovende teknologier ikke får sjansen til å utvikle seg og realisere sitt potensial vil man gå glipp av mange teknologier. Radikale teknologier er derfor ofte avhengig av *nisjer*. Nisjer innebærer rom i

markedet der fordelene ved den nye teknologien er høyt verdsatt, mens ulempene er av mindre betydning (Kemp et al. 1998). I nisjen er dermed teknologien beskyttet fra de strenge seleksjonskriteriene som normalt vil gjelde på det åpne markedet. Dette medfører at teknologien får anledning til å modnes både teknologisk og i sitt forhold til den samfunnsmessige og sosiale konteksten. I en nisje skapes det rom for interaktive og inkrementelle innovasjonsprosesser, og nisjen kan bidra til å sette i gang de mekanismene som er nødvendige for en vellykket innovasjonsprosess.

Frank W. Geels (2002: 1261) skriver at anvendelse av en teknologi i en nisje setter i gang læringsprosesser i form av *"learning by doing"*, *"learning by using"* og *"learning by interacting"*, og videre: *"niches also provide space to build the social networks which support innovations, e.g. supply chains, user-producer relationships"*. Militæret er et klassisk eksempel på en nisje som har vært viktig for den tidlige utviklingen av mange av de teknologiene vi omgir oss med i dag. Militærets spesielle behov har vært viktig for utviklingen teknologier som eksempelvis radio, datamaskiner og flymaskiner (Geels 2002: 1261, Kemp et al. 1998: 184). For militæret gir det mening å satse store ressurser på utvikling av foreløpig umodne teknologier dersom disse teknologiene kan gi militære fordeler. Teknologiene som er nevnt ovenfor har med tiden nådd et utviklingsnivå som har gjort de i stand til å vokse ut av nisjen og skape nye teknologiske regimer. Nisjer kan også springe ut av spesielle markeder. Eksempelvis kan solcellepaneler til hytter betraktes som en nisje for solcelleteknologien.

Imidlertid er det viktig å påpeke at nisjeutvikling er en prosess som ikke kan ses isolert fra prosesser på regimnivå. Et eksempel på dette er at nye teknologier ofte oppstår som svar på problemer man ikke har kunnet løse innen det eksisterende regimet. CCS-teknologier er et eksempel på akkurat dette, da dette er teknologier hvis formål er å begrense problemet med utslipp av CO₂-gasser til atmosfæren. Kemp et al. (1998: 184) skriver:

The success of niche formation is, therefore, linked to structural problems, shifts and changes within the existing regime(s). The ultimate fate of processes of niche formation depends as much on successful processes within the niche as on changes outside the niche: it is the coincidence of both developments that gives rise to niche development patterns.

Dette sitatet påpeker betydningen samspillet mellom nisjer og regimer kan ha for en innovasjonsprosess.

Geels (2002) utvider denne tankegangen og legger til et overordnet nivå: *sosioteknologiske landskap*. Det sosioteknologiske landskapet betegner de dype strukturelle forholdene i verden som er med på å påvirke teknologisk utvikling. Stiene for teknologisk utvikling snor seg langs dette landskapet, og stienes retninger påvirkes av forhold i landskapet. Slike forhold kan eksempelvis være oljepriser, kriger, befolkningsvandring, miljøproblemer, politiske trender, økonomisk utvikling og kulturelle og normative verdier (Geels 2002: 1260). Dette er forhold utenfor teknologiene som danner en kontekst for utviklingen på nisje- og regimenivå, og de vil øve innflytelse i større eller mindre grad. Et eksempel på de sosioteknologiske landskapenes påvirkningskraft kan man finne i den kalde krigen. Dette var en tid som var preget av geopolitiske spenninger som blant annet la grunnlaget for hyppig nisjeutvikling i militær regi. For eksempel ble teknologien som la grunnlaget for internett i første omgang utviklet av det amerikanske Forsvarsdepartementet som en konsekvens av at man fryktet et sovjetisk forsprang innen datateknologi (Liestøl og Rasmussen 2003: 26).

Nisjer, sosioteknologiske regimer og sosioteknologiske landskap danner grunnlaget for en forståelse av at innovasjonsprosesser og teknologisk utvikling blir påvirket av prosesser på tre sammenkoblede nivåer (Geels 2002). Nisjer utgjør mikronivået der radikale innovasjoner får muligheten til å utvikle seg. Nisjer eksisterer under etablerte sosioteknologiske regimer, som utgjør mesonivået. Regimer er med på å påvirke innovasjonsprosessene på nisjenivå, men nisjer kan også påvirke og etter hvert forandre regimer. Samtidig ivaretar regimer stabilitet i den teknologiske utviklingen. De trækker opp de teknologiske stiene som utviklingen følger, skritt for skritt gjennom inkrementelle innovasjoner. Disse stiene snor seg som nevnt i et sosioteknologisk landskap som gjennom sine strukturelle føringer påvirker utviklingen i både regimer og nisjer. Det sosioteknologiske landskapet utgjør således makronivået, og landskapet legger press på og former de to underordnede nivåene. For eksempel kan man i skrivende stund begynne å se konturene av et landskap som inkluderer trusselen om globale klimaforandringer. Dette legger press på en rekke eksisterende teknologiske regimer som medfører CO₂-utslipp, og åpner samtidig opp for nisjer innen for eksempel fornybar energi, CCS og alternative

transportteknologier. Denne kombinasjonen kan etter hvert medføre at nisjene vil påvirke eller erstatte de eksisterende regimene, og dermed skape nye og klimavennlige teknologiske regimer. Kemp et al. (2001: 277) skriver: *“It is the alignment of developments (successful processes within the niche reinforced by changes at regime level and at the level of the sociotechnical landscape) which determine if a regime shift will occur”*. Analysen i dette masterprosjektet omhandler Mongstadprosjektets potensial for utvikling av en nisje for CCS-teknologier, og befinner seg derfor på det sosiotechnologiske mikronivået. Det er allikevel viktig å huske på betydningen av samspillet mellom disse tre nivåene, og temaet tas opp avslutningsvis i masteroppgaven.

3.2. Det analytiske rammeverket - strategisk nisjemanagement

Den foregående delen av dette kapittelet beskrev de grunnleggende teoretiske konseptene som er viktige for å forstå det analytiske rammeverket i dette masterprosjektet. Med denne teoretiske ballasten i bunn er det mulig å beskrive det analytiske rammeverket mer inngående.

Mongstadprosjektet er en av de aller største enkeltsatsningene på innovasjon av miljøvennlige og bærekraftige teknologier i Norges historie. Imidlertid har det vist seg at innovasjonsprosesser for bærekraftige teknologier i de fleste tilfeller møter mange hindringer (Kemp et al. 1998). Noen av disse hindringene er typiske for nye og lovende teknologier som søker å utfordre eksisterende sosioteknologiske regimer. Andre hindringer er mer spesifikt knyttet til innovasjon av bærekraftige teknologier. Disse henger ofte sammen med at miljøvennlighet og bærekraftighet generelt står forholdsvis svakt stilt i møte med økonomiske interesser og profittsyn (Hoogma et al. 2002: 200). Man kan tolke dette som en egenskap ved det sosioteknologiske landskapet, som igjen påvirkes av sosioteknologiske regimer og nisjer. I tråd med problemstillingen i dette masterprosjektet kan man således spørre seg hvordan man kan tilrettelegge for nisjedannelse for bærekraftige teknologier, slik at man kan dreie de sosioteknologiske konfigurasjonene i en bærekraftig retning.

Schot, Hoogma og Elzen (1994) og Kemp, Schot og Hoogma (1998) trekker frem SNM som en strategi myndigheter og andre aktører kan bruke for å fremme bærekraftige teknologier og overkomme barrierer i innovasjonsprosessene. SNM kan defineres slik:

strategic niche management is the creation, development and controlled phase-out of protected spaces for the development and use of promising technologies by means of experimentation, with the aim of (1) learning about the desirability of the new technology and (2) enhancing the further development and the rate of application of the new technology (Kemp et al. 1998: 186).

I slike beskyttede rom får nye og lovende teknologier muligheten til å utvikle seg uten å utsettes for de harde konkurransebetingelsene som normalt preger det frie markedet. Som beskrivelsen ovenfor viser er dette viktig for å kunne gi umodne teknologier anledning til å modnes. Dette er nødvendig dersom slike teknologier skal bli i stand til å konkurrere med etablerte teknologier og praksis. SNM er derfor ikke bare et verktøy for teknologisk endring, men også for strukturell

endring. Et sentralt premiss for SNM er ideen om at utskiftningen av et sosioteknologisk regime foregår gjennom koevolusjon og gjensidig tilpasning mellom teknologier, brukerpraksis og institusjonelle betingelser (Kemp et al. 1998: 183, Schot og Geels 2008: 538). I SNM-eksperimenter skapes det rom for at slik koevolusjon kan finne sted, slik at teknologiske nisjer kan utvikle seg til markedsnisjer som kan skape endringer på regimenivå. Kemp et al. (1998: 189) skriver: *“The primary aims of strategic niche management are stimulating learning about problems, needs and possibilities of a technology, building actor networks, alignment of different interests to a goal, altering the expectations of different actors and fostering institutional adaption”*.

Et viktig utgangspunkt i SNM er at man fremmer disse målene ved å aktivt inkludere brukere, teknologiutviklere og andre relevante aktører i innovasjonsprosessene. Disse sitter på verdifull kunnskap og ekspertise som er nødvendig for å tilrettelegge for blant annet interaktive læringsprosesser og institusjonelle tilpasninger. Det er interaksjonen mellom slike forskjellige aktører som legger grunnlaget for og former nisjen. Selv om nisjedannelse er en interaktiv og kollektiv prosess ligger det i navnet at strategisk nisjemanagement må ha en ”manager”. De fleste typer aktører kan i utgangspunktet være nisjemanager, men det er ofte naturlig at det er et myndighetsorgan i en eller annen form som tar på seg rollen. Kemp et al. (1998: 189) skriver:

...governments have a special role as a enabler or facilitator to make sure that something happens, and that the project yields satisfactory results (which requires monitoring, evaluation of outcomes and policies and, in the case of undesirable outcomes, the judicious exertion of pressure and the correction of adverse actions and policies).

Forfatterne skisserer i den forbindelse en generell regel om at myndigheter bør gå inn i de rollene som de kan gjøre bedre enn andre aktører, men overlate ansvaret for driften av prosjektet til profesjonelle aktører og deres nettverk. På bakgrunn av dette, samt det faktum at nisjedannelse er en kollektiv og interaktiv prosess, følger det at nisjer ikke kan kontrolleres fullstendig av myndigheter eller andre aktører, da dette ville undergrave fundamentet for en nisje. Kemp et al. (1998: 186) skriver i den forbindelse: *“governments could try to contribute to these processes of niche formation by setting up a set of successive experiments with a number of new technologies; this is strategic niche management”*. TCM og fullskala rensing på Mongstad kan ses på som to

slike eksperimenter. Realisering av fullskala CCS ved Naturkrafts gasskraftverk på Kårstø kan betraktes som et tredje. Slik vil myndighetene kunne bidra til å sikre en bred læringsprosess med potensial for å utvikle kunnskaper og erfaringer rundt mange forskjellige aspekter ved CCS (Kemp et al. 1998: 189). I en globalisert verden kan imidlertid veien fra lokale eller nasjonale eksperimenter til internasjonal nisjedannelse være komplisert. En markedsnisje vil først kunne oppstå dersom erfaringer fra ulike eksperimenter på ulike steder sammenliknes og aggregeres slik at praksis og kognitive regler gradvis blir mer spesifikke og stabile. En konsekvens av dette er at dannelsen av markedsnisjer gjerne medfører delte oppfatninger og regler i forhold til teknologien, noe som for eksempel vil manifestere seg i fremveksten av dominerende design for teknologien (Geels og Raven 2006, Schot og Geels 2008: 543).

3.2.1. Gjennomføringen av eksperimentet

Kemp et al. (1998) beskriver fem ledd i gjennomføringen av SNM-eksperimenter, og skisserer samtidig noen av problemene og dilemmaene som knytter seg til de ulike leddene. De fem leddene er: valg av teknologi, valg av eksperiment, opprettelsen av eksperimentet, oppskaleringen av eksperimentet og til slutt utfasing av nisjens beskyttelsesmekanismer. Denne inndelingen er vanlig i litteratur om SNM (Caniels og Romijn 2008, Weber et al. 1999, Kemp et al. 2001). Det skal imidlertid nevnes at forfatterne advarer mot å gjennomføre disse fem leddene for slavisk og oppskriftsmessig. Om man gjør det vil man risikere å miste den refleksive dimensjonen som er viktig dersom man skal kunne nå målsetningene for SNM - *”strategic niche management is more than the execution of the above five steps”* (Kemp et al. 1998: 189). Aktørene som er involvert i eksperimentet bør være fleksible under gjennomføringen, slik at det blir mulig å endre kurs underveis dersom man skjønner at man er på vei i feil retning (Caniels og Romijn 2008: 255, Brown et al. 2004: 196). De fem leddene vil i det følgende bli beskrevet i grove trekk, og suppleres med innsikter fra øvrig litteratur der dette anses som hensiktsmessig for det analytiske rammeverket.

3.2.1.1. Valg av teknologi og valg av eksperiment

Kemp et al. (1998: 187) stiller flere krav til valg av teknologi i SNM. For at en teknologi skal passe inn i et SNM-eksperiment må den være utenfor det eksisterende sosioteknologiske regimet

og samtidig ha potensial til å, innenfor realistiske kostnadsrammer, løse et sosialt problem som ikke blir løst i det eksisterende regimet. Videre må teknologien ha utviklingspotensial, slik at det er mulig å bli kvitt dens ”monstrøse” trekk, jamfør kapittel 3.1.5. Den må også ha potensial for å kunne bli kommersielt interessant, samtidig som den må være kompatibel med brukernes behov og realistiske former for kontroll- og organisasjonspraksis. Til slutt må teknologien være attraktiv for bruk på visse områder der ulempene ved den nye teknologien teller mindre og fordelene er høyt verdsatt (Kemp et al. 1998: 187). Det siste poenget er også sentralt for valg av eksperiment, i den forstand at det er viktig at eksperimentets setting samsvarer med teknologiens fordeler og ulemper. Om man for eksempel skal iverksette et eksperiment for offshore vindkraft vil det sannsynligvis være lurt å velge en setting som ikke byr på for store utfordringer hva angår fysisk tilgjengelighet, med tanke på modifikasjoner og vedlikehold av vindmøllene.

Det vil videre være en fordel dersom målsetningene for eksperimentet byr på utfordringer for de involverte aktørene. Samtidig bør det være mulig å oppnå disse målsetningene. Dette vil kunne bidra til å sikre at eksperimentet drives fremover. Ideelt sett bør man innad i eksperimentet skape en balanse mellom en strategi med høy risiko der avkastningen for innovasjonsprosessene er potensielt høy, og en strategi med lavere risiko der avkastningen vil være mindre (Caniëls og Romijn 2008, Weber et al. 1999).

Kemp et al. (1998: 187) trekker frem et alvorlig problem som kan oppstå i forbindelse med valg av teknologi: muligheten for å skape teknologiske fastlåsnings gjennom å fokusere for mye på én enkelt teknologisk løsning. Dette problemet oppstår når ett teknologisk alternativ, fortrinnsvis på et forholdsvis tidlig stadium av utviklingen mot et sosioteknologisk regime, får et forsprang i konkurransen mellom de teknologiske alternativene. Dette kan skje dersom et teknologisk alternativ får muligheten til utvikling gjennom anvendelse, for eksempel ved at myndighetene subsidierer et demonstrasjonsprosjekt, mens andre teknologiske alternativer ikke får slike muligheter. I kjølvannet av et slikt forsprang oppstår det ofte mekanismer for positiv feedback, slik at det opprinnelige forspranget blir enda større og vokser i økende tempo (Arthur 1988). Da blir det vanskelig for andre teknologiske alternativer å komme på banen, selv om disse potensielt er like gode eller bedre enn alternativet med forsprang.

Teknologiske fastlåsningsprosesser oppstår imidlertid ikke som et resultat av teknologiske forsprang alene, men knytter seg til sosioteknologiske faktorer. Sanden (2004: 318) skriver: *"Once established, the position of the dominant design is further re-enforced by moulding the surrounding technical, institutional and behavioural environment through additional lock in mechanisms"*. Slik dannes et sosioteknologisk regime der utviklingen låses til visse begrensede teknologiske stier. Slike mekanismer kan føre til at man ender opp med et mindreverdige dominerende design, noe som vil kunne forlenge innovasjonsprosessen eller i verste fall ødelegge for teknologifeltet på lang sikt (Sanden 2004).

En innovasjon som fungerer som et eksempel på en slik fastlåsningsprosess er atomreaktoren (Cowan 1990, Sanden 2004). I dag er 90 prosent av all installert kapasitet fra atomkraft basert på såkalte lett vannsreaktorer. På 50-tallet, da man arbeidet med å utvikle atomreaktorer til fredelig bruk, var dette teknologiske alternativet ett av tre hovedalternativer. De to andre var gasskjølte reaktorer og tungtvannreaktorer. Cowan (1990: 543, 559) beskriver to årsaker til at lett vannsreaktorer endte opp som dominerende design fremfor de to andre alternativene. Den første årsaken var at Hyman Rickover, kaptein i den amerikanske marinen med ansvar for marinens program for kjernefysisk fremdriftsteknologi, så fort som mulig i etterkrigsårene ville bygge U-båter drevet av atomkraft. Valget hans falt på lett vannsreaktorer. Anvendelsen av lett vannsreaktorer i denne nisjen skapte læringsprosesser som ga dette teknologiske alternativet et forsprang i forhold til de to andre alternativene. Den andre årsaken kom som en reaksjon på Sovjetunionens prøvesprengning av sin atombombe i 1949. Denne prøvesprengningen skapte bekymringer hos amerikanerne om at Sovjetunionen ville vinne kappløpet om å forsyne verden med atomkraft. Dette førte til at amerikanerne fremskyndet sitt prosjekt for å utvikle atomkraft til sivil bruk. Lett vannsreaktoren, med sitt forsprang fra u-båtnisjen, ble dermed den foretrukne teknologien i dette programmet. Dette dannet grunnlaget for dagens teknologiske regime for atomkraft. Cowan (1990: 541) hevder imidlertid at det eksisterer sterke bevis som tyder på at lett vannsreaktoren i utgangspunktet ikke var det beste av de tre teknologiske alternativene. Videre hevder han at fokuset på lett vannsreaktoren forhindret utvikling av de to andre alternativene. Konsekvensen av dette er at vi i dag muligens sitter igjen med en mindreverdige atomkraftteknologi i forhold til hva vi kunne ha hatt. Hvis så er tilfellet er implikasjonene potensielt enorme. Uten å begi seg for langt ut i kontrafaktiske spekulasjoner kan man for

eksempel se for seg at bruken av fossile brensler ikke ville vært et like stort problem i dag dersom atomreaktorer hadde vært et sikrere og mer effektivt alternativ for energiproduksjon. Det er således viktig at man er bevisst problematikken om fastlåsing til teknologiske stier når man velger teknologier til SNM-eksperimenter. I den forbindelse er det verdt å nevne at suksessfull eksperimentering ofte vil finne sted dersom teknologien befinner seg på et utviklingsstadium der de teknologiske stiene fremdeles kan slynge seg i mange retninger (Kemp et al. 1998, Caniels og Romijn 2008: 249).

3.2.1.2. Opprettelse, oppskalering og utfasing av nisjens beskyttelsesmekanismer

Opprettelsen av eksperimentet er en krevende fase. Her er det viktig at man finner et riktig balansepunkt mellom seleksjonsmekanismer og mekanismer for beskyttelse av teknologien. Dette balansepunktet vil ofte være i stadig forandring i takt med at både teknologiene og de sosioteknologiske vilkårene endrer seg (Kemp et al. 1998: 188). På den ene siden, dersom seleksjonskriteriene blir for dominerende vil man kunne risikere at utviklingsprosessen blir preget av tidspress. Dette kan igjen føre til at aktørene velger konvensjonelle teknologiske løsninger som vil lønne seg på kort sikt, men ikke på lang sikt. Man kan således ende opp med en lignende situasjon som beskrevet i avsnittet ovenfor om fastlåsing til teknologiske stier. På den andre siden, dersom beskyttelsesmekanismene får dominere i for stor grad risikerer man å undergrave teknologiutviklernes insentiver for å utvikle en kommersialiserbar teknologi. Kemp et al. (1998: 188) skriver i den forbindelse: *”technology developers must be forced to take care of user requirements and impelled to eliminate negative side-effects connected with the wide-scale application of a new technology”*.

Det samme dilemmaet om balansegangen mellom beskyttelsesmekanismer og seleksjonsmekanismer preger oppskaleringen av eksperimentet. Spørsmålet er hvor langt myndighetene skal strekke seg for å støtte den nye teknologien. Samme hvor suksesspreget eksperimentet har vært vil de fleste nye og bærekraftige teknologier i større og mindre grad være avhengige av subsidiering og vennligstilt policy fra myndighetenes side dersom de skal være i stand til å konkurrere mot det eksisterende regimet. Beskyttelsesmekanismene bør imidlertid fases ut dersom de ikke lenger er nødvendige eller hvis teknologien etter en viss tid ikke evner å leve opp til forventningene.

3.2.2. Nøkkelprosesser for nisjedannelse

De fem leddene beskrevet ovenfor gir noen generelle retningslinjer for hvordan SNM bør gjennomføres. I tillegg til å nevne noen fallgruver og aspekter man må være bevisst under gjennomføringen av SNM, peker beskrivelsene på noen forutsetninger for nisjedannelse. Imidlertid sier de lite om hvilke prosesser internt i SNM som bidrar konkret til nisjedannelse. Kemp et al. (1998) skisserer tre slike prosesser som alle sosioteknologiske eksperimenter bør bidra til: forventningsbygging, nettverksdannelse og artikuleringsprosesser. Selv om disse prosessene i det følgende blir beskrevet hver for seg virker de ofte gjensidig forsterkende, og bør således ikke betraktes som isolerte fra hverandre (Raven 2005: 43). Beskrivelsen av samspillet mellom nisjer, regimer og landskap i kapittel 3.1.5 skisserer et viktig poeng som må tas i betraktning når det gjelder SNMs potensial til å skape nisjedannelse. Fordi innovasjonsprosessene foregår i et samspill mellom flere sosioteknologiske nivåer er det ikke nok med interne prosesser på nisjenivå for å skape endringer på regimenivå. Selv om en serie av SNM-eksperimenter i seg selv er vellykket og utføres etter alle kunstens regler vil ikke dette føre til en levedyktig nisje dersom ikke forholdene på regime- og landskapsnivå ligger til rette for dette. Nyere litteratur om SNM viser at dette er et poeng som det ikke i tilstrekkelig grad ble tatt høyde for da SNM ble utviklet på 90-tallet (Schot og Geels 2008). Det er derfor nødvendig å understreke at de tre nøkkelprosessene for nisjedannelse som her beskrives er prosesser internt i SNM. De inkorporerer i liten grad forhold på landskaps- og regimenivå, selv om disse er vel så viktige.

3.2.2.1. Forventningsbygging

Forventningsbygging er et viktig element i nisjedannelsen, kanskje særlig i tidlig fase. Dersom utviklingsprosessene i nisjen skal oppnå momentum er det viktig at aktørene som er involvert i nisjedannelsen har visjoner, skaper forventninger og fester visse lovnader til teknologien. Kemp et al. (1998: 189) skriver:

Promises are especially powerful if they are shared, credible (supported by facts and tests), specific (with respect to technological, economic and social aspects) and coupled to certain societal problems which the existing technology is generally not expected to be able to solve.

Dersom man evner å danne slike forventninger til teknologien vil det være lettere å involvere flere aktører og skape de betingelsene som er nødvendige for nisjedannelse. I SNM er det viktig å være bevisst dette, og følge nøye med på hvordan forventningene og de symbolske aspektene ved teknologien utvikler seg i takt med tiden (Kemp et al. 1998: 190).

Forventninger til teknologien er med på å påvirke dens legitimitet i den forstand at den blir akseptert i sine sosiale og samfunnsmessige omgivelser. Å bygge legitimitet er viktig for å sikre mobiliseringen av ressurser og skape positive politiske drivkrefter bak teknologien (Bergek et al. 2008: 416-417).

3.2.2.2. Nettverksdannelse

Nettverksdannelse er sentralt i nisjedannelsesprosessen, da helt nye teknologier i tidlig fase som regel ikke er omgitt av et nettverk av aktører (Kemp et al. 1998: 191). Et solid nettverk av aktører rundt teknologien er viktig ikke bare fordi det er nødvendig for å ivareta alle sidene ved innovasjonsprosessene, men også fordi de bidrar til å skape en generell drivkraft bak koevolusjonsprosessene og utviklingen i nisjen. Man må imidlertid være nøye med hvilke aktører man involverer i nettverket, og legge til rette for et nettverk der den nye teknologien vil kunne blomstre. Dette forutsetter gjerne aktører som er villige til å endre på seg selv og måten de samhandler med andre aktører på. Åpenhet mellom aktørene vil ofte være viktig dersom eksperimentet skal være vellykket (Caniëls og Romijn 2009: 255). Videre må man være forsiktig med å involvere aktører som kun deltar i eksperimentet av defensive årsaker. Dette kan eksempelvis være tilfellet for aktører som har sterke interesser i det eksisterende sositeknologiske regimet som nisjen potensielt kan utfordre. Slike defensive aktører kan påvirke nisjedannelsen og innovasjonsprosessene i negativ retning. Erfaringer viser imidlertid at nisjedannelsesprosessen kan feile dersom nettverket i for liten grad omfatter aktører med tilknytning til det eksisterende regimet (Schot og Geels 2008: 541). Dette fordi slike aktører ofte sitter på svært verdifulle ressurser og institusjonelle koblinger. Deltakerne i nettverket bør således være i stand til å forplikte seg og mobilisere ressurser, slik at nettverkene blir dype (Schot og Geels 2008: 541). Ved å aktivt involvere alle deltakerne i et eksperiment vil det være lettere å skape en følelse av eierskap og ansvar for prosjektet (Caniëls og Romijn 2008: 255-266). Videre

er det også viktig å sikre en viss balanse mellom ulike typer aktører i nettverket. Kemp et al. (1998: 191) skriver i den forbindelse: ”*Care should be taken, however, that the development of the technology is not dominated by industry, but that the users and ”third-parties” can also contribute their ideas*”. Ved å forsøke å inkludere flest mulig forskjellige aktører som vil påvirkes av den nye teknologien vil man kunne bidra til å legge til rette for ulike typer erfaringer og læringsprosesser. Erfaringer viser at slike brede nettverk bidrar til læringsprosesser som går utover rene fakta og data og også omfatter endringer i kognitive rammer og antagelser (Schot og Geels 2008: 541). Slike endringer kan bedre forståelsen av teknologiens interaksjon med den sosiale omverdenen.

3.2.2.3. Artikuleringsprosesser

Artikuleringsprosesser kan sees på som en samlebetegnelse som omfatter alle de ulike formene for læringsprosesser, bevisstgjøringer og erfaringer som ideelt sett finner sted i SNM. Evnen til å skape artikuleringsprosesser omkring teknologiens muligheter, problemer og behov kan sies å være en av de viktigste målsetningene ved SNM. Artikuleringsprosesser er en viktig del av selve den teknologiske eksperimenteringen, men vil også være et resultat av øvrige aspekter ved SNM. Både forventnings- og nettverksbygging har betydning for artikuleringsprosessene.

Et godt eksperiment bør føre til læring som er nyttig også utover rammene for det enkelte eksperimentet. Et godt eksperiment bidrar ikke bare med artikuleringer om de rent teknologiske aspektene, men også artikuleringer om teknologiens interaksjon med den sosiale omverdenen (Caniëls og Romijn 2008: 254, se også i avsnittet over om betydningen av brede nettverk). Dette vil man bedre kunne oppnå dersom man forsøker å utnytte potensialet for læring som kan ligge i uforutsette episoder. Slike episoder kan eksempelvis være ulike former for feilslag og overraskelser i arbeidet med eksperimentet, mulige trusler arbeidet står ovenfor og uforutsett medieoppmerksomhet (Caniëls og Romijn 2008: 255). Derav følger det også at det er viktig å ikke fortie negative hendelser under eksperimentets gang, men heller fokusere på å utnytte potensialet for artikuleringer som kan ligge i slike hendelser. Videre er det viktig å sørge for at prosjektet alltid går fremover ved å forsøke skape kontinuitet i lærings- og artikuleringsprosessene. Slik kan man unngå å miste opparbeidet kunnskap som kan være verdifull for det videre arbeidet med teknologien (Raven 2005: 253-254).

Kemp et al. (1998: 190) beskriver flere forskjellige kategorier av artikuleringprosesser som er viktige i SNM. Det følgende vil beskrive de kategoriene som er identifisert som særlig relevante for dette masterprosjektet. Den første er artikuleringer vedrørende teknologiens tekniske egenskaper og design. Slike artikuleringprosesser innebærer læringsprosesser i forhold til hvilke tekniske forandringer som må gjøres, og skaper således grunnlag for at inkrementelle innovasjoner kan finne sted. Den andre er artikuleringer i forhold til de institusjonelle betingelsene for teknologien. Dette inkluderer blant annet lovverk og insentiver som kan stimulere anvendelsen av teknologien. De institusjonelle artikuleringssessene kan ideelt sett stimulere til endringer av disse betingelsene, slik at teknologien bakes inn i sin institusjonelle kontekst. Den tredje er artikuleringer vedrørende hvilke sosiale og miljømessige konsekvenser som oppstår i kjølvannet av teknologien. Det er viktig å avklare utfordringer ved disse slik at eventuelle problematiske konsekvenser kan reduseres. Den fjerde er artikuleringer i forhold til produksjonsnettverket. Slike artikuleringer identifiserer det nettverket av leverandører som skal produsere og markedsføre den nye teknologien. Dette er beslektet med en femte kategori artikuleringprosesser, som er artikuleringer i forhold til de komplementære teknologiene og infrastrukturen som er nødvendig for å realisere den nye teknologien.

Nøkkelprosessene for nisjedannelse er imidlertid ikke skarpt atskilte – de er alle deler av det samme eksperimentet, og henger således sammen. Eksempelvis vil artikuleringprosesser i forhold til produksjonsnettverk være en sentral del av prosessen med å bygge et nettverk av aktører rundt teknologien. Kemp et al. (1998: 190) fremhever også betydningen av artikuleringprosesser i forhold til hvilke kulturelle og symbolske betydninger som knytter seg til teknologien. Slike artikuleringprosesser henger sammen med prosessene for forventningsbygging i eksperimentet.

3.3. Forskningsspørsmål

Hovedproblemstillingen for masterprosjektet er: *Hvordan kan Mongstadprosjektet bidra til nisjedannelse og innovasjon av CO2-håndtering?*

For å adressere denne problemstillingen er fire underproblemstillinger utviklet på bakgrunn av det analytiske rammeverket. Gjennomgangen av SNM ovenfor beskrev hvordan organiseringen av eksperimenter som Mongstadprosjektet vil kunne ha betydning for prosjektets bidrag til innovasjon. Et underspørsmål er utviklet i forhold til dette:

- I. *I hvilken grad kan utfordringer i forhold til utformingen av Mongstadprosjektet påvirke dets bidrag til innovasjon av CO2-håndtering?*

SNM identifiserer videre tre aspekter som er sentrale for at sosioteknologiske eksperimenter skal kunne bidra til innovasjon: bygging av forventninger til teknologien, nettverksbygging og lærings- og artikuleringsprosesser. Hvordan Mongstadprosjektet bidrar til disse aspektene vil være avgjørende for bidraget til innovasjon av CCS. Derfor vil det være fruktbart å ta veien om disse tre aspektene for å være i stand til å besvare hovedproblemstillingen. Ett underspørsmål for hvert av de tre aspektene er derfor utviklet:

- II. *Hvilke forventninger til teknologien har aktørene i Mongstadprosjektet, og hvordan kan prosjektet bidra til å skape slike forventninger?*
- III. *Hvordan bidrar Mongstadprosjektet til å skape et nettverk av aktører rundt CO2-håndtering?*
- IV. *Hvordan kan Mongstadprosjektet bidra til lærings- og artikuleringsprosesser som kan få betydning for innovasjon av CO2-håndtering?*

4. Forskningsdesign og metode

Det er forskningsdesign og metode som legger premissene for hvordan et masterprosjekt gjennomføres og de funnene som gjøres. Å forske på Mongstadprosjektet innebærer en studie av et pågående prosjekt som er under kontinuerlig utvikling. Dette har vært en krevende prosess. Dette kapitlet vil redegjøre for forskningsdesignet som ligger til grunn for dette masterprosjektet. Kapittel 4.1 beskriver aspekter vedrørende masterprosjektets casestudiedesign. I kapittel 4.2 beskrives operasjonaliseringen av forskningsspørsmålene. Kapittel 4.3 redegjør for datainnsamlingsprosessen og datagrunnlaget i dette masterprosjektet. Kapittel 4.4 redegjør videre for prosessen med å analysere disse dataene. Til slutt diskuterer kapittel 4.5 aspekter vedrørende dette masterprosjektets kvalitet, i form av validitet og reliabilitet.

4.1. Et casestudiedesign

Forsknings- og utviklingsaktiviteten på CCS øker raskt i takt med voksende bekymringer om konsekvensene av de globale klimaforandringene. Dette kommer til uttrykk i form av både økte økonomiske investeringer og et økt antall forsknings- og demonstrasjonsprosjekter for CCS. I denne konteksten fremstår Mongstadprosjektet som et spesielt prosjekt. I steg 1 bringer man myndigheter, brukere og leverandører sammen for å arbeide med utvikling og innovasjon av fangstteknologier. I steg 2 vil Energiverk Mongstad vil være et av de aller første kraftverkene i verden som tar i bruk CCS i stor skala, vel og merke dersom man klarer å styre klar av kraftige forsinkelser. Mongstadprosjektet har således potensial til å representere et viktig skritt på veien mot å gjøre CCS til en kommersielt lønnsom teknologi for fremtiden. I lys av dette er hovedproblemstillingen for dette masterprosjektet: *Hvordan kan Mongstadprosjektet bidra til nisjedannelse og innovasjon av CCS?*

For å kunne besvare dette spørsmålet tar dette masterprosjektet utgangspunkt i casestudie som forskningsdesign. Robert K. Yin (2003: 9) skriver at casestudier har tydelige fordeler når et "hvordan" spørsmål blir stilt om et sett av begivenheter i samtiden som forskeren har liten eller ingen kontroll over. Denne generelle beskrivelsen antyder at en casestudie vil være en gunstig fremgangsmåte i forhold til problemstillingen i dette masterprosjektet. Casestudier undersøker et samtidig fenomen innen sin kontekst, og er også et godt verktøy når grensene mellom fenomen og kontekst er utydelige (Yin 2003: 13). Dette er verdifullt i forhold til et pågående prosjekt som Mongstadprosjektet, som eksisterer gjennom blant annet politiske og økonomiske kontekster preget av hyppige forandringer. Å studere Mongstadprosjektet uten å ta konteksten med i betraktning vil være svært begrensende, og man risikerer å sitte igjen med et ufullstendig bilde der sentrale aspekter er utelatt.

4.1.1. En enkeltcasestudie

Den primære analyseenheten i dette masterprosjektet er Mongstadprosjektet, og Mongstadprosjektet utgjør således casen i dette enkeltcasestudiet. Yin (2003: 40-42) skriver at en enkeltcasestudie er berettiget blant annet dersom casen representerer en ekstrem eller unik case, eller dersom forskeren får muligheten til å analysere et fenomen som tidligere ikke har vært tilgjengelig for forskning. Hva angår Mongstadprosjektet må man kunne hevde at dette er et

prosjekt som på sett og vis er en unik case. Energiverk Mongstad ligger an til å bli et av de aller første kraftverkene som tar i bruk CCS i stor skala, noe som gjør prosjektet særlig interessant med tanke på hvilke føringer det legger for CCS videre. TCM er også en spesiell arena der myndigheter, teknologileverandører og fremtidige brukere kommer sammen med den hensikt å utvikle leverandørens fangstteknologier og bygge kompetanse rundt disse. Riktignok er det tidligere gjennomført flere mindre prosjekter for utvikling av fangstteknologier. Mongstadprosjektet er allikevel spesielt også på grunn av rammene og den øvrige konteksten for prosjektet. Mongstadprosjektet er et resultat av høye politiske ambisjoner om teknologiutvikling (jamfør "Månelandingsprosjektet", appendiks 3) og finner sted i en periode der fokuset på miljø og klimaendringer er historisk høyt. En enkeltcasestudie av Mongstadprosjektet kan være verdifull fordi det på sett og vis innebærer en studie av et fenomen som tidligere ikke har vært tilgjengelig for forskning.

4.1.2. "Embedded" enkeltcasestudie

Som beskrevet i kapittel 2 består Mongstadprosjektet av to faser: steg 1 og 2. Disse kan bidra til innovasjon og nisjedannelse på forskjellige måter, og representerer hver en analyseenhet i analysen av hvordan Mongstadprosjektet kan bidra til innovasjon av CCS. Arbeidet i disse to fasene involverer videre flere ulike aktører. Noen av disse er kun involvert i steg 1. Andre er i tillegg involvert, eller kan potensielt bli involvert, i steg 2. Disse aktørene kan sorteres inn i tre kategorier. Den første er myndigheter, og er først og fremst representert gjennom Gassnova i dette masterprosjektet. Den andre er teknologibrukere, som eksempelvis StatoilHydro. Den tredje er teknologileverandørene, representert av Aker CleanCarbon og Alstom. Disse tre kategoriene utgjør også hver en analyseenhet.

Forekomsten av flere analyseenheter gjør dette masterprosjektet til en såkalt "embedded" enkeltcasestudie, der analyseenhetene representerer deler som inngår i en helhet (Yin 2003: 42-43). Analysen vil derfor ha tre nivåer. Mongstadprosjektet er det øverste nivået da det utgjør den overordnede helheten. Steg 1 og 2 danner et nivå, fra nå av kalt "fasenivå", som er underordnet helheten og sammen utgjør Mongstadprosjektet. Aktørnivået, med de tre aktørkategoriene, er underordnet begge disse nivåene og er således det laveste analytiske nivået i dette masterprosjektet.

Analysen av disse fem enhetene vil til sammen danne et helhetlig bilde av hvordan Mongstadprosjektet kan bidra til nisjedannelse og innovasjon av CCS. Dette helhetlige bildet er videre analysert i lys av Mongstadprosjektets kontekstuelle betingelser. Et godt casestudiedesign vil både ta hensyn til casens helhetlige karakter samt dens kontekstuelle betingelser (Patton 2002: 447).

4.2. Operasjonalisering – fra forskningsspørsmål til variabler

Problemstillingen i dette masterprosjektet spør hvordan Mongstadprosjektet kan bidra til nisjedannelse og innovasjon av CCS. Nisjedannelse og innovasjon er operasjonalisert som avhengige variabler, basert på hvordan disse to beslektede konseptene er beskrevet i teorikapittelet.

For å være i stand til å besvare problemstillingen er det på bakgrunn av SNM utviklet fire underspørsmål. Hvert av disse representerer hver sin uavhengige variabel som påvirker nisjedannelse og innovasjon av CCS. Disse er: utformingen av prosjektet, forventninger til teknologien, nettverksdannelse og artikuleringprosesser. Operasjonaliseringen i dette masterprosjektet er derfor teoristyrte. Det er SNM, slik det er beskrevet i kapittel 3.2 om det analytiske rammeverket, som har lagt premissene for operasjonaliseringen. De aspektene som blir belyst gjennom hver av variablene er identifisert på bakgrunn av hva som er identifisert som viktig i SNM-litteraturen.

4.3. Datakilder og datainnsamling

Casestudie er en fremgangsmåte som åpner for at forskeren kan bruke flere typer data. Forskjellige typer data har ulike styrker og svakheter, slik at det som regel vil være nødvendig å anvende flere typer data dersom man skal unngå å få et mangelfullt datagrunnlag for masterprosjektet (Yin 2003). Muligheten til å bruke flere typer data er viktig når man skal studere et fenomen som Mongstadprosjektet, som har mange ulike dimensjoner og flere potensielle kilder til informasjon. Dette masterprosjektet baserer seg primært på intervjudata og dokumentdata. I

tillegg har deltakelse på klimakonferansene Lavutslippskonferansen 2008¹¹ og Energiuka 2009¹², som hver hadde egne foredragsrekker om CCS, bidratt med nyttig bakgrunnsinformasjon og informasjon om de kontekstuelle betingelsene for Mongstadprosjektet. Ved at masterprosjektet bygger på flere typer data har det derfor vært mulig å triangulere dataene. Dette innebærer at dette masterprosjektets funn og konklusjoner er basert på flere informasjonskilder så langt dette har vært mulig (Yin 2003: 98-99).

I skrivende stund befinner Mongstadprosjektet seg i oppstartsfasen, slik at det er lite data tilgjengelig for steg 2. Derfor vil tyngdepunktet i analysen være steg 1. Dette forhindrer allikevel ikke at steg 2 danner grunnlag for flere analytiske poenger og er viktig for casens helhetlige karakter.

4.3.1. Intervjudata

Intervjuer representerer den viktigste datakilden for dette masterprosjektets analysedel. Åtte intervjuer ble gjennomført i forbindelse med prosjektet. Følgende informanter ble intervjuet:

Myndigheter:

- *Tore Amundsen, Gassnovas prosjektleder for TCM*
- *Anne Margrete Blaker, Gassnova - Direktør Kommunikasjon og Samfunnskontakt/Konstituert Direktør Teknologi*

Teknologibrukere:

- *Sverre J. Overå, StatoilHydro - Prosjektleder for TCMs planleggings- og prosjekteringsfase*

Teknologileverandører:

- *Jan Roger Bjerkestrand, Aker CleanCarbon - CEO*
- *Nina Kr. Solie, Alstom – CO2 Tendering Manager Northern Europe*

¹¹ Lavutslippskonferansen 2008 ble arrangert av miljøorganisasjonen ZERO.

¹² Energiuka 2009 ble arrangert av Energibedriftenes landsforening, Enova, Forskningsrådet, Gassnova, Innovasjon Norge, Norsk Industri og Norges vassdrags- og energidirektorat.

Intermediære organisasjoner:

- *Beate Kristiansen, tidligere representant for miljøorganisasjonen Bellona i EUs teknologiplattform for CCS*
- *Audun Rødningsby, miljøorganisasjonen ZERO - Rådgiver med politisk ansvar for CO2-fangst og lagring og offshoarearbeidet*
- *Aage Stangeland, Bellona - Rådgiver energi*

Informantene ble identifisert på bakgrunn av informasjon om deres posisjon i dokumenter og websider, samt gjennom snøballmetoden. Amundsen, Overå, Bjerkestrand og Solie er alle intervjuet fordi de er tungt involvert i arbeidet med TCM. Sammenlagt representerer disse informantene samtlige av de tre aktørkategoriene myndigheter, teknologibrukere og teknologileverandører. Ideelt sett ville det vært ønskelig med intervjuer fra flere representanter for teknologibrukerne. Det viste seg imidlertid at dette var vanskelig å få til, da energiselskapene var i forhandlinger med Gassnova om fortsatt deltakelse i TCM på det tidspunktet da datainnsamlingen fant sted. Energiselskapenes rolle blir allikevel belyst i flere av intervjuene, samt at dokumentdata også har bidratt med informasjon.

Blaker ble intervjuet på bakgrunn av at hennes posisjon inkluderer arbeid med begge fasene i Mongstadprosjektet. Rødningsby arbeider blant annet med Mongstadprosjektet fra et ståsted utenfor selve prosjektet. Han var derfor en sentral informant for å få annerledes perspektiver på begge fasene i prosjektet. Også Kristiansen var valgt ut for å få perspektiver fra informanter som kan se Mongstadprosjektet utenfra. I kraft av å ha sittet i EUs teknologiplattform besitter hun kunnskaper om de kontekstuelle betingelsene som angår Mongstadprosjektet. Intervjuet med Stangeland i Bellona skiller seg ut fra de øvrige intervjuene fordi dette intervjuet ble foretatt på et tidlig stadium i arbeidet med dette masterprosjektet. Dette intervjuet fungerte som et pilotintervju, som var viktig for å bedre forståelsen av forskningsfeltet og få bekreftet at det analytiske rammeverket fungerer som et verktøy for å belyse Mongstadprosjektet i praksis. Bellona har lang erfaring med CCS, og har vært en viktig pådriver for å lansere CCS som et miljøteknologisk alternativ i Norge (Tjernshaugen og Langhelle kommende: 8). Dette intervjuet ga nyttige innsikter som var med på å styre det videre arbeidet med prosjektet. Samtlige av

intervjuene ga i større og mindre grad data om de kontekstuelle betingelsene for Mongstadprosjektet.

Alle intervjuene ble tatt opp med diktafon og transkribert like etterpå. Unntaket er intervjuet med Stangeland tidlig i forskningsprosessen, der det kun ble gjort notater. Intervjuene ble gjort ansikt til ansikt, og hadde en varighet på mellom en og halvannen time. Unntaket her er intervjuet med Blaker i Gassnova, som ble gjort over telefon og varte i omlag tre kvarter.

Utgangspunktet for intervjuene var en intervjuguide (Appendiks 4) inndelt etter temaer, med spørsmål som belyser ulike aspekter ved de fire forskningsspørsmålene. Enkelte spørsmål ble inkludert med den hensikt å belyse noen av de kontekstuelle betingelsene for Mongstadprosjektet. Utformingen av intervjuguiden ble endret noe i forkant av enkelte intervjuer slik at spørsmålsformuleringene skulle bli relevante for alle de ulike informantene. I enkelte tilfeller ble det også lagt til nye spørsmål for å få ytterligere informasjon om temaer og poenger som hadde oppstått i tidligere intervjuer. Spørsmålene ble forsøkt formulert slik at intervjueren fremstod som genuint naiv i intervjusituasjonen. Dette ble gjort for å redusere risikoen for at informantene tok det for gitt at intervjueren allerede satt på relevant informasjon. Dermed ble det lagt til rette for at informantene skulle formidle mest mulig informasjon under intervjuene. Slik ble grunnlaget lagt for et datagrunnlag som inneholder ulike perspektiver på de samme temaene (Yin 2003: 90-91). Strukturen i intervjuguiden ble ikke fulgt slavisk, og dette var heller ikke nødvendig da informantene stort sett var svært snakkesalige. Intervjuene var således halvstrukturerte i formen (Kvale 1997: 76). Til sammen danner intervjuene et godt datagrunnlag for å kunne si noe om hvordan Mongstadprosjektet kan bidra til innovasjon av CCS.

4.3.2. Dokumentdata

Dokumentene som er med på å danne datagrunnlaget for dette masterprosjektet består av nyhetsartikler, politiske pressemeldinger (Appendiks 2 og 3), informasjonsmateriell fra TCM (Appendiks 5), gjennomføringsavtalen for Mongstadprosjektet (Appendiks 1), Masterplan Mongstad (StatoilHydro 2009), websider og annet informasjonsmateriell fra relevante selskaper og organisasjoner.

Nyhetsartikler har bidratt med bakgrunnskunnskaper samt gjort det mulig å følge kontinuerlig med på utviklingen hva angår de kontekstuelle betingelsene for Mongstadprosjektet. Denne datakilden er anvendt systematisk ved å abonnere på to elektroniske nyhetsbrev på e-post. Det første er CICEROs nyhetsbrev om klimanyheter. Dette sendes ut ukentlig, og inneholder lenker til nyheter relevante for klimaproblematikken i både norske og internasjonale nyhetsmedier. Abonnementet løp fra mai 2008. Det andre nyhetsbrevet er fra Gassnova SF. Dette inneholder lenker til nyhetsartikler med fokus på CCS fra norske og internasjonale nyhetsmedier. Nyhetsbrevet blir sendt ut ukentlig, og abonnementet løp fra februar 2009.

Politiske pressemeldinger har vært viktige for å si noe om regjeringens offisielle syn på Mongstadprosjektet. Øvrige dokumenttyper har vært sentrale for å danne bakgrunnsinformasjon om Mongstadprosjektet, teknologiene og de involverte aktørene. De offisielle dokumentene fra Mongstadprosjektet har vært en særlig viktig informasjonskilde i denne sammenheng, nettopp på grunn av at de representerer offisiell informasjon.

Dokumentkildene er utviklet for et annet formål enn det de har blitt brukt til i dette masterprosjektet. Dersom forskeren ser på slike dokumenter som en kilde til absolutt sannhet kan resultatet bli at forskeren blir forledet og trekker feilslutninger (Yin 2003: 87-88). Risikoen for dette er forsøkt redusert ved å ivareta et kritisk blikk på dokumentdataene. Især er dette viktig for nyhetsartikler. Videre er dataene fra dokumentkildene triangulert med intervjudataene så langt det har latt seg gjøre.

4.4. Dataanalysen

En utfordring ved kvalitative analyser er den store mengden data som må organiseres og kokes ned til data som interessante og relevante for masterprosjektets problemstilling. Dette innebærer å identifisere viktige mønstre i dataene og skape et rammeverk for å være i stand til å formidle essensen i dataene (Patton 2002: 432). De åtte intervjuene ble transkribert nøyaktig, og transkripsjonene utgjorde til sammen 150 tettskrevne sider med data. Utgangspunktet for organiseringen og konkretiseringen av disse dataene var det analytiske rammeverket og de fire forskningsspørsmålene som ble beskrevet i forrige kapittel. I praksis bestod dette arbeidet i å lage et dokument der utdrag fra transkripsjonene ble organisert under de forskningsspørsmålene de var

egnet til å belyse. Deretter ble sentrale temaer og poenger innenfor hvert forskningsspørsmål identifisert og kodet slik at det ble lettere å sammenlikne hva forskjellige informanter sa om de samme temaene. Det ble laget ett slikt dokument for hver transkripsjon, totalt sju stykker. Dette resulterte i en oversiktlig organisering av dataene som gjorde arbeidet med analysen overkommelig.

Samtidig er det viktig å påpeke at arbeidet med å samle, organisere og analysere data i en casestudie til sammen utgjør en analytisk prosess (Patton 2002: 447). I dette masterprosjektet har det således ikke vært et skarpt skille mellom datainnsamlingsfasen og analysefasen. Analysen har vært en pågående prosess som har funnet sted under arbeidet med prosjektet. Nye analytiske tråder har oppstått i løpet av arbeidet med prosjektet, og slik vil det ofte være i kvalitative forskningsopplegg (Patton 2002: 436). Disse trådene oppstod gjerne i møte med nye data, for eksempel under intervjuer eller ved lesing av dokumenter. En verdifull egenskap ved casestudier er at de skaper en omfattende dialog mellom data og forskerens ideer (Ragin 1989: 49). Dette gjenspeiles også i analysekapittelets omfattende bruk av sitater.

De analytiske trådene som oppstod underveis ble skrevet ned og tatt frem igjen under arbeidet med selve analysekapittelet, der de ble samlet og vurdert i lys av helheten. Analysekapittelet kan på sett og vis ses på som et vev gjort av disse trådene, der teorien har vært veven og forskeren veveren. Samtidig er det gjort bestrebelser på å ikke la analytiske tråder som oppstod underveis styre datainnsamlingen i for stor grad. Dette ble unngått blant annet ved å innta en naiv rolle i intervjusituasjonene. Slik ble risikoen for å treffe konklusjoner for tidlig i prosessen redusert (Patton 2002: 436).

4.5. Masterprosjektets validitet og reliabilitet

Et masterprosjekts validitet og reliabilitet sier noe om kvaliteten på forskningen og funnene som er gjort. Diskusjonen under belyser ulike sider ved hvordan denne kvaliteten er forsøkt ivarettatt under arbeidet med dette masterprosjektet.

4.5.1. Begrepsvaliditet

Begrepsvaliditet peker på hvorvidt operasjonaliseringen av forskningsspørsmålene i realiteten er i stand til å besvare disse spørsmålene. En kritisk innvending mot casestudier er at disse operasjonaliseringene ofte er basert på forskerens subjektive oppfatninger og ikke på et objektivt grunnlag (Yin 2003: 35). For å sikre begrepsvaliditeten i dette masterprosjektet er operasjonaliseringene gjort på bakgrunn av teori og andre forskeres erfaringer fra SNM-eksperimenter. Videre baserer masterprosjektet seg som nevnt på flere datakilder og triangulerer disse. Dette styrker begrepsvaliditeten fordi flere datakilder ofte vil gi flere mål på de samme fenomenene (Yin 2003: 99).

Et annet aspekt som styrker begrepsvaliditeten er å sørge for at leseren kan følge en rød tråd mellom funnene i analysen og det øvrige arbeidet med prosjektet, som utvikling av forskningsspørsmål og datainnsamling (Yin 2003: 105). Hva angår utvikling av forskningsspørsmålene er dette sikret ved at operasjonaliseringen er basert på et analytisk rammeverk som er beskrevet i teorikapittelet. Intervjuguiden (Appendiks 1) er også basert på dette. Videre baserer analysekapittelet seg på en tett dialog mellom data og tolkninger, og dette er tydelig i den omfattende bruken av sitater. Dette gir leseren en nærhet til dataene som gjør at vedkommende selv kan få en følelse av hva som danner grunnlaget for tolkningene.

4.5.2. Intern validitet

Intern validitet omhandler hvordan kausale årsak/virkningsforhold skapes mellom data og funnene i masterprosjektet (Yin 2003: 34). I dette masterprosjektet innebærer intern validitet i praksis å vise hvordan visse egenskaper ved Mongstadprosjektet er med på å bidra til innovasjon av CCS. Det vil være vanskelig å bevise at slike årsaks/virkningsforhold faktisk eksisterer fordi denne casestudien er foretatt på et såpass tidlig stadium av Mongstadprosjektet. Masterprosjektet vil allikevel kunne diagnostisere i hvilken utstrekning Mongstadprosjektet er egnet for å bidra til innovasjonsprosesser, og vil presentere enkelte konkrete eksempler på bidrag. For å styrke den interne validiteten er det gjort bestrebelser på å argumentere for tolkninger og funn, og adressere eventuelle alternative forklaringer på funnene i dette masterprosjektet.

4.5.3. Ekstern validitet

Et masterprosjekts eksterne validitet angår hvorvidt funnene er generaliserbare. I en enkeltcasestudie som denne er det nødvendigvis umulig å generalisere funnene til andre prosjekter. Casestudier skaper ikke grunnlag for statistiske generaliseringer. Imidlertid kan de skape grunnlag for analytiske generaliseringer. Dette innebærer at forskeren kan generalisere visse funn til det teoretiske rammeverket (Yin 2003: 37). Analysen i dette masterprosjektet har blant annet basert seg på erfaringer fra tidligere studier av SNM-eksperimenter. På samme måte kan dette masterprosjektet bidra til å belyse aspekter som kan være relevante for fremtidige studier av eksperimenter som ligner Mongstadprosjektet.

4.5.4. Reliabilitet

Et masterprosjekts grad av reliabilitet peker på hvorvidt det er mulig for en annen forsker å gjennomføre det eksakt samme masterprosjektet og ende opp med de samme funnene (Yin 2003: 37). God reliabilitet innebærer å dokumentere fremgangsmetodene i masterprosjektet slik at det vil være mulig for andre forskere å avdekke mulige feil basert på forskerens bias. Muligheten for å gjøre den samme casestudien er riktignok hypotetisk i dette tilfellet, da Mongstadprosjektet er et pågående prosjekt under kontinuerlig utvikling. For å sikre god reliabilitet er det viktig å dokumentere fremgangsmåtene som leder frem til funnene. Dette er gjort i dette kapittelet, samt

ved å legge ved intervjuguiden (Appendiks 4). Reliabiliteten styrkes også ved at det er etablert en rød tråd mellom funnene i analysen og det øvrige arbeidet med prosjektet, som beskrevet over.

Videre er dokumentdataene gjort tilgjengelig for leseren ved at de enten er lagt til som appendiks eller henvist i referanser. Det er også etablert en database med alle intervjutranskripsjonene. Dermed vil det være mulig for andre forskere å vurdere datagrunnlaget, noe som styrker reliabiliteten (Yin 2003: 102). Hva angår selve intervjudataenes konsekvenser for dette prosjektets reliabilitet har det vært viktig å avklare uklarheter underveis i intervjuene slik at disse ikke fikk muligheten til å påvirke funnene (Kvale 1997: 90).

5. Analyse

Mongstadprosjektet er ikke et resultat av en uttalt SNM-basert politikk fra norske myndigheter. Allikevel er det en rekke karakteristika ved Mongstadprosjektet som gjør det meningsfylt å bruke SNM som en teoretisk verktøykasse for å analysere prosjektets potensial for å kunne bidra til innovasjon av CCS-teknologier. Mongstadprosjektet er en arena der myndigheter, teknologileverandører og teknologibrukere kommer sammen for å utvikle en teknologi. Prosjektet skaper også et beskyttet marked for teknologiene, der CCS anvendes før det er kommersielt lønnsomt. Ved å legge til rette for læringsprosesser i forhold til både det tekniske og teknologiens møte med sin sosiale og samfunnsmessige kontekst kan Mongstadprosjektet betraktes som et sosioteknologisk eksperiment.

For at en teknologi skal egne seg for et SNM-eksperiment bør den, som beskrevet i kapittel 3.2.1.1, inneha visse egenskaper. CCS innehar disse egenskapene i større og mindre grad. Det ligger utenfor det eksisterende sosioteknologiske regimet for kraftproduksjon, som i hovedsak baserer seg på fossilt brennstoff og store CO₂-utslipp. CCS vil nødvendigvis ikke kunne bytte ut dette regimet, men det vil kunne endre det slik at det blir mulig å anvende fossilt brennstoff uten store utslipp av CO₂. Dermed er CCS en teknologi som har potensial til å løse et sosialt problem som ikke blir løst innen det eksisterende sosioteknologiske regimet. CCS er et teknologiområde i tidlig stadium der man ennå ikke har prøvd ut teknologien i full skala. Forbedringspotensialet er derfor definitivt til stede.

Analysekapittelet er organisert etter de fire forskningsspørsmålene, slik at hvert delkapittel besvarer ett forskningsspørsmål. Det er imidlertid viktig å påpeke at forskningsspørsmålene belyser aspekter ved Mongstadprosjektet som det ikke er mulig å analysere isolert fra hverandre. Det er ikke alltid mulig å få kategoriseringen av empirien til å samsvare fullstendig med inndelingen i det analytiske rammeverket. Et poeng som er relevant for forventningsbygging kan eksempelvis også være relevant i forbindelse med artikuleringprosesser. Et annet eksempel er at aspekter ved utformingen av prosjektet er relevant for nettverksbyggingen. I analysen vil derfor enkelte temaer bli behandlet forskjellige steder med forskjellig fokus. Det vil videre forekomme tilfeller der et poeng som faller inn under tematikken i ett delkapittel blir beskrevet i et annet. Dette er nødvendig for at ikke strukturen i analysekapittelet skal bli unødvendig komplisert.

I kapittel 5.1 vil analysen dreie seg om hvordan Mongstadprosjektet er utformet, med den hensikt å belyse hvordan dette påvirker prosjektets bidrag til innovasjon av CCS. Kapitlet analyserer Statens rolle i Mongstadprosjektet, samt i hvilken grad prosjektet risikerer å bidra til teknologiske fastlåsningsprosesser. Kapittel 5.2 omhandler hvilke forventninger til teknologien som kommer til uttrykk i Mongstadprosjektet, og hvordan prosjektet kan bidra til å bygge forventninger til CCS. I kapittel 5.3 dreies analysen over på hvordan Mongstadprosjektet bidrar til å bygge et nettverk av aktører rundt teknologien. Dette delkapitlet berører også hvordan de ulike aktørene er involvert i Mongstadprosjektet, og hvilke konsekvenser dette kan ha for prosjektet. Kapittel 5.4 analyserer nærmere hvordan prosjektet kan bidra til ulike lærings- og artikuleringsprosesser som er viktige for innovasjon av CCS.

5.1. Utformingen av Mongstadprosjektet

I. I hvilken grad kan utfordringer i forhold til utformingen av Mongstadprosjektet påvirke dets bidrag til innovasjon av CCS?

Kapittel 3.2.1.1 beskrev hvordan en grunnleggende forutsetning for eksperimenter i en SNM-kontekst er at teknologien det eksperimenteres med bør være attraktiv for bruk på visse områder der dens ulemper teller mindre mens dens fordeler er høyt verdsatt. Den samme forutsetningen gjelder eksperimentets setting, i den forstand at denne bør samsvare med teknologiens fordeler og ulemper.

CCS innebærer en rekke ulemper, men én fordel som potensielt overskygger alle disse. Audun Rødningsby i miljøorganisasjonen ZERO beskriver denne situasjonen:

Det er ingen oppsider: mindre strøm ut på markedet, masse varmtvann som slippes ut... Det er masse bieffekter, den eneste virkelige oppsiden er at det fjerner CO₂. En avgjørende oppside selvfølgelig, men allikevel noe som politisk sett må skapes da.

I motsetning til fornybar energi har CCS ingen positive bieffekter, annet enn de eventuelle indirekte effektene i form av nye arbeidsplasser og næringsutvikling. I en verden som i all hovedsak dekker sitt energibehov ved bruk av fossile energikilder er allikevel muligheten for å anvende disse uten å slippe ut CO₂ en såpass avgjørende fordel at teknologien er interessant. Det er imidlertid opp til verdens politikere å sørge for at denne fordelene veier såpass tungt at teknologien tas i bruk. Rødningsby uttaler seg om dette: *”Med mindre prissetting på CO₂ er riktig, eller man setter teknologiske krav på kraftverk, så er det jo åpenbart ikke noe spesielt insentiv for leverandører til å gjøre noe som helst”*. Av alle klimatiltak er CCS i følge Rødningsby det klimatiltaket som er mest avhengig av politiske beslutninger. Det er altså opp til politikerne å skape markedet for CCS. I denne sammenheng vil Mongstadprosjektet kunne være et viktig bidrag.

CCS er altså attraktivt for anvendelse på Mongstad fordi det muliggjør bruk av fossile brenslere uten utslipp av CO₂. Tatt i betraktning det politiske spillet og miljøkampen som ledet frem mot

Mongstadprosjektet er teknologiens egenskaper derfor attraktive i forhold til eksperimentets setting. Den største ulempen ved CCS per i dag må sies å være de betydelige kostnadene knyttet til utbygging og drift av teknologiene. Derfor har Staten tatt på seg mesteparten av kostnadene. I steg 1 betaler StatoilHydro 20 prosent av TCM, mens Staten i utgangspunktet betaler de resterende 80 prosentene. I steg 2 betaler StatoilHydro en sum tilsvarende hva det ville kostet å kjøpe CO₂-kvoter for utslippene som fanges og lagres, mens Staten betaler resten. Statens kostnader ved Mongstadprosjektet bør ikke nødvendigvis kun anses som en ulempe, da de også kan betraktes som en investering for fremtiden hva angår både miljø, norsk økonomi og Norges internasjonale posisjon som et foregangsland. Diskusjonen i kapittel 5.2.2.3 kommer nærmere inn på dette.

På det rent tekniske plan er Mongstad en velegnet setting for TCM i den forstand at raffinerivirkosomheten innebærer utslipp av røykgasser med en CO₂-konsentrasjon som ligner den man finner i utslipp fra kullkraftverk. Dermed kan man i TCM teste ut fangstteknologier for anvendelse både på gasskraftverk og kullkraftverk. På den annen side vil det være svært kostnadskrevenende å bygge testsenter og fullskalaanlegg inne på et raffineriområde. Blant annet bidrar sikkerhetskravene for raffineriområder til at kostnadene ved Mongstadprosjektet blir høye. Dette er et aspekt hvis konsekvenser vil bli nærmere belyst i kapittel 5.2.2.4 og 5.4.4.

Oppsummert er fordelene ved å eksperimentere med CCS på Mongstad et resultat av et samspill mellom politiske, miljømessige og teknologiske faktorer. Det knytter seg samtidig visse kostnadmessige utfordringer til å bruke et raffineriområde som setting.

5.1.1. Statens rolle i Mongstadprosjektet

Staten spiller en avgjørende rolle for Mongstadprosjektet. Uten Staten ville det tross alt ikke vært noe Mongstadprosjekt. Rollen Staten påtar seg kan ha konsekvenser for Mongstadprosjektets forutsetninger for å bidra til innovasjonsprosesser for CCS, jamfør kapittel 3.2. Det er et poeng at Staten bør gå inn i de rollene som den kan gjøre bedre enn andre aktører, og overlate ansvaret for driften av prosjektet til profesjonelle aktører og deres nettverk. Videre har Staten et spesielt ansvar for å tilrettelegge og sørge for at prosjektet beveger seg fremover.

På et helt grunnleggende nivå ivaretar Staten et slikt ansvar ved at Mongstadprosjektet er opprettet etter påtrykk fra Staten. Videre er prosjektet i stor grad basert på statlig finansiering, som beskrevet i kapittel 2.2. At Staten går inn og finansierer vil være helt avgjørende for å dra i gang en nisje. I skrivende stund er CCS for kostnadskrevende og avhengig av fremtidige politiske insentiver til at private aktører kan drive innovasjonsprosessene alene. Rødningsby i ZERO beskriver hvordan utsikter til finansiering fra myndighetene har vært avgjørende for at man i løpet av de siste få årene begynner å se økt aktivitet og antydninger til nisjedannelse rundt CCS:

...det er et helt annen driv i hele CO2-fangstbransjen. Men det er jo på grunn av at det nå begynner å dannes et marked, at Staten har tenkt å rense Kårstø, tenkt å rense Mongstad. Storbritannia har en konkurranse, EU sier de skal bygge 10-12: OK, da er det faktisk folk som er villige til å betale dette her...

Myndighetenes rolle som tilretteleggere gjennom finansiering er altså avgjørende for å legge grunnlaget for nisjedannelse, og har allerede begynt å gi frukter. Ulike prosjekter i myndighetsregi internasjonalt er med på å skape et nisjemarked.

Statens rolle som tilrettelegger innad i Mongstadprosjektet har også betydning for Mongstadprosjektets bidrag til innovasjon. Innad i prosjektet er det Gassnova som representerer Staten og ivaretar dens interesser. Arbeidet med steg 2 er ikke kommet langt nok til at det gir mening å diskutere det ytterligere i denne sammenhengen. Hva angår steg 1 er imidlertid arbeidet kommet såpass langt at det er mulig å si noe mer. Det er i skrivende stund riktignok umulig å si noe sikkert om hvilken rolle Gassnova vil spille i gjennomførings- og driftsfasen for TCM, all den tid disse fasene ikke er påbegynt ennå. Det er allikevel mulig å antyde tendenser basert på det arbeidet som til nå foreligger.

I arbeidet med TCM så langt har Gassnova i utgangspunktet vært en likeverdig partner som har hatt akkurat like mye de skulle ha sagt som de øvrige partnerne. Utformingen av den generelle basisen for planleggings- og prosjekteringsfasen var et fellesprosjekt mellom Gassnova og daværende Statoil. Dette foregikk i slutten av 2006 og begynnelsen av 2007. I gjennomføringen av planleggings- og prosjekteringsfasen har Gassnova i liten grad deltatt i selve prosjektarbeidet. De har imidlertid vært representert på styringskomiténivå - det er Gassnova som leder

styringskomiteen - og i ulike underkomiteer. Slike underkomiteer inkluderer teknisk komité og en supportgruppe for styringskomiteen. Denne supportgruppen ble ledet av Tore Amundsen i Gassnova, som beskriver noen av arbeidsoppgavene han har vært med på:

For de tingene jeg har vært med på så har det vært å forhandle med StatoilHydro på Mongstad om avtaler i forbindelse med at anlegget skal bygges på Mongstad. Vi må ha avtale med dem om leie av tomt, vi må ha avtale med dem om ulike typer tjenester, og om tilknytningen mellom TCM-anlegget, Mongstadraffineriet og kraftverket som må bygges på Mongstad.

Sitatet viser at Gassnova har spilt en rolle ved å være med på å forhandle og praktisk legge til rette for at TCM kan realiseres. Gassnova spiller videre en viktig rolle som nettverksbygger og talerør overfor omverdenen. Dette vil bli diskutert mer inngående i henholdsvis kapittel 5.3.1.1 og 5.2.2.4. Det er grunn til å hevde at Staten gjennom Gassnova så langt har spilt en rolle som tilrettelegger innad i TCM, og fungert som en slags nisjemanager som sørger for at ting skjer. At prosjektgjennomføringen av planleggingsfasen er overlatt til StatoilHydro, som har en profesjonell operatørmodell for dette, viser at Staten er forberedt på å overlate ansvar til de som er best egnet for det. Videre har Gassnova lagt vekt på å være en likeverdig partner i TCM. De unngår således å spille en for dominerende rolle, og legger dermed til rette for at interaktive innovasjonsprosesser kan oppstå. Riktignok er Gassnova et forholdsvis nystartet foretak som parallelt med planleggingsfasen har arbeidet med å bygge opp organisasjonen. At de har vært en organisasjon med begrensede ressurser og få ansatte kan være med på å forklare at Gassnova har spilt en forholdsvis tilbakeholden rolle i selve prosjektarbeidet for planleggingsfasen. Det at Gassnova har inntatt en likeverdig og bevisst tilretteleggende rolle kan imidlertid tyde på at de også vil spille denne rollen i det fremtidige arbeidet i TCM.

5.1.2. Kan Mongstadprosjektet bidra til teknologisk fastlåsning?

Kapittel 3.2.1.1 beskriver hvordan prosjekter som Mongstadprosjektet kan bidra til teknologisk fastlåsning, der teknologienes utviklingsløp blir låst til teknologiske stier som leder mot historiens skraphaug fortere enn hva som egentlig burde være tilfellet. For Mongstadprosjektet er dette først og fremst en relevant problemstilling i forbindelse med teknologier for etterrens av CO₂, som kan kobles på allerede eksisterende anlegg. Risikoen for at Mongstadprosjektet vil

kunne bidra til teknologisk fastlåsning henger sammen med to problemstillinger, der den første vil ha konsekvenser for den andre. Den første er hvordan man har lagt opp til teknologiutvikling i steg 1, og den andre er hvilke seleksjonsmekanismer som vil være sentrale i prosessen for realisere steg 2.

5.1.2.1. Risiko for å bidra til teknologisk fastlåsning i steg 1

Anne Margrete Blaker i Gassnova forteller at det er ”*meningen at dette anlegget skal stimulere til at flere fangstteknologier kan utvikles*”. Risikoen for teknologisk fastlåsning er dermed i utgangspunktet redusert. I TCM har man i første omgang bestemt at man skal bygge testanlegg for to forskjellige teknologiske alternativer: en aminteknologi og en karbonatteknologi. Disse to teknologiene ble valgt ut på bakgrunn av at man i 2007 gjorde en vurdering av hvilke teknologier det ville være mulig å realisere innen to til tre år. Denne vurderingen tok hensyn til ”*teknologienes forbedringspotensial, egnethet for implementering i eksisterende anlegg, mulig fullskala anvendelse, teknisk modenhet, miljøbelastning og mulighet for rensing av avgass fra ulike kilder som kull, gass og raffinering*” (Innstilling Stortinget nr. 206 2008-2009). Vurderingen konkluderte med at aminteknologien ville være gjennomførbar, og at den nye karbonatteknologien ville være *mulig* gjennomførbar. Det er Alstom som har utviklet karbonatteknologien, og siden disse er den eneste leverandøren av denne teknologien var valget av Alstom som teknologileverandør gitt. For aminanlegget var valget av teknologileverandør en mer omfattende prosess. I første omgang gikk man ut til 14 forskjellige selskaper for å undersøke hvem som kunne være interessert i å være med på et kvalifiseringsløp. Man endte opp med fire aktuelle leverandører, som hver fikk betalt for å lage en beskrivelse av et testanlegg for TCM. I vurderingen av disse beskrivelsene deltok mellom 35 og 40 teknologer fra de forskjellige partnerne i TCM. Sverre J. Overå i StatoilHydro beskriver denne vurderingsprosessen: ”*vi hadde nesten 40 forskjellige kriterier, ganske detaljert, som vi så på, og som vi vurderte... de forskjellige løsningene mot hverandre. Og så valgte vi for så vidt den som kom best ut i kombinasjonen teknisk løsning og pris*”. Valget av Aker CleanCarbon var med ord basert på en bred vurdering av flere leverandører og de tekniske spesifikasjonene på anleggene deres. Man kan derfor hevde at valget av teknisk løsning for videre utvikling var basert på et solid kunnskapsgrunnlag. Dette vil være positivt med tanke på å redusere muligheten for teknologiske fastlåsningsprosesser.

Imidlertid var ikke innsnevringprosessen for aktuelle leverandører kun et resultat av TCM-partnerskapets vurderinger. Ikke alle leverandørene hadde kapasitet til å påta seg å bygge testanlegget på Mongstad, og noen leverandører kunne ikke akseptere betingelsene om at partnerne skal ha innsyn i teknologien. Balansegangen mellom åpenhet rundt informasjon om teknologiene og ivaretagelse av teknologileverandørenes bedriftshemmeligheter er en interessant problemstilling for prosjekter som TCM. På den ene siden vil åpenhet rundt informasjon være viktig for interaktive innovasjonsprosesser. På den annen side vil man ikke få med teknologileverandører dersom disse ikke har mulighet til å ivareta sine bedriftshemmeligheter. For aminteknologien er bedriftshemmelighetene først og fremst knyttet opp mot egenskapene ved aminblandingene som anvendes i renseprosessen. For Alstoms karbonattekologi er problemstillingen i større grad relevant for hele anlegget. I TCM er balansegangen mellom åpenhet og ivaretagelse av bedriftshemmeligheter for det første regulert i kontrakter. Det har vært en omfattende prosess å utarbeide slike kontrakter, og man har kommet frem til løsninger som i utgangspunktet gir partnerne full innsikt i teknologiene. For det andre blir balansegangen ivaretatt ved at teknologileverandørene vil sitte i førersetet i testløpene de første 14 månedene etter at anlegget står ferdig. Etter disse 14 månedene vil partnerne ta over førersetet, og man ser for seg at informasjonsflyten da vil bli mer åpen.

Ved å jobbe for utvikling av to forskjellige teknologiske alternativer samtidig begrenser man muligheten for å bidra til teknologisk fastlåsing. Bakgrunnen for å satse på både amin- og karbonattekologi er at man ønsker å teste ut et teknologisk alternativ med lav risiko, og et teknologisk alternativ med høy risiko. Dette er i følge teorien i kapittel 3.2.1.1 en ideell strategi. Risikoen knyttet til bruk av aminteknologi i fullskala fangstanlegg er ansett som lav. Aminteknologien er velkjent og har vært i bruk i en årrekke innen produksjon av CO₂ til industrielt bruk. Den er imidlertid aldri blitt brukt i den størrelsesordenen som et fullskala fangstanlegg innebærer.

Alstoms karbonattekologi er en helt ny teknologi. Den er i skrivende stund kun utprøvd på to mindre demonstrasjonsanlegg. Teknologien er derfor kommet kortere i utviklingsløpet enn aminteknologien, og det er således høyere risiko forbundet med hvorvidt den vil egne seg for

fullskalaanlegg. Imidlertid vil karbonattekologien unnslippe noen av problemene som hjemsøker aminteknologien, samt at den potensielt vil være billigere i drift. Sverre J. Overå i StatoilHydro uttaler seg om å inkludere en teknologi med høy risiko i TCM:

...vi skal ha en high-risk teknologi, og high-risk stempelet er jo en teknologi som har en risiko forbundet med om den virker - altså vi er villige til å prøve noe nytt. Og det er ikke veldig mange prosjekter i vår størrelse der man har en intensjon om å gjøre noe nytt. Vanlig så ønsker du å gjøre noe trygt, du velger noe som du vet virker. Men vi har faktisk bevisst sagt at vi skal gjøre noe som har en risiko. Det er viktig, det betyr at vi er villige til å prøve.

Viljen til å akseptere risiko og prøve noe nytt antyder at det ligger en mentalitet til grunn for TCM som kan motvirke teknologisk fastlåsing. Anne Margrete Blaker i Gassnova signaliserer at Gassnova opererer ut ifra en slik mentalitet: *”Så langt så ser Gassnova at det ikke er noen klar vinner innenfor teknologiene som utvikles, og det betyr at det er flere teknologier som må utvikles videre og få mulighet for stimulans”*.

I TCM har man dessuten tatt høyde for at det i fremtiden kan oppstå nye teknologiske alternativer som kan være aktuelle for uttesting på Mongstad. Dette har man for det første gjort ved å bygge testsenteret slik at det vil være plass til tre ulike testanlegg. I tillegg til aminanlegget og karbonatanlegget vil det dermed være plass til et tredje anlegg. Testsenterets infrastruktur legger opp til dette, slik at det eksempelvis vil være mulig å koble et tredje anlegg opp mot røykgasskilder og tilførsel av sjøvann til kjølesystemer. Muligheten for et tredje anlegg viser at man har lagt til rette for en viss grad av fleksibilitet i TCM, noe som vil kunne være en styrke for prosjektets evne til å bidra til innovasjonsprosesser.

For det andre er det fra Statens side lagt til grunn et langsiktig perspektiv for TCM, der man ser for seg at TCM skal kunne være en testarena også for fremtidige generasjoner av post-combustionsteknologier. Tore Amundsen i Gassnova forklarer:

Så er jo Statens perspektiv på TCM veldig langt, og lengre enn det de aktørene som er med nå ser for seg at de skal være med i TCM. For de gjør nå en avtale om en testperiode på fem år... altså fra det tidspunktet anlegget står ferdig. Det vil jo stå ferdig da nå i løpet av 2011, også fem år til. Men Staten ser for seg at

TCM vil være et sted for utvikling av CO₂-fangstteknologi i mange, mange år fremover. Og det betyr også det at det må være mulig å rive de prosessmodulene som nå skal bygges, altså aminmodul og karbonatmodul, og bygge nye, neste generasjons moduler.

[..]

Om vi ser 10-15 år frem i tid eller noe sånt noe, så er det veldig sannsynlig at teknologiutviklingen har kommet så mye lenger at vi på det tidspunktet da har kanskje annen eller tredjegerasjons CO₂-fangstanlegg. Og så kan man da bygge demonstrasjonsanlegg for det på Mongstad.

TCM vil med andre ord ikke være låst til aminteknologien og karbonatteknologien som skal testes ut i steg 1 av Mongstadprosjektet. Dette bidrar til at TCM vil ha en bred og langsiktig fleksibilitetsdimensjon som åpner opp for å stimulere utviklingen av nye teknologiske alternativer også i fremtiden.

5.1.2.2. Risiko for å bidra til teknologisk fastlåsning i steg 2

Steg 2 ligger et godt stykke frem i tid, og arbeidet med denne fasen av Mongstadprosjektet har kommet for kort til at det er mulig å si noe sikkert i forhold til hvorvidt realisering av fullskala CCS på Mongstad kan bidra til teknologisk fastlåsning. Dette er blant annet avhengig av hvordan man legger opp gjennomføringsløpet for steg 2, og hvilken posisjon Mongstadprosjektet vil ha i forhold til eksperimenter med CCS andre steder i verden.

Kapittel 3.2.1.2 beskriver hvordan det i forbindelse med eksperimentets opprettelse og oppskalering er viktig å finne en balansegang mellom seleksjons- og beskyttelsesmekanismer for teknologien. I den forbindelse er tidspresset i forbindelse med oppskalering fra steg 1 til steg 2 et relevant poeng. Som beskrevet i kapittel 2.2.2 beskriver Masterplan Mongstad to alternative tidsplaner for gjennomføring av steg 2. I alternativ 1 legger man opp til fullskala CCS for Energiverk Mongstad innen utløpet av 2014. Dette innebærer et tidspress som i følge masterplanen gjør at det kun vil være realistisk å satse på aminteknologien. I henhold til teorien vil dette kunne bidra til teknologisk fastlåsning. Imidlertid er det grunn til å anta at dette bidraget eventuelt vil være begrenset. Dette fordi fangstteknologier generelt på dette tidspunktet sannsynligvis vil befinne seg i et forholdsvis tidlig utviklingsstadium, som fremdeles vil være preget av eksperimentelle aktiviteter. Et fullskalaanlegg vil først og fremst kunne bidra til læring i forbindelse med oppskalering, og ha begrensede muligheter for å skape dominerende design.

Videre tar begge alternativene i masterplanen utgangspunkt i at man skal bygge to fangstanlegg: et for Energiverk Mongstad og et for raffineriets krakkeranlegg. I begge alternativene legger man opp til at byggingen av fangstanlegget for krakkeren skal utsettes slik at man vil kunne trekke på mest mulig erfaringer fra TCM og den teknologiske utviklingen for øvrig. Dermed holder man muligheten åpen for å bygge et fullskalaanlegg for krakkeren basert på karbonatteknologi, dersom denne teknologien skulle vise seg å være et godt alternativ. Slik vil mulighetene for teknologisk fastlåsning begrenses.

5.1.3. Konkluderende betraktninger

Diskusjonen rundt denne variabelen har vist at utvikling av CCS er avhengig av statlig initiativ, og at Mongstadprosjektet kan være et verdifullt prosjekt i så måte. Ved å realisere Mongstadprosjektet skaper politikere et marked for teknologien, og bidrar således til nisjedannelse. Den største utfordringen som knytter seg til hvordan prosjektet er organisert er ekstrakostnaden som følger av å gjennomføre prosjektet på et raffineriområde. Dette er en utfordring hvis konsekvenser vil belyses nærmere i kapittel 5.2.2.4 og 5.3.1.3. Videre viser diskusjonen at Staten gjennom Gassnova ivaretar en viktig rolle som tilrettelegger innad i TCM, og at Staten har unnlatt å spille en for dominerende rolle. Dette er et premiss som er av betydning dersom prosjektet skal kunne bære frukter i form av interaktive innovasjonsprosesser. Hva angår risiko for at TCM skal bidra til teknologisk fastlåsning er denne vurdert som liten. TCM tilrettelegger tvert i mot for at man skal kunne utvikle flere forskjellige etterrensteknologier. Dersom man i steg 2 velger aminteknologien for Energiverk Mongstad og karbonatteknologien for raffineriets krakker vil man kunne gi et viktig bidrag til innovasjonsprosessene for begge disse teknologiske alternativene.

5.2. Forventninger til teknologien

II. Hvilke forventninger til teknologien har aktørene i Mongstadprosjektet, og hvordan kan prosjektet bidra til å skape slike forventninger?

En forventning som ligger til grunn for hele Mongstadprosjektet er forventningene som knytter seg til hvilken rolle CCS vil spille i kampen mot klimaendringene. Kapittel 3.2.2.1 viser til at det vil være en styrke for nisjedannelsesprosessen dersom man kan knytte forventninger til teknologien om at den kan løse problemer som man ikke får løst i det eksisterende teknologiske regimet. I intervjuene ble det argumentert for at fortsatt og akselererende anvendelse av fossile brensler er den eneste realistiske måten man kan møte det økende energibehovet i en verden med kontinuerlig befolkningsvekst og økonomisk vekst. CCS representerer per i dag den eneste teknologiske løsningen man har for å kombinere utslippskutt med det å dekke det økende energibehovet i verden. En forventning til at CCS kan spille denne rollen samsvarer med vurderingene omkring CCS i FNs utviklingsrapport (UNDP 2007: 12) og argumentasjon fra toneangivende, norske miljøorganisasjoner som Bellona og ZERO.

Forventningene til CCS kommer i hovedsak til uttrykk på to forskjellige måter i Mongstadprosjektet. Den første er de ambisjonene partnerne i TCM har blitt enige om at skal gjelde for prosjektet. Disse sier noe om hvilke forventninger man har til teknologienes potensial for kommersialisering. Den andre er de ulike motivasjonene som ligger til grunn for de involverte aktørenes deltakelse i Mongstadprosjektet. Disse sier også noe om forventninger til teknologienes potensial for kommersialisering, men i tillegg noe om forventninger til at teknologien skal hjelpe aktørene med å nå sine strategiske mål.

5.2.1 Ambisjonene innad i TCM

Innad i TCM har man flere ambisjoner man søker å oppnå for å realisere forventningene om CCS-teknologiers betydning for å møte klimaproblematikken. Et sentralt aspekt ved TCM er at det primære målet er kompetansebygging, og prosjektet er derfor organisert med tanke på dette.

Samtidig med at man laget samarbeidsavtalen i 2007 utarbeidet partnerne et sett av generelle ambisjoner i fellesskap¹³. Disse er:

- Utvikle CO2-fangstteknologier egnet for utstrakt nasjonal og internasjonal anvendelse
- Redusere kostnader og teknisk, miljømessig og finansiell risiko relatert til fullskala CO2-fangst
- Teste, verifisere og demonstrere CO2-fangstteknologi som er eid og markedsført av leverandører
- Fremme utvikling av slik teknologi

Det er flere hensyn som ligger til grunn for disse ambisjonene. Samlet sett kan de tolkes som et uttrykk for en tro på at CCS vil kunne spille en rolle i kampen mot klimaendringene både nasjonalt og internasjonalt, men at det er en rekke hindringer som må overstiges for at denne rollen skal bli av betydning. Vurderingen av disse hindringene har imidlertid endret seg noe underveis i prosjektarbeidet. I intervjuene kommer det frem at en av de viktigste ambisjonene i utgangspunktet var å få ned kostnadene forbundet med fangst av CO2. Denne ambisjonen er imidlertid nedtonet underveis, og erstattet av et større fokus på å redusere teknisk risiko. Dette er en følge av at man for det første har sett at kostnadsreduksjon kan bli krevende å få til, og for det andre erfart at ambisjoner om kostnadsnivå må forankres i praktiske erfaringer. Sverre J. Overå i StatoilHydro beskriver dette:

Folk har jo synspunkter på fangstkostnader som går fra den ene til den andre ytterligheten, så man må egentlig gjøre det for å se det. Så det med å redusere teknisk risiko ble mye viktigere, slik at det er egentlig der vi er nå. Altså, før du virkelig gjør det så får du ikke lært alle de problemstillingene som er viktige.

Jan Roger Bjerkestrand i Aker CleanCarbon gir uttrykk for å være mer optimistisk enn TCM-partnerne hva angår potensialet for kostnadsreduksjoner i egen teknologi: *”Vi har sett i den stortingsproposisjonen om TCM, det nevnes et 0-10 prosent kostnadsreduksjonspotensial. Det mener vi blir alt for spinkelt da, vi har en ambisjon om å halvere kostnaden”*.

¹³ Disse ble presentert i intervju med Sverre J. Overå i StatoilHydro. De er også å finne på nettet i en powerpointpresentasjon fra konferansen Energiuka 09 (Overå 2009: 3).

Bjerkestrand påpeker riktignok at det er en risiko knyttet til potensialet for kostreduksjon. Differansen i tiltroen til potensialet for kostnadsreduksjon kan tolkes som et resultat av tre aspekter. Det første er at Aker CleanCarbon, i kraft av å være eier og utvikler av en proprietær teknologi, kjenner teknologien bedre og derfor også har dypere innsikt i potensialet for kostnadsreduksjoner enn hva partnerne i TCM har. Det andre er at Aker CleanCarbon naturlig nok har interesse av å skape positive forventninger til sin egen teknologi. Det tredje henger sammen med hva man inkluderer i kostnadsberegningen. Audun Rødningby i ZERO forteller at organisasjonen har tatt utgangspunkt i tall Norges vassdrags- og energidirektorat har fra Kårstøprosjektet, og gjort beregninger for potensial for kostnadsreduksjon basert på disse. Tallene viser at selv om man klarer å kutte kostnadene for alt utstyret i et amineranlegg med 20 prosent vil investeringskostnaden reduseres med kun tre prosent. Dette er blant annet fordi arbeidet med å bygge anlegget er en såpass stor del av det totale kostnadsbildet. Hvilke faktorer man inkluderer i beregninger rundt potensialet for kostnadsreduksjon har derfor mye å si for hvilke forventninger man ender opp med.

Kapittel 3.2.2.1 beskrev betydningen av at forventningene til teknologien blant annet er spesifikke, felles for de involverte aktørene i eksperimentet og støttet av fakta og undersøkelser. Ambisjonen om kostnadsreduksjon i TCM er nedtonet nettopp som et resultat av at den ikke var spesifikk og forankret i et godt nok informasjonsgrunnlag. Dette kan tolkes som et tegn på at man har et bevisst forhold til utviklingen hva angår forventninger og ambisjoner i TCM, og tar inn over seg erfaringer underveis i arbeidet med prosjektet. Forskjellene mellom Aker CleanCarbons og TCM-partners vurderinger omkring potensialet for kostnadsreduksjon oppfattes ikke som noe problem av Bjerkestrand: *”Det blir opp til oss å bevise, det er vi som har bevisbyrden. Så må vi bare jobbe hardt for å levere, og det skal vi gjøre”*. Han påpeker allikevel at det er svært viktig at det finnes positive krefter med tro på teknologien, slik at man får muligheten til å komme i gang med de nødvendige utviklingsprosessene. Myndighetenes rolle i denne sammenheng blir fremhevet, og både Bjerkestrand og flere andre informanter påpeker hvor viktig det er at det offentlige er med på å bære frem teknologien.

5.2.2. Motivasjoner for deltakelse i Mongstadprosjektet

Forventningene til den fremtidige betydningen av CCS i kampen mot klimaendringene kommer til uttrykk i de forskjellige motivasjonene som ligger til grunn for de ulike deltakernes involvering i Mongstadprosjektet. De ulike partnerne i planleggings- og prosjekteringsfasen for TCM beskrives som aktører med strategiske interesser knyttet til utviklingen av CCS (Appendiks 5). Ved å delta i Mongstadprosjektet uttrykker aktørene forventninger til teknologien på to sammenhengende nivåer, der det andre nivået følger naturlig av det første. På det første nivået uttrykker aktørenes deltakelse forventninger til kommersialiseringspotensialet i CCS. På det andre nivået uttrykker deltakelsen hvilke lovnader man fester til teknologienes potensial som verktøy for å realisere visse strategiske mål. Diskusjonen under vil kretse rundt dette andre nivået.

5.2.2.1. De industrielle partnerne – fremtidige teknologibrukere

De industrielle partnerne, Dong Energy, Vattenfall, Shell og StatoilHydro, er alle energiselskaper med virksomhet som innebærer betydelige utslipp av CO₂. For disse selskapene vil CCS være en nødvendighet for å kunne fortsette virksomheten dersom kravene til utslippskutt blir strengere eller kostnadene ved utslipp blir for høye.

For oljeselskapenes del vil CCS være viktig for å opprettholde et effektivt petroleumsmarked i fremtiden. Et slikt effektivt marked er ikke nødvendigvis garantert i en verden stilt ovenfor farlige klimaforandringer. CCS er det eneste eksisterende teknologiske alternativet som gjør det mulig å kombinere klimahensyn med fortsatt bruk av fossile energikilder. CCS vil derfor være viktig for petroleumsindustrien i fremtiden.

For de industrielle aktørene som driver kraftverk med store utslipp av CO₂ er det viktig å bli det man kan kalle *profesjonelle kunder* og *kvalifiserte brukere* av teknologien. Sverre J. Overå i StatoilHydro beskriver betydningen av dette:

Hvis StatoilHydro skal bygge et fullskala renseanlegg på Mongstad så er det veldig viktig at vi velger riktig leverandør, riktig teknologi, for det er jo en investering i ganske mange milliarderkronerklassen, og det bør jo helst virke. Og hvis vi da valgte feil, hvis vi bare valgte basert på pris eller på feil forutsetninger, så

kunne vi risikere at vi bygde et anlegg som ikke fungerte etter hensikten. Vi mener jo at etter å ha gjort det vi gjør i TCM, så skal vi kunne være veldig profesjonelle med det å velge, vi skal vite *akkurat* hva som er riktig for oss.

For StatoilHydro vil riktignok dette være av begrenset betydning, da de selv ikke ser for seg at de skal bygge mange renseanlegg i forbindelse med sin virksomhet.

For de øvrige industrielle aktørene vil dette være viktigere. Ved å ta med seg erfaringer fra TCM vil de bli i stand til å kjøpe bedre og billigere renseanlegg. En av teknologileverandørene påpeker at det åpenbart vil være et slikt læringsutbytte for de industrielle partnerne i TCM, men at det er vanskelig å kvantifisere verdien av denne læringen i kroner og øre. For de industrielle partnerne vil videre deltakelse i TCM derfor være et resultat av en kost/nyttevurdering, der nytten er en subjektiv vurdering basert på det enkelte selskapets situasjon og hva de tror om eget læringsutbytte.

Den primære motivasjonen for StatoilHydros deltakelse i TCM er innholdet i gjennomføringsavtalen. Imidlertid kan CCS også innebære et nytt marked for StatoilHydro og andre oljeselskaper. Når CO₂ fanges er den nødt til å lagres et sted. Fordi oljeselskaper sitter på mye relevant kompetanse i forbindelse med transport og lagring vil de kunne ta betalt for å ta på seg oppgaven med å transportere og lagre CO₂ fra andres fangstanlegg. StatoilHydro er spesielt godt posisjonert for et slikt marked, ettersom de gjennom blant annet arbeidet på Sleipner er blant de ledende i verden på deponering av CO₂. Ambisjonene om slik næringsvirksomhet bekreftes av Kai Bjarne Lima i StatoilHydro: *”Vi satser på å gjøre forretning av CO₂-transport og -lagring. StatoilHydro er markedsledende på feltet, vi har drevet lengst og har en ambisjon om å beholde denne posisjonen”* (Harbo 2009). Han understreker videre at forbedringer av fangstteknologier er viktig dersom CCS skal bli kommersielt interessant. TCM kan bidra til nettopp dette.

5.2.2.2. Teknologileverandørene

Teknologileverandørenes motivasjoner for deltakelse ligger i å få utviklet teknologien med tanke på fremtidig kommersialisering. Jan Roger Bjerkestrand i Aker CleanCarbon, beskriver TCM som en bærebjelke for å løfte selskapet, og fremhever mulighetene for å lære om sin egen

teknologi og videreutvikle selskapet. Prosjekter som TCM innebærer at Staten gir ”en hjelpende hånd”, slik at selskapet får mulighet til å teste ut teknologien i en større skala enn hva de normalt sett selv vil kunne finansiere. Dette er viktig med tanke på å føre teknologien nærmere et kommersialiserbart stadium. Samtidig fremheves det at innovasjon av CCS er et langsiktig prosjekt, og at det er få som har troen på at CCS vil være kommersielt lønnsomt før år 2020.

For Alstom er situasjonen noe annerledes enn for Aker CleanCarbon. Aminanlegget i TCM vil være det første store demonstrasjonsanlegget Aker CleanCarbon bygger. Karbonatanlegget i TCM vil imidlertid være det siste i en serie på fire testanlegg som Alstom vil bygge før de planlegger å gå til kommersialiseringsstadiet. Ett av de tre andre testanleggene vil ha noe høyere fangstkapasitet enn anlegget på TCM. TCM-anlegget vil likevel være det eneste av de fire som kommer til å rense utslipp fra gasskraftverk, slik at TCM gir Alstom muligheten til å teste sin teknologi på dette bruksområdet. Videre vil det være en fordel for Alstom å få testet karbonattekologien i raffinerisammenheng. Nina Kr. Solie i Alstom forklarer: ”*det er alltid en fordel overfor potensielle kunder at teknologien er testet ut på relevante applikasjoner, som for eksempel en krakker*”. TCM vil derfor bidra med erfaringer som vil være nyttige for Alstom når teknologien skal kommersialiseres.

5.2.2.3. Staten

Staten har sammensatte motivasjoner for opprettelsen og gjennomføringen av Mongstadprosjektet. Som beskrivelsen av den politiske bakgrunnen for Mongstadprosjektet i kapittel 2 viser, er prosjektet et resultat av politisk påtrykk for å bygge gasskraftverk uten utslipp av CO₂. En motivasjon som ligger integrert i utformingen av prosjektet er derfor å redusere Norges utslipp av CO₂ ved å sørge for fullskala CCS av utslippene fra kraftvarmeverket og raffinerivirkosomheten på Mongstad.

5.2.2.3.1. Et globalt miljøperspektiv

Denne miljøpolitiske motivasjonen kan imidlertid ses på som et ledd av en større miljøpolitisk målsetning med et internasjonalt nedslagsfelt. I en pressemelding fra Olje- og energiminister Terje Riis-Johansen (Appendiks 2) kommer denne målsetningen til uttrykk:

Regjeringen har satt seg høye mål: Mongstad handler ikke bare om å fange CO₂ fra gasskraftproduksjon i Norge, men om at vi skal bidra til å utvikle kommersiell teknologi slik at Kina, India og andre land kan bruke denne teknologien for å redusere sine utslipp i forbindelse med stadig økende energiproduksjon.

I en pressemelding fra den 19. februar 2007 (Appendiks 3) fremhever også statsminister Jens Stoltenberg de omfattende miljøpolitiske ambisjonene bak Mongstadprosjektet: *”Det er når land som Kina får rensing av drivhusgasser på sine kullkraftverk at vi får tiltak som virkelig monner. Regjeringens visjon er at Mongstadanlegget skal være et viktig bidrag til dette gjennombruddet”*. I et av intervjuene med Gassnova hevdes det at Statens motiv for opprettelsen av TCM først og fremst har vært å utvikle teknologi for CO₂-fangst med tanke på å bidra til å løse klimaproblemet globalt. Det er altså en miljøpolitisk målsetning med globalt omfang som beskrives som hovedmotivasjonen for TCM. Forventningene til betydningen av CCS fra politisk hold kan derfor sies å være store.

I TCM er denne miljøpolitiske målsetningen nedfelt i det ovenfor nevnte settet av generelle ambisjoner som partnerne utviklet i forbindelse med at man laget samarbeidsavtalen i 2007. I en av ambisjonene heter det at man i TCM skal utvikle CO₂-fangstteknologier egnet for utstrakt nasjonal og internasjonal anvendelse. Det kommer frem i intervjuene at det å få med denne internasjonale dimensjonen var viktig både for de internasjonale TCM-partnerne og for politikerne, med tanke på at Norge skal bidra til et globalt klimaløft. Ved å involvere internasjonale energiselskaper i partnerskapet vil man samtidig kunne bidra til at disse aktørene får kompetanse og blir trygge på teknologien.

Disse fremtidige teknologibrukerne vil spille en viktig rolle i testfasen, og få spesifikke kunnskaper om teknologiens egenskaper og potensial. Forventninger som er spesifikke og støttes av fakta har større potensial til å fungere som en drivkraft i innovasjonsprosessen. TCM vil derfor kunne være viktig for å underbygge forventninger til teknologien blant fremtidige brukere, og samtidig også få spredt disse forventningene internasjonalt.

5.2.2.3.2. Norge som et foregangsland innen CCS

De politiske målsetningene stopper imidlertid ikke ved at Norge kun skal bidra til utvikling av teknologier for CCS. I flere intervjuer vises det til at man fra politisk hold forsøker å manøvrere Norge mot en posisjon som et foregangsland hva angår innovasjon av CCS – at man heller skal gå foran å bane vei enn å komme halende etterpå. Et sitat fra Overå i StatoilHydro understreker dette: ”*Akkurat TCM prosjektet tror jeg er et resultat av en sterk politisk vilje til å være et foregangsland. Det tror jeg faktisk man må si*”. Denne rollen hevder han at man i Norge tatt på seg ”*ettersom vi både har økonomisk handlefrihet til å få det til og for så vidt er en stor leverandør av fossilt brensel til verden rundt oss*”. Om man tar sikte på å være et foregangsland vil det å være tidlig ute med realisering av fullskala CCS være viktig. Anne Margrete Blaker i Gassnova beskriver hva det vil innebære å være tidlig ute:

...hvis det kommer et fullskalaanlegg i verden et sted så er det jo klart at hele verden vil se på driftserfaringene og energibalansen og hvor mye det kommer til å koste i energi, kroner og investeringer for å drifte et fullskala anlegg. Så det er jo kjempeforventninger til at Norge og eventuelt andre land som ligger i løypa får tatt en beslutning.

Bjerkestrand i Aker CleanCarbon fremhever betydningen av at den vestlige verden går foran og tar ansvar for å utvikle CCS slik at teknologien vil kunne spille en rolle i kampen mot klimaforandringene:

Jeg tror TCM vil kunne være et sånt show-in-window, at det kan være et vindu utad for verdenssamfunnet.

Intervjuer: Så det har litt sånn symbolsk betydning?

Ja jeg tror det. Det har veldig signaleffekt at den vestlige verden tar grep, og gjør ting og bygger de anleggene her. For det er som Kina sier: ”*hvorfor skal vi ta den kostnaden her når dere har levd i et forbrukssamfunn og bare økt og økt utslippene av CO2. Og når vi først kommer etter så skal vi være dem som skal betale for det her. Mesteparten av våre CO2-utslipp stammer jo faktisk fra produkter som vi produserer og som dere importerer*”, sant. Så det er utrolig viktig av den vestlige verden å gå foran, det har de skjønt. Det her er jo på agendaen til G8 og de store - det her er høyt på agendaen til de fleste. Og vi ser jo spesielt nå at Obama-effekten begynner å komme. Administrasjonen i USA er veldig aggressiv altså. De har satt av 4 milliarder dollar som pløyes inn i utviklingen av den teknologien her, og det er en helt annen bevegelse. Så den ballen har begynt å rulle nå, det merker vi.

Disse to sitatene fra henholdsvis Blaker og Bjerkestrand påpeker særlig to aspekter som er relevante for Mongstadprosjektets bidrag til innovasjonsprosesser for CCS-teknologier. For det første kommer det frem at Mongstadprosjektets relevans på den internasjonale miljøpolitiske arenaen potensielt er betydelig. TCM vil kunne fungere som et utstillingsvindu, og realisering av et fullskala fangstanlegg i steg 2 vil medføre betydelig læring og internasjonal oppmerksomhet rettet mot prosjektet. Dette kan være viktig for å bygge forventninger til CCS internasjonalt. For det andre er Mongstadprosjektet situert i en epoke der det skjer veldig mye på den internasjonale arenaen for CCS. Det er flere prosjekter for realisering av fullskala CCS under oppseiling globalt (Innovasjon Norge 2008). Samlet sett er disse to aspektene med på å skissere et mulig dilemma i forhold til tidsplanen for realisering av steg 2 med fullskala CCS på Mongstad.

Dette dilemmaet henger sammen med i hvor utstrakt grad man ønsker å trekke på erfaringer fra arbeidet i TCM før man bygger fullskala rensesanlegg. Som beskrevet i kapittel 2.2.1 er et av formålene med TCM å utvikle teknologien for å redusere kostnader og risiko ved realisering av fullskala CCS på Mongstad. Gjennomføringsavtalen slår fast at Staten og StatoilHydro har som felles mål å realisere steg 2 med fullskala CCS innen utløpet av 2014. For å rekke dette skal man etter planen treffe en investeringsbeslutning i 2012. På grunn av at TCM blir noe forsinket, og at man ser at fullskala vil bli et krevende prosjekt, diskuterer man nå hvorvidt man skal overholde denne opprinnelige tidsplanen. Slik det ser ut i skrivende stund vil TCM stå ferdig mot slutten av 2011, noe som er en forsinkelse på omtrent ett år i forhold til den opprinnelige planen. Dette betyr at det blir svært begrenset med tid for å trekke på erfaringer fra TCM før man treffer investeringsbeslutningen. Dermed blir den reelle nytteverdien av TCM for steg 2 begrenset. Riktignok vil planleggingsfasen og byggefasen for TCM-anlegget medføre en del nyttige erfaringer som kan være verdifulle i forhold til bygging av fullskalaanlegg, men man vil ikke få mer enn maksimalt ett år med erfaringer fra selve driften av TCM. Dette taler for å utsette realiseringen av fullskala CCS på Mongstad.

Samtidig vil en slik utsettelse kunne virke ødeleggende for Norges posisjon som foregangsland på den internasjonale arenaen for CCS. I en tid med betydelig satsing internasjonalt er det alltid risiko for at en utsettelse leder til at Mongstadprosjektet mister noe av sin verdi som et foregangsprosjekt. Riktignok vil ikke læringspotensialet som ligger i realisering av fullskala på

Mongstad vil forsvinne fullstendig dersom andre prosjekter realiseres tidligere - man vil trenge mange fullskalaprojekter for å utvikle og lære mest mulig om teknologien. Allikevel vil man miste den symbolske verdien som ligger i å være først ute, og betydningen av Mongstadprosjektets bidrag til innovasjonsprosessene kan reduseres.

Som beskrevet i kapittel 2.2.2 har man i Masterplan Mongstad utarbeidet to alternative tidsplaner for gjennomføringen av steg 2. Alternativ 1 innebærer raskest mulig utbygging av fullskala CCS for Energiverk Mongstad, mens alternativ 2 innebærer at man utsetter dette og bygger anleggene for kraftvarmeverket og krakkeranlegget samtidig. Ved å velge alternativ 1 vil man få begrenset læringsutbytte fra TCM, samt binde seg til aminteknologien. Man vil videre ha liten tid til å kartlegge miljømessige og helsemessige konsekvenser i forbindelse med aminutslipp.

Aker CleanCarbon hevder imidlertid at de er klare til å bygge et fullskala aminanlegg nå, og de uttrykker tro på at de vil klare å fjerne aminutslippene fullstendig. Gassnova underbygger langt på vei påstanden om at det vil være mulig å få til fullskala rensing på Mongstad i 2014. De viser til at man i prosjektet på Kårstø i økende grad opplever at de involverte teknologileverandørene er beredt til å gi driftsgarantier. Allikevel vil alternativ 1 fremdeles innebære utfordringer i form av at det vil kreve raske beslutningsprosesser - det vil være en utfordring å få etablert de nødvendige rammebetingelsene for et fullskalaprojekt innen tidsrammene. Disse utfordringene reduserer man ved å velge alternativ 2, men man vil samtidig kunne støte på praktiske utfordringer i forhold til å gjennomføre to store utbyggingsprosjekter inne på samme industriområde samtidig.

Alt dette er faktorer regjeringen må ta med i betraktning når de bestemmer tidsløpet for gjennomføringen av steg 2. Det bør også nevnes at disse beslutningene også kan påvirkes av utviklingen i prosjektet på Kårstø. Fullskalaanlegget på Kårstø er også planlagt realisert i 2014, og Gassnova har anbefalt at man ikke realiserer to fullskalaprojekter samtidig i Norge. Om det skulle vise seg at verdens første fullskalaanlegg står på Mongstad eller Kårstø er det uansett grunn til å hevde at Norges posisjon som foregangsland for CCS vil stå sterkt internasjonalt - med de positive konsekvenser dette kan ha for Norges internasjonale omdømme og muligheter for utvikling av en CCS-industri. Det første fullskalaanlegget i verden vil dessuten ha betydning

for å underbygge forventninger om at CCS er et reelt teknologisk virkemiddel i kampen mot klimaendringene.

5.2.2.3.3. CCS som et verktøy for å sikre norske økonomiske interesser

I datamaterialet er det de miljøpolitiske forventningene til CCS som beskrives som den primære motivasjonen bak det offentlige initiativ til Mongstadprosjektet. Imidlertid innebærer en satsning på CCS også betydelige næringspolitiske muligheter. Blaker i Gassnova påpeker at Mongstadprosjektet vil svare til et ”*alt i ett-mål*”, der både klimaproblematikk, energiforsyning og langsiktig næringsutvikling inngår.

Det er to forskjellige aspekter ved de næringspolitiske forventningene til CCS. Det første går på det faktum at nasjonalformuen i Norge i svært stor grad er knyttet opp mot petroleumsressursene på norsk sokkel. Derfor er det viktig for Norges økonomi at det i fremtiden fortsetter å være et effektivt petroleumsmarked. CCS vil således være viktig for å sikre norsk petroleumsindustri i fremtiden. En slik argumentasjon har i følge Gassnova blitt brukt i Statens søknader til EFTAs overvåkningsorgan om å få gjennomføre Mongstadprosjektet på den måten man har lagt opp til.

Det andre aspektet ved de næringspolitiske forventningene går på hvorvidt CCS kan danne grunnlag for ny norsk næringsvirksomhet. Slike forventninger har lenge vært til stede i den årelange politiske drakampen om CCS på norske gasskraftverk. Eksempelvis var prospekter om nye arbeidsplasser som en synergieffekt av satsing på CCS sentrale for å mobilisere fagbevegelsens støtte til CCS i Norge (Tjernshaugen og Langhelle kommende: 12). I den tidligere siterte pressemeldingen fra Olje- og energiminister Terje Riis-Johansen (Appendiks 2) trekker ministeren frem ”*norske aktørers evne til å konkurrere og vinne frem i utvikling og eksport av miljøteknologi*”, og videre at ”*de mange smarte norske hoder som pønser ut gode miljøløsninger er også fremtidens `naturressurs` for Norge*”. Ut fra denne pressemeldingen å dømme har man i Stoltenberg 2-regjeringen forventninger til at miljøteknologier vil bli en viktig ressurs for Norge i fremtiden. Mulighetene for forretningsvirksomhet i forbindelse med transport og lagring av andres CO₂ er allerede nevnt. Norge har gode forutsetninger på dette området. For det første finnes det relevant kompetanse fra den petroleumsrelaterte næringsvirksomheten i Norge. For det andre er det gode lagringsmuligheter på norsk sokkel. Eksempelvis har man siden

1996 lagret CO₂ fra Sleipner i Utsira-formasjonen, som antydes å ha en lagringskapasitet på 40 milliarder tonn CO₂ (Harbo 2009).

Tore Amundsen i Gassnova sier at forventninger til ny næringsvirksomhet ikke har vært noen primær målsetning i TCM, men ”*det er klart at når Staten investerer så mye penger i dette så er det jo ønskelig selvfølgelig at norsk industri også er med og tjener på dette ved at teknologi kan utvikles i Norge*”. Næringsutvikling har altså ikke vært noen uttalt målsetning i TCM, men perspektivet er til stede. Aker CleanCarbons deltagelse i prosjektet tyder på at slike forventninger kan oppfylles. Både Amundsen og andre informanter påpeker imidlertid at valget av Aker CleanCarbon som teknologileverandør ikke er et resultat av en slik forventning, men av en lang og rettferdig konkurranseprosess der flere internasjonale teknologileverandører har deltatt. Jan Roger Bjerkestrand i Aker CleanCarbon er tidligere sitert på hvordan TCM er med på å løfte selskapet. Her beskriver han videre hvordan Aker CleanCarbon erfarer mulighetene for næringsutvikling hos øvrige utstysleverandører i kjølvannet av Mongstadprosjektet:

...vi vil kjøpe inn ulike pumper og varmevekslere og alt utstyret til anleggene fra blant annet en del norske leverandører. Så det vil igjen være med å løfte dem og kunne videreutvikle dem også, innenfor det her. Så det er mye synergier av TCM i seg selv også.

Tror du det (TCM) kan være med å bidra til utvikling av komplementære teknologier også?

Ja, det tror jeg så absolutt. Vi, for eksempel, har en norsk leverandør av en utstyrskomponent til vår renseprosess som går på det med gjenvinning av amin, et konsept for det. Det har jeg absolutt tro på, at du kan være med å utvikle leverandørindustrien også.

Man begynner altså å se tegn til at Mongstadprosjektet vil ha synergieffekter, og sitatet viser at forventninger om at CCS kan danne grunnlaget for norsk næringsutvikling er rotfestet i virkeligheten. Det er en styrke ved Mongstadprosjektet at det kan være med på å underbygge forventninger til den næringspolitiske betydningen av CCS. Om aktørene i TCM klarer å formidle dette perspektivet utad vil det kunne bidra til å skape ytterligere politiske drivkrefter bak utviklingen av CCS.

5.2.2.4. Forventningsbygging overfor folkeopinionen

Det er viktig å ikke undervurdere betydningen av å skape tro på teknologien og legitimere satsningen på å utvikle CCS overfor folkeopinionen. I hvilken grad man lykkes med dette vil blant annet kunne ha konsekvenser for CCS sin politiske fremtid. Som nevnt innledningsvis i kapittel 5.1 er realisering av CCS det klimatiltaket som er mest avhengig av politiske beslutninger. I en tidlig fase av innovasjonsprosessene vil det derfor kunne være en forutsetning for vellykkede innovasjonsprosesser at opinionen er positivt innstilt.

Gassnova gjør en innsats for å spre informasjon om Mongstadprosjektet ved å stille opp på foredrag og snakke om prosjektet i forbindelse med messer, konferanser og liknende. StatoilHydro har fått signaler fra Gassnova om at også de bør bidra med å drive informasjonsvirksomhet på denne måten. Dette er en form for informasjonsvirksomhet som vil kunne være av betydning i forhold til å bygge forventninger til teknologien og prosjektet utad.

Amundsen i Gassnova forteller at man i TCM jobber med forventningsbygging og legitimering *”først og fremst gjennom informasjon til mediene om hva som er hensikten med det hele og hva som kommer ut av det etter hvert”*. Det er primært Gassnova som har oppgaven med å være TCMs talerør utad mot verden. Dette henger sammen med at partnerskapet har bestått av forskjellige aktører med ulike ønsker i forhold til å profilere seg i det offentlige. Gassnovas direktør for kommunikasjon og samfunnskontakt, Anne Margrete Blaker, forteller at *”det er et stort medietrykk, og det er stor medieinteresse rundt Norges ambisjoner på klima og CO2”*. Hva angår TCM spesielt har imidlertid Gassnova i følge Overå i StatoilHydro *”lagt seg på en relativt moderat linje når det gjelder å drive PR eller opinionspåvirkning”*. Dette kan delvis henge sammen med at TCM i skrivende stund ikke har kommet så langt i prosessen at bygge- og testfasen er påbegynt. Da har det naturligvis vært lite å si i forhold til konkrete resultater om *”hva som kommer ut av det etter hvert”*.

En annen faktor som kan påvirke TCMs tilstedeværelse i mediene er hvordan mediene velger å fokusere Mongstadprosjektet. Mediefokuset har i dominerende grad vært problemorientert. Dette er i tråd med etablerte tendenser i nyhetsmediene, der det først og fremst er dårlige nyheter som kvalifiserer som nyheter i journalisters øyne (Schudson 2003: 49-51).

Et eksempel på mediernes problemorienterte fokus er oppmerksomheten rundt risikoen for at aminutslipp til luft kan føre til at det danner seg kreftfremkallende stoffer. Dette problemet knytter seg til aminteknologien, og man jobber med å avklare hvorvidt det i realiteten vil utgjøre et problem og hvordan man i så fall kan løse problemet. I flere intervjuer fremstilles dette som et problem man tar på alvor, men regner med man vil kunne løse. Bjerkestrand i Aker CleanCarbon uttaler seg om hvordan han opplever enkelte mediers fokus på denne saken:

...der har det jo versert ting i media, versert noen tall og noe risiko[...] Altså i hvert fall når det gjelder utslippsnivå mener vi det er langt, langt over det vi har målt.

[..]

Når en fra universitetet uttaler seg så har han sikkert mange forbehold med når han snakker med media. Men det kommer jo aldri med, kommer jo aldri på trykk. Men det gjør at man sprer en frykt vet du, slik at media gjennom sånne uttalelser, når man ikke har hele sammenhengen, sprer en frykt. Og det kan være med på å være litt ødeleggende for oss, og egentlig det å fremme teknologien.

Bjerkestrand gir uttrykk for hvordan skandalehungrige medier kan bidra til å gi et unyansert bilde av problematiske aspekter ved teknologien. Dette vil kunne bidra til å ødelegge teknologiens omdømme i folkeopinionen uten god grunn. I dette konkrete tilfellet gjaldt det dannelse av kreftfremkallende stoffer ved aminutslipp til luft, men man kan se for seg at liknende mekanismer vil kunne gjøre seg gjeldende i andre sammenhenger også. Dette er et problem som aktørene i Mongstadprosjektet vanskelig vil kunne gjøre noe med, da det i stor grad er opp til mediene og hvilke nyhetskriterier de opererer med. Bjerkestrand etterlyser et forum for informasjonsutveksling og debatt om CCS som ikke er underlagt mediernes kriterier for hva som lager gode overskrifter. Slik vil ulike interessenter kunne komme med sine synspunkter og innvendinger, og man vil kunne få en nyansert og konstruktiv debatt rundt problematiske aspekter ved teknologiene.

Gassnova er forsiktige i uttalelsene omkring mediernes problemfokus. Blaker sier:

Jeg tror at det er veldig viktig med offentlig debatt og fokus, sånn at jeg tror i Norge så er vi vant til den måten som media vinkler saker på. Så det eneste en kan være litt engstelig for er selvfølgelig hvor lang tid den politiske debatten vil ta. Men den må jo ta den tiden den trenger, for dette er snakk om mye penger, og

det krever mye av de som beveger seg først. Og det er jo viktig at velgerne til de forskjellige regjeringene er med på det som skal brukes av fellesskapets midler.

Fra Gassnovas side påpekes den demokratiske betydningen av at Mongstadprosjektet blir debattert i offentligheten, selv om det samtidig antydes at prosjektet kan bli forsinket dersom debatten trekker ut. Gassnova gir imidlertid uttrykk for at de er bevisst sin rolle som talerør overfor folkeopinionen i forbindelse med problemer som eksempelvis det med kreftfremkallende stoffer. Tore Amundsen sier:

Det er veldig viktig i forhold til befolkningen å avklare sånne problemer - å finne ut på en sikker måte hvordan man da skal forhindre dem, og løse sånne problemer slik at det ikke blir en slags skepsis mot sånne anlegg fordi man har en frykt for at de kan medføre helseskade og annen miljøskade.

Blaker forteller videre om hvordan Gassnova arbeider med å avklare slike problemer: *”Det vi forsøker i Gassnova det er jo å legge til rette for at fakta og kunnskap kommer på bordet”*. Rødningby i ZERO bekrefter at Gassnova har spilt en slik rolle i forbindelse med kreftsaken: *”De gjorde en innsats i forhold til det her når det kom opp den kreftsaken rundt Mongstad, så kom de inn og beroliget og stilte opp”*. I denne rollen drar Gassnova fordel av at de også forvalter midler i CLIMIT-programmet. Hva angår kreftproblematikken er det gjennom CLIMIT iverksatt forskningsprosjekter rundt problemstillingen. Slike forskningsprosjekter vil kunne bidra med fakta og kunnskaper som vil være nyttige når problemer skal avklares overfor folkeopinionen.

En annen faktor som kan påvirke folkeopinionen i negativ retning har å gjøre med Mongstadprosjektets kostnadmessige utgangspunkt. Både realiseringen av steg 1 og steg 2 vil ha høye kostnader. Nina Kr. Solie i Alstom sier at hun tror *”at det kan være vanskelig i Norge å få aksept for så store investeringer innenfor dette området”*. Dette påpekes også av Rødningby i ZERO, som forteller at kritiske røster i Norge stort sett tar utgangspunkt i kostnadsnivået. Dette i motsetning til andre europeiske land, der de kritiske røstene i større grad taler om lagringssikkerhet og risikoen for at man ved å satse på CCS tar midler som bedre kunne vært anvendt på utvikling av fornybar energi. Kostnadene ved både TCM og fullskala på Mongstad ser ut til å bli dramatisk høyere enn hva man først ble forespeilet, og dette kan virke negativt på folkeopinionens syn på Mongstadprosjektet. Å legitimere ressursbruken i Mongstadprosjektet er

kanskje først og fremst de ansvarlige politikernes oppgave, men det er klart at aktørene i Mongstadprosjektet også må være bevisst betydningen dette kan ha for prosjektet.

En strategi for å styrke legitimiteten kan være å gå bevisst inn for å involvere miljøorganisasjonene. Disse organisasjonene har en annen posisjon i folks bevissthet enn hva myndigheter og industrielle aktører har. I Norge har miljøorganisasjonene, først og fremst Bellona, spilt en avgjørende rolle for å fronte CCS som en miljøteknologi (Tjernshaugen og Langhelle kommende). Rødningsby i ZERO mener at dette har vært avgjørende for at CCS har fått en posisjon som et legitimt miljøteknologisk alternativ i nordmenns bevissthet. Han forteller at dette er i motsetning til andre land der CCS i stor grad har blitt frontet av industrien. Der blir CCS ofte ”*oppfattet som at man har funnet opp en teknologi bare for å kunne fortsette med det man ellers ville gjort*”. Bjerkestrand i Aker CleanCarbon forteller at de har hatt veldig gode erfaringer med å samarbeide med miljøorganisasjoner, først og fremst Bellona og ZERO, og ønsker å videreføre et slikt samarbeid inn i TCM. En styrke ved miljøorganisasjonene er i følge Bjerkestrand at ”*de har satt seg godt inn i det her slik at de kan stille på de ulike arenaene og diskutere faglige ting*”. Miljøorganisasjonene kan potensielt bidra til å gi Mongstadprosjektet legitimitet både i kraft av deres symbolske posisjon i folks bevissthet og deres faglige tyngde. Involvering av miljøorganisasjoner vil også kunne bidra til bredden i Mongstadprosjektets aktørnettverk. Et bredt nettverk er viktig for å legge til rette for ulike typer erfaringer og læringsprosesser som kan bedre forståelsen av teknologiens interaksjon med den sosiale omverdenen, jmfør kapittel 3.2.2.2.

5.2.3. Konkluderende betraktninger

Dette delkapittelet har vist at det finnes delte forventninger blant aktørene i Mongstadprosjektet om at CCS kan spille en viktig rolle i kampen mot klimaforandringene. At slike forventninger deles av myndigheter, teknologibrukere og teknologileverandører er viktig for nisjedannelse. Disse forventningene kommer til uttrykk gjennom ambisjonene for TCM som partnerne har utarbeidet i fellesskap, samt de ulike strategiske interessene som ligger til grunn for aktørenes deltakelse i Mongstadprosjektet. Man har riktignok redusert forventningene til kostnadsreduksjoner i TCM, og det er lite som tyder på at det eksisterer forventninger om at CCS vil bli kommersielt attraktivt med det første. Slike forventninger er imidlertid også avhengig av

utsiktene til at det tilrettelegges politisk gjennom prissetting på CO₂-utslipp og teknologiske krav for utslippskilder.

Fra statlig hold eksisterer det store forventninger til at CCS skal ivareta først og fremst miljøpolitiske interesser, men også næringsinteresser. Statens miljøpolitiske perspektiv er globalt. I TCM vil man kunne gi forventningene til fangstteknologier kjøtt på beina, og ved at man forsøker å skape et internasjonalt partnerskap av fremtidige brukere vil man kunne spre forventningene internasjonalt. Realisering av fullskala CCS på Mongstad vil i ytterligere grad bygge opp under forventninger til CCS, og skape internasjonal oppmerksomhet rundt Norges arbeid på området. Analysen har vist at tidsdimensjonen i steg 2 kan ha betydning for å realisere forventningen om at Norge skal være et foregangsland innen CCS.

Gjennom TCM ser man antydninger til at CCS vil kunne ha positive ringvirkninger for norsk næringsliv. Dersom man klarer å løfte Aker CleanCarbon og andre selskaper i kjølvannet av prosjektet, vil dette underbygge forventninger om at det ligger næringspotensial i CCS. Dette vil igjen kunne være positivt for teknologiens politiske omdømme, og skape ytterligere drivkrefter bak innovasjonsprosessene. For å skape grunnlag for politiske drivkrefter vil det være nødvendig å bygge forventninger også overfor folkeopinionen. Det er først og fremst Gassnova som tar seg av denne oppgaven i TCM. En utfordring i forhold til mediene er at de tenderer mot å være problemfokuserende og lite nyanserte. Dette kan være med på å ødelegge folks tiltro til både Mongstadprosjektet og CCS generelt. En beslektet utfordring er de høye kostnadene som knytter seg til prosjektet. Dette vil også kunne være med på å skape skepsis.

5.3. Nettverksdannelse

III. Hvordan bidrar Mongstadprosjektet til å skape et nettverk av aktører rundt CCS?

Ved å skape en arena for bygging av nettverk mellom aktører vil Mongstadprosjektet kunne ha betydning for innovasjon av CCS-teknologier. TCM kan betraktes som nettopp en slik arena, som bringer teknologileverandører, myndigheter og brukere sammen. Arbeidet i TCM så langt har vært gjennomført i samarbeid mellom myndigheter, teknologibrukere og teknologileverandører for å forberede byggingen av testanlegget. Aktiv involvering av ulike aktører er viktig for å legge grunnlaget for nisjedannelse. Slik vil man kunne legge til rette for interaktive læringsprosesser og gjensidig tilpasning mellom teknologier, brukerpraksis og institusjonelle betingelser. Avslutningsvis i kapittel 5.2.2.4 ble betydningen av bredde i Mongstadprosjektets aktørnettverk nevnt. Dette delkapittelet vil analysere hvordan man har lagt opp til nettverksbygging og hvilke aktører man søker å involvere.

5.3.1. Involvering av fremtidige teknologibrukere i TCM

CCS er et teknologiområde som har potensial til å endre det eksisterende sosioteknologiske regimet for energiproduksjon basert på fossile brennstoff. Det er altså ikke en teknologi som vil kunne bytte ut hele det eksisterende regimet, slik tilfellet er med fornybare energiteknologier. CCS skiller seg således ut fra andre miljøteknologier, da de fremtidige brukerne nødvendigvis vil være en integrert del av det eksisterende regimet. Selv om CCS etter alt å dømme vil innebære en ikke ubetydelig ekstrakostnad for energiselskaper i fremtiden, gir ikke datamaterialet inntrykk av at det eksisterer noen avgjørende fare for at energiselskapene gjennom sin deltakelse i TCM vil motarbeide teknologien. Som diskutert i kapittel 5.2.2.1 er deres deltakelse snarere motivert av et ønske om å bli kvalifiserte brukere av teknologien. Dette kan være avgjørende for energibedriftenes konkurransedyktighet i en fremtid der CO₂-kvotepriene er høye eller det eksisterer krav om utslippskutt. For eksempel har EU signalisert at de kommer til å stille krav om CCS på nye kraftverk fra 2020, og da vil det være viktig for kraftprodusenter å være forberedt. Teorien påpeker for øvrig at det ofte vil være en forutsetning for eksperimentets bidrag til

nisjedannelse at aktører fra det eksisterende regimet er involvert. Dette fordi disse aktørene ofte sitter på verdifulle ressurser og institusjonelle koblinger.

5.3.1.1. Hvilke fremtidige teknologibrukere involveres?

Det er først og fremst Staten gjennom Gassnova og Olje- og energidepartementet som fungerer som tilrettelegger og nettverksbygger overfor fremtidige brukere av teknologien, jamfør diskusjonen i kapittel 5.1.1. Det var Gassnova som utførte arbeidet med å skape et partnerskap for planleggings- og prosjekteringsfasen. Sverre J. Overå i StatoilHydro beskriver denne prosessen:

Staten ga Gassnova oppdraget med å finne partnere. Gassnova var oppsøkende mot industrien ganske bredt, og arrangerte for så vidt en slags... det var egentlig en åpen invitasjon til et stort antall industriselskaper. Og de som da var interesserte nok til å være med, det var Hydro¹⁴, Vattenfall, Shell og Dong.

Sitatet peker på at Gassnova har hatt et bredt utgangspunkt i sitt arbeid med å involvere industrielle aktører som vil være på brukersiden av teknologien i fremtiden. I skrivende stund arbeider Staten med å henvende seg til potensielle deltakere for å bygge et partnerskap for det videre arbeidet med TCM, slik gjennomføringsavtalen åpner for. I likhet med hva som var tilfellet for partnerskapet i planleggings- og prosjekteringsfasen er arbeidet med å involvere flere deltakere rettet mot energiselskaper. Energiselskaper er imidlertid ikke de eneste potensielle brukerne av CCS i fremtiden. Også annen industriell virksomhet innebærer store utslipp av CO₂, da i særdeleshet stålindustri og sementindustri. Tore Amundsen i Gassnova forklarer hvorfor man ikke har gjort noe for å inkludere aktører fra disse industriene i TCM:

Det har vært litt ut fra tanken om at like barn leker best, i den forstand at hvis vi setter sammen et partnerskap som stort sett består av virksomheter som driver i samme bransje eller på de samme områdene, så blir kanskje samarbeidet lettest, fordi da får vi lettest felles målsettinger med det hele.

Det er altså praktiske hensyn som ligger til grunn for å begrense seg til kun å involvere energiselskaper på brukersiden. Dette vil kunne ha to konsekvenser, en positiv og en negativ. På den ene siden vil det gjøre det lettere å koordinere strategier og sikre flyt i eksperimentet. På den

¹⁴ Hydro ble slått sammen med Statoil til StatoilHydro i 2007.

annen side vil man få mindre bredde i aktørnettverket, og dermed risikere å gå glipp av visse erfaringer og læringsprosesser som aktører med et annet utgangspunkt kunne lagt grunnlaget for.

For å gjøre det lettere å koordinere prosjektarbeidet vil man videre begrense TCM-partnerskapet til mellom åtte og ti aktører, inklusive StatoilHydro og Gassnova. Man har i TCM allerede erfart at det kan være utfordrende å koordinere strategier og samarbeid mellom ulike selskaper. Dette erfarte man eksempelvis i forbindelse med arbeidet med å forberede valget av teknologileverandører i planleggings- og prosjekteringsfasen. Dette arbeidet ble gjort i en nettverksmodell der alle partnerne deltok. Overå i StatoilHydro uttaler seg om denne nettverksmodellen: *”Det er en veldig krevende modell altså, bare for å ha sagt det, i og med at det er så mange forskjellige selskaper med forskjellige måter å jobbe på”*. Forskjellene gikk blant annet på at de ulike selskapene har forskjellige krav til hvor godt de behøver å forstå de tekniske løsningene. Tatt i betraktning slike utfordringer vil det være nødvendig å sette et tak på antall partnere dersom nettverket skal kunne bli dypt og smidig.

Det er videre et mål at partnerskapet rundt TCM skal være internasjonalt. Et internasjonalt aktørnettverk rundt CCS er ønskelig fordi klimaproblematikken TCM tar sikte på å bidra til å løse er et globalt problem. Dette er et tema analysen tidligere vært innom i forbindelse med forventningsbygging. Amundsen i Gassnova forklarer: *”de store CO₂-punktutslippene i verden er jo ikke i Norge, de er helt andre steder, så derfor er det veldig viktig at dette får et stort og internasjonalt nedslagsfelt”*. Han forklarer videre at et internasjonalt aktørnettverk rundt teknologien har

betydning for spredningen av den utviklingen vi får i stand på Mongstad, at teknologiutviklingen blir tatt i bruk. Derfor er det veldig viktig at disse partnerne er med på dette, altså sånne som Shell, Vattenfall, Dong Energy og andre. For de er jo fremtidige eiere og brukere av CO₂-fangstanlegg i stor skala. Så det er viktig gjennom dem å spre kunnskapen om TCM og kunnskapsutviklingen som skjer der.

Ved å involvere aktører som opererer internasjonalt håper man å få spredt kunnskapen som utvikles gjennom TCM. På denne måten vil TCM kunne spille en rolle for innovasjon av CCS globalt. En problemstilling som vender tilbake i den forbindelse er balansegangen mellom kunnskapsspredning og ivaretagelse av teknologileverandørenes bedriftshemmeligheter.

Teknologileverandørene, som har brukt store summer på å forske frem teknologien, er ikke interessert i at for mye informasjon om deres teknologi blir spredt. Her er det viktig å finne en balansegang som alle kan være tjent med. Selv om brukerne ikke nødvendigvis får anledning til å videreformidle all informasjon om de tekniske løsningene vil allikevel ikke det bety at kunnskapsspredning er umulig. Man vil fremdeles kunne spre kunnskap fra eksempelvis læringsprosesser rundt brukerpraksis og verifisering av teknologien.

5.3.1.2. I hvilken grad har teknologibrukerne vært aktivt involvert?

Aktiv involvering av ulike aktører er viktig for å legge grunnlaget for nisjedannelse. Slik vil man kunne legge til rette for interaktive læringsprosesser og gjensidig tilpasning mellom teknologier, brukerpraksis og institusjonelle betingelser. At de ulike deltakerne i prosjektet er aktivt involvert er også viktig dersom de skal kunne utvikle en følelse av eierskap og ansvar for prosjektet. I TCM har man lagt til rette for dette på flere nivåer i arbeidet med planleggings- og prosjekteringsfasen. For det første var alle partnerne involvert i arbeidet med å utvikle strukturen og rammene for det fremtidige samarbeidet. Opprettelsen av styringskomiteen og andre komiteer var et resultat av dette samarbeidet.

For det andre ble arbeidet med å forberede valget av de to teknologileverandørene som nevnt utført i en nettverksløsning der alle partnerne deltok. Denne nettverksløsningen eksisterte under prosjektet som ble etablert for å gjennomføre planleggings- og prosjekteringsfasen, og var et verktøy for dialog mellom partnerne og prosjektteamet rundt valget av teknologileverandører. Nettverksløsningen fungerte i halvannet år med møter etter hvert cirka månedlig, inntil nettverket hadde oppfylt sin funksjon og ble nedlagt i slutten av 2008. Da hadde det forberedt grunnlaget for valget av Alstom og Aker CleanCarbon.

Selve prosjektgjennomføringen har vært i StatoilHydros hender, men alle partnerne har vært involvert i varierende grad. Alle partnerne har hatt rett og anledning til å bidra med personell i prosjektet. Som diskusjonen tidligere har vært inne på har Gassnova i liten grad deltatt, annet enn i komiteer og i arbeidet med å velge teknologileverandører. Fra de øvrige industrielle aktørenes side har det vært varierende grad av deltakelse med personell inn i prosjektet. Vattenfall har deltatt med tre personer, Shell med to og Dong Energy med periodevis en til to. Overå i

StatoilHydro beskriver graden av deltakelse slik: ”*Det at de har gjort det i beskjednen grad er jo for så vidt litt uttrykk for at dette her er ett av mange prosjekt, og de har ikke ressurser til å fylle opp et prosjektteam*”. Selv om forholdene i utgangspunktet burde ligge til rette for dyp involvering fra alle aktørenes side har deltakelsen, ut ifra karakteristikken i dette sitatet å dømme, vært noe beskjednen. Sitatet antyder at Mongstadprosjektet kjemper med andre prosjekter om ressurser. Graden av deltakelse vil således være et resultat av at tilgangen på personell med kompetanse på CCS er begrenset. De industrielle aktørene er derfor nødt til å foreta en prioritering rundt hvilke prosjekter de ser seg best tjent med å dirigere sine ressurser mot. TCMs evne til å involvere industrielle aktører og bidra til nettverksdannelse vil således kunne påvirkes av to faktorer. Den ene er tilgangen på personell med kompetanse på CCS, og den andre er i hvilken grad TCM klarer å markedsføre seg som et attraktivt prosjekt i forhold til andre CCS-eksperimenter.

5.3.1.3. En utfordring for TCMs bidrag til nettverksdannelse

Et problem vedrørende TCMs attraktivitet er at kostnadene knyttet til testsenteret blir betydelig høyere enn hva man først så for seg. Dette er blant annet et resultat av at man bygger testsenteret inne på et raffineriområde, noe som innebærer høyere kostnader enn hva tilfellet ellers ville vært. Staten har i henhold til gjennomføringsavtalen anledning til å selge andeler av sitt eierskap til industrielle aktører. På den måten vil Staten involvere industrielle aktører i prosjektet og samtidig redusere sine utgifter. Ifølge Audun Rødningsby i ZERO er det imidlertid ”*veldig mange selskaper som har telt på knappene fordi det begynner å bli grusomt dyrt*”. Han fortsetter: ”*For selvfølgelig, hvis prisen begynner å bli høy for Shell og alle de andre, så er det kanskje billigere for dem å kjøpe seg inn i en pilot et annet sted. Det er jo mange piloter rundt om kring i verden*”. Slik kan TCMs muligheter til å bidra til nettverksdannelse rundt teknologien reduseres. Dette må kunne karakteriseres som en alvorlig utfordring for TCM. Rødningsby tror imidlertid at ”*man vil sannsynligvis heller prøve å få med flest mulig aktører enn å spare mest mulig penger*”. Han mener Staten vil se seg tjent med å fire på forhåpningene om å få solgt seg ned, og ”*i større grad drive nettverksbygging enn å prøve å redusere kostnadene. Jeg tror det er viktigere for dem å få med mange partnere enn å få det billig*”. TCMs bidrag til nettverksbygging vil med andre ord kunne være avhengig av at Staten tar den økonomiske konsekvensen av at kostnadene har blitt såpass mye høyere enn man forventet. Samtidig kan det være lurt å passe på at aktørene i en viss

utstrekning mobiliserer ressurser inn i prosjektet. Dette vil kunne forhindre at aktørnettverket får et overfladisk preg.

5.3.2. Involvering av teknologileverandører i TCM

En av ambisjonene for TCM er at man skal bidra til å bringe frem nye leverandører av fangstteknologier. I skrivende stund er det et svært begrenset antall leverandører på markedet som er i stand til å levere fangstanlegg innen rimelig tid. Disse er amerikanske Fluor Daniel, japanske Mitsubishi og muligens amerikansk/kanadiske HTC/Bechtel. Overå i StatoilHydro uttaler seg om TCMs bidrag i så måte:

...vil vi jo da ha Aker CleanCarbon som er en ny aktør, og så får vi Alstom som for så vidt blir en ny aktør på CCS. Da på mange måter dobler vi antall aktører. I tillegg til Fluor og Mitsubishi så har vi plutselig flere, og da vil du automatisk få en konkurranseeffekt på den siden.

Overå påpeker videre at teknologileverandørene ikke er valgt på grunnlag av at man skal ”finne noen nye bare for å finne noen nye”, men at de er valgt ut etter en konkurranseprosess med de andre leverandørene på markedet. TCM har således et betydelig potensial for å være med på å få frem flere kvalifiserte leverandører. Flere leverandører er et sentralt element i det å danne et ordentlig nettverk av aktører rundt CCS, som igjen er nødvendig for å få fortgang i innovasjonsprosessene. Rødningsby i ZERO påpeker at et viktig aspekt ved dette er at ”*du kan ha kostnadsreduksjon i forhold til å få flere tilbydere og mer konkurranse på markedet*”. Å få fart i kostnadsreduksjonen er avgjørende for at CCS skal kunne bli kommersielt lønnsomt. Videre er flere leverandører en nødvendig forutsetning dersom man skal ha mulighet til å få på plass rensing av verdens største punktutslipp før det går for lang tid. Rødningsby forteller:

I dag er det kanskje bare Fluor og Mitsubishi som er kvalifisert nok til å kunne levere et renselanlegg i morgen, og sånn kan ikke situasjonen være. Hvis vi har tenkt å bygge 4000 renselanlegg eller noe sånt innen en overskuelig tidsramme, så er du nødt til å få opp et bredt leverandørspespekter. Og det gjør jo nå testsenteret.

TCMs bidrag til å få frem flere leverandører vil på denne bakgrunn kunne være et av de viktigste konkrete bidragene til innovasjon av CCS i steg 1 av Mongstadprosjektet. Man har tilrettelagt for

at TCM skal kunne løfte teknologileverandørene ved at man har bestemt at TCM ikke har ambisjoner om å bli en leverandør av fangstteknologier. TCM vil betale for å utvikle teknologien, men det er teknologileverandørene som vil ha alle rettighetene til sine teknologier.

Prosessen rundt valget av teknologileverandører er allerede beskrevet ovenfor og i kapittel 5.1.2.1. Teknologileverandørene er valgt ut av partnerskapet, og vil selv ikke ha plass i styringskomiteen og være en del av partnerskapet. Anne Margrete Blaker i Gassnova forklarer hvorfor:

Det som Gassnova sier det er at det er viktig at habilitet og integritet blir ivaretatt. For det er jo veldig mye penger involvert, og samtidig er det ikke så mye inntekter involvert ennå, slik at tilskudd til utvikling er statlige midler i stor grad. Og derfor så har vi anbefalt at det i hovedsak er kjøpere som bør være partnere. For hvis de har egen teknologi og samtidig skal sitte rundt styrebordet så blir det litt kvelende.

Denne måten å organisere TCM på er altså et resultat av hensyn til habilitet og integritet. Da det er TCM som betaler for testanleggene ville det vært åpenbare utfordringer i forhold til å ha teknologileverandører på beslutningssiden. Imidlertid vil teknologileverandørene være en integrert del av arbeidet i TCM ved at de vil sitte i førersetet i testløpene de første 14 månedene etter at anlegget står ferdig. Når partnerne tar over førersetet etter dette vil teknologileverandørene ha tilgang til informasjon fra testløpene frem til 2016. Jan Roger Bjerkestrand i Aker CleanCarbon beskriver arbeidet i forhold til TCM som et løpende samarbeid og forklarer: *”Vi jobber veldig tett mot TCM også, de er integrert i prosjektteam med oss, de sitter på samme prosjektkontoret som våre ingeniører, de er med på innkjøp av utstyr og så videre”*. Et slikt tett samarbeid mellom brukere, leverandører og representanter fra myndighetene vil kunne være verdifullt for innovasjonsprosessene og den gjensidige tilpasningen mellom aktørene. Nina Kr. Solie i Alstom forteller om verdien av å samarbeide med brukerne: *”det er klart at selskaper som StatoilHydro og Shell har lang og omfattende prosesserfaring, og kan dermed komme med verdifulle innspill som kan bidra til forbedringer av teknologien”*. Sitatene viser at et samarbeid mellom teknologileverandører og brukere vil kunne være fruktbart for utviklingsprosessene.

5.3.3. TCM og nettverksbygging overfor forskningsinstitusjoner

Et tema som dukket opp i flere av intervjuene er involvering av vitenskapelige institusjoner i TCM. Forskningsinstitusjonenes involvering i TCM blir karakterisert som manglende. Dette er en uheldig situasjon, da både TCM og forskningsinstitusjonene etter alt å dømme vil kunne ha mye å tjene på et tettere samarbeid.

På den ene siden vil forskningsmiljøene kunne være nyttige for læringsprosessene i TCM. Norske forskningsinstitusjoner som Trondheimsbaserte SINTEF og NTNU samarbeider allerede med Aker CleanCarbon. Disse forskningsinstitusjonene er betydelige i europeisk målestokk, og har over 20 års erfaring med CCS. De vil dessuten kunne bidra til større bredde i Mongstadprosjektets aktørnettverk.

På den andre siden vil forskningsmiljøene kunne ha mye å tjene på å kunne teste sine eksperimenter i demonstrasjonsanleggskala. Testanleggene på Mongstad vil være i en helt annen skala enn hva som er mulig å få til i laboratorier. I intervjuene kommer det frem ulike forklaringer på forskningsinstitusjonenes manglende involvering: på den ene siden har forskningsmiljøene vært noe passive i forhold til TCM, og på den andre siden har man i TCM ikke gjort nok for å involvere disse miljøene. Denne situasjonen arbeider Gassnova imidlertid med å endre. I et av intervjuene med Gassnova kom det frem at de ser for seg at det etter hvert vil oppstå et internasjonalt nettverk for forskning og utvikling innen CCS. Dette vil involvere en rekke forskningsinstitusjoner og pilotanlegg med forskjellige egenskaper. TCM vil ikke stå på sidelinjen angående dette, noe som kommer frem i intervjuet med Tore Amundsen: *”Neste uke skal jeg til Trondheim og snakke med noen av de der oppe som driver med dette her, og finne ut hvordan vi kan innrette et sånt forskningsnettverk”*. Gassnova jobber altså aktivt med å være med på å legge til rette for et forskningsnettverk, og søker i den forbindelse til forskningsmiljøene i Trondheim. TCMs deltakelse i et nettverk for forskning og utvikling av CCS vil være verdifullt for å spre kunnskapsutviklingen fra TCM, og på den måten bidra til innovasjonsprosesser.

5.3.4. Konkluderende betraktninger

TCM er en arena som har gode forutsetninger for å bidra til å skape et aktørnettverk, der myndigheter, brukere og leverandører kommer sammen rundt CCS. Slik kan gjensidige

tilpasninger finne sted, og dette er viktig når CCS skal gå fra å være en teknologisk nisje til en markedsnisje. Ved at man skaper et internasjonalt aktørnettverk i TCM vil resultatene fra disse prosessene kunne formidles også utover Norges landegrensler.

TCM er organisert slik at det legges opp til aktiv involvering av de medvirkende aktørene. På dette viset legger man til rette for at nettverket vil gå dypt og at aktørene får et eierskapsforhold til prosjektet. TCM konkurrerer imidlertid med andre CCS-eksperimenter om personell med kompetanse, noe som har betydning for de industrielle partnernes grad av engasjement.

Analysen skisserte videre en utfordring som knytter seg til kostnadsdimensjonen ved prosjektet. Det er sannsynlig at mulighetene for å involvere aktører på brukersiden vil være avhengig av at Staten tar konsekvensen av at kostnadene har blitt såpass mye høyere enn hva som opprinnelig ble forespeilet.

For å sikre at arbeidet i TCM skal gå smidig vil man begrense antall partnere til 8-10 stykker. Med unntak av Gassnova vil alle disse være energiselskaper. En slik begrensning kan til en viss grad gå utover bredden i nettverket, og dermed også bredden i erfaringsbyggingen og kunnskapsutviklingen. Samtidig har Gassnova begynt arbeidet med å involvere forskningsmiljøer, noe som på sin side vil kunne virke positivt for denne bredden.

TCM innebærer et viktig bidrag til innovasjon av fangstteknologier ved at man bidrar til å utvikle leverandørindustrien. TCM bidrar til at både Alstom og Aker CleanCarbon får utviklet sin teknologi slik at de kan levere fullskalanlegg i fremtiden. Dette bidraget er betydelig, da det fra før av kun er tre selskaper på verdensbasis som kan levere fullskalaanlegg i løpet av de neste få årene. Utviklingen av leverandørindustrien er åpenbart viktig dersom det skal oppstå en markedsnisje for CCS. Flere leverandører innebærer dessuten økt konkurranse på området, noe som vil kunne fremme kostnadsreduksjoner og være positivt for innovasjonsaktivitetene.

5.4. Artikuleringsprosesser

IV. Hvordan kan Mongstadprosjektet bidra til lærings- og artikuleringsprosesser som kan få betydning for innovasjon av CCS?

Mongstadprosjektet har potensial til å bidra til artikuleringer og læringsprosesser i forhold til en rekke aspekter som er viktige for innovasjon av CCS. Flere av disse aspektene er allerede berørt i analysen hittil. Forrige delkapittel omtalte hvordan TCM bidrar til artikulering av et leverandørnettverk, og kapittel 5.2 diskuterte kulturelle og psykologiske betydninger av CCS. Analysen under vil omhandle aspekter ved artikulerings- og læringsprosesser som ikke har vært spesifikt diskutert allerede.

5.4.1. Tekniske artikuleringsprosesser

Ambisjoner om tekniske lærings- og utviklingsprosesser er sentrale i Mongstadprosjektet. Gjennomføringsavtalen beskriver dette som en hovedmålsetning for TCM. Rent praktisk har man lagt til rette for at slike læringsprosesser kan finne sted på flere måter.

En grunnleggende egenskap ved TCM som vil være viktig for de tekniske læringsprosessene er at man vil koble testanleggene opp mot to røykgasskilder. Røykgassen fra Energiverk Mongstad gjør at man kan teste ut teknologiene for anvendelse på gasskraftverk. Med røykgassen fra raffineriets krakkeranlegg får man i tillegg testet teknologiene for anvendelse på kullkraftverk, da denne røykgassen har lignende konsentrasjon av CO₂ som den som slippes ut fra kullkraftverk. Dette er en viktig egenskap ved TCM, ettersom et fremtidig marked for CCS først og fremst vil være knyttet opp mot kullkraft. Ved at teknologiene kan testes for anvendelse på kullkraftverk åpner man for at TCM vil ha mye større internasjonal relevans enn hva som ellers ville vært tilfellet.

En annen viktig egenskap ved TCM er at det vil være konstruert slik at det vil være lett å modifisere testanleggene og bytte ut forskjellige utstyrskomponenter, som eksempelvis pumper, varmevekslere og kjølere. Dette vil være viktig for å teste ut ulike løsninger og legge til rette for inkrementelle forbedringer. Anlegget vil videre være innrettet slik at man kan gjøre forskjellige

målinger av eksempelvis gasser og væsker på forskjellige steder i prosessene. Man vil ha både verksted og laboratorium ved TCM, slik at det vil være mulig å teste ting i liten skala hvis det skulle være behov for det. For å dele informasjon om det tekniske mellom aktørene tar man i bruk et elektronisk samhandlingsverktøy. Som nevnt i forrige delkapittel vil kunnskapsspredning være viktig for å videreføre læringsprosessene og kunnskapsutviklingen fra TCM. Denne kunnskapsspredningen søker man å oppnå ved å sørge for at partnerskapet får en internasjonal karakter, men også gjennom å publisere artikler basert på erfaringene man gjør i TCM.

På grunn av at karbonattekniologien og amintekniologien befinner seg på forskjellige utviklingsstadier vil læringsprosessene og bidraget til utvikling av de to tekniologiene arte seg noe forskjellig. For karbonattekniologien, som i skrivende stund er lite utprøvd fra før, er det spesielt viktig å få utviklet selve prosesstekniologien. Sverre J. Overå i StatoilHydro forklarer at dette innebærer *”at man får prosessen til å gå så raskt som mulig og med så lite bruk av energi som mulig, samtidig som man fanger så mye CO2 som mulig”*. Riktignok vil karbonatanlegget på TCM være det siste av totalt fire karbonatanlegg Alstom har planlagt å bygge på veien mot en kommersialiserbar tekniologi. Når anlegget på TCM settes i gang vil prosesstekniologien etter alt å dømme dermed være bedre utviklet enn hva den er i skrivende stund. Anlegget på Mongstad vil allikevel være det første karbonatanlegget som vil rense utslippene fra et gasskraftverk, slik at TCM vil være viktig for å tilpasse prosesstekniologien til dette bruksområdet.

Selv om forbedringer i prosessene også vil være relevant for amintekniologien er det imidlertid erfaringene man vil gjøre i forbindelse med oppskalering som sannsynligvis vil være de viktigste for denne. Man vet fra før av at amintekniologien fungerer, men man har aldri prøvd ut tekniologien i den størrelsen et fullskalaanlegg vil innebære. Anne Margrete Blaker i Gassnova forklarer hvordan TCM har betydning i så måte:

... for å få utviklet kostnadseffektive metoder for å få redusert CO2-utslippene, så må det storstilt tekniologiutvikling til. Og på vanlig industrielt vis må man jo da gå veien om laboratorieskala og pilotanleggskala i litt forskjellige størrelser litt avhengig av hva formålet er, og da få til kostnadseffektive tekniologier. Og sånn sett så er TCM det største pilotanlegget i verden hvis det blir realisert. Sånn at den størrelsen som Norge da får i gang er interessant ut fra kjemiteknisk tenkning: hvor mange ganger kan du tørre å skalere opp og likevel ha stor tro på at du får et garantert resultat.

Testanleggene i TCM vil være i såpass stor skala at man ved neste oppskalingsledd vil kunne bygge fullskalaanlegg i den størrelsesorden som er nødvendig for å rense eksempelvis Energiverk Mongstad. På denne måten vil TCM bidra med *”viktig læring på veien opp mot fullskala”*, sagt med Jan Roger Bjerkestrands ord. Ved å skalere opp og kjøre prosessene over lengre tid vil man kunne artikulere utfordringer som man ikke har oppdaget i mindre skala. Det vil alltid være en viss risiko i forbindelse med oppskalering, og i TCM vil man således kunne avdekke eventuelle overraskelser før de får alvorlige konsekvenser. Dette er viktig både for aminteknologien og karbonatteknologien.

Steg 2 med realisering av fullskala CCS på Mongstad vil i likhet med steg 1 og TCM bidra til læringsprosesser gjennom oppskalering. Som antydnet i kapittel 5.2.2.3.2 vil realisering av fullskala på Mongstad kunne ha stor betydning internasjonalt i kraft av å være et av de første fullskalaanleggene i verden. Audun Rødningsby i ZERO sier:

...det som er spesielt med norske fangstprosjekter er jo også at de er verdensledende, altså det er de prosjektene som har kommet lengst. Og sånn sett så mener i alle fall vi at når du har på plass det første renselanlegget, eller de to første, så har du på en måte dratt hele debatten et langt stykke videre.

De første fangstanleggene vil ha betydning av både teknisk og symbolsk art. Mongstadprosjektet vil være viktig for å vise at CCS faktisk lar seg gjøre. Rødningsby påpeker at fullskala på Mongstad vil ha internasjonal betydning fordi *”man må ha på plass fullskalanlegg for å verifisere teknologien, for å verifisere kostnadene”*. Dette er viktig i et internasjonalt perspektiv, for eksempel i forhold til EUs intensjon om at alle nye kraftverk som slipper ut mye CO₂ skal ha CCS fra 2020. Man kan ikke iverksette et slikt krav dersom man ikke har bevist at teknologien fungerer og ikke kan si noe om hva den vil koste. Dette er aspekter som Mongstadprosjektet kan bidra til å artikulere.

Fullskala på Mongstad vil kunne utgjøre et bidrag til prosessen med å få ned kostnadene for CCS. Overå i StatoilHydro forklarer at *”kostnadene for de første 10-15-20 anleggene kommer til å være veldig høy inntil man får tilstrekkelig mange aktører og tilstrekkelig mye erfaring til at du begynner å få kostnadseffekten, at den begynner å falle”*. Steg 2 i Mongstadprosjektet vil i denne

sammenheng ikke bare bidra med teknisk erfaringsgrunnlag, men også til å skape et marked og få frem flere leverandører av teknologien. Slik oppstår en konkurranseeffekt som er viktig for å få kostnadskurven til å gå nedover.

En mekanisme som er viktig for de tekniske læringsprosessene i Mongstadprosjektet er ”learning by doing” - man må gjøre det for å lære det. Som diskutert i teorikapittelet spiller slik læring en viktig rolle for å få frem inkrementelle innovasjoner, og det er en sentral mekanisme for å artikulere problemer og forbedringspotensial i forbindelse med oppskalering. Overå viser til at ”learning by doing” vil kunne ha betydning overføringsverdien av steg 1 i forhold til steg 2: *”Bare ved å gjøre TCM, selv før du har kommet i gang, bare det å gjøre det, gir en læringseffekt i forhold til en del av utfordringene med å bygge fullskala”*. I arbeidet med TCM har man allerede oppnådd artikuleringer omkring utfordringer som knytter seg til etterrensteknologier og tilkobling til eksisterende kraftverk. Overå beskriver dette:

...når du har et anlegg der fra før så er det vanligvis bygget uten tanke på at det skal komme etterrensing. Kompleksiteten med å koble seg på et eksisterende anlegg er enorm. [...] Vi ser jo det at en betydelig del av våre kostnader og utfordringer er knyttet til det å koble oss opp mot et eksisterende anlegg. Det er mye, mye mer komplisert enn det man tror. [...]...man har jo snakket om det før også, men vi gjør det jo, vi er i gang, vi har folk og maskiner i felten som prøver å gjøre dette her og vi ser hvor vanskelig det er. Og det er undervurdert til de grader tror jeg altså, i de fleste av de betraktningene som er gjort.

Dette er erfaringer som vil kunne ha relevans for de fleste fremtidige prosjekter for å montere etterrensanlegg på eksisterende kraftverk. Eksempelet viser hvordan Mongstadprosjektet kan bidra til å påpeke utfordringer ved teknologien gjennom ”learning by doing”. Ved å artikulere slike utfordringer vil man være bedre rustet til å møte deres konsekvenser i fremtidige prosjekter.

5.4.2. Artikuleringer av teknologiens miljømessige konsekvenser

Som omtalt innledningsvis i kapittel 5.1 har CCS én avgjørende fordel - at det muliggjør bruk av fossile energikilder uten utslipp av CO₂. Imidlertid knytter det seg også enkelte negative miljømessige bivirkninger til CCS. En av disse er at man slipper ut store mengder varmt vann, og en annen er de indirekte konsekvensene av at det kommer mindre strøm ut på markedet. En miljømessig konsekvens som imidlertid har kommet særlig i fokus i forbindelse med

Mongstadprosjektet er at det kan danne seg kreftfremkallende stoffer ved utslipp av aminer fra aminteknologien. Overå i StatoilHydro uttaler seg om hvordan man ble oppmerksomme på denne problematikken:

...det er en følgekonsklusjon at man faktisk setter seg ned og ser på det, og sånn vil det ofte være [...] det er mange ting man ikke vet, og noe av det skal TCM bidra med. For eksempel det med mengde er en veldig uavklart problemstilling – hvor store mengder aminer snakker vi om å slippe ut? Og vi mener jo at vi skal kunne bidra til å svare på det spørsmålet, for det er jo ikke gitt at det er et uoverstigelig problem at det er kreftfremkallende hvis det er uhyre små mengder. Hvis det er store mengder blir jo dette en ordentlig problemstilling.

TCM vil med andre ord være viktig for å få bedre kunnskaper om i hvilken grad utslipp av aminer vil være et problem. Det vil være viktig å få avklart og eventuelt løst dette problemet dersom aminteknologien skal kunne være et alternativ for fremtidige fullskalaanlegg. Gjennom CLIMIT-programmet har man satt i gang forskningsprosjekter rundt problematikken, og når dette skrives viser foreløpige resultater at kreftfremkallende aminutslipp mest sannsynlig ikke vil utgjøre noe problem. Allikevel er det en viss risiko, og denne må man få avklart. Også Aker CleanCarbon er naturligvis opptatt av dette, og har stor tro på at de skal kunne løse det eventuelle problemet. TCM vil kunne spille en viktig rolle i dette arbeidet. Kreftproblematikken er et uforutsett problem som videre vil kunne bidra til læringsprosesser rundt interaksjonen mellom teknologien og den sosiale omverdenen. Kapittel 5.2.2.4 diskuterte hvordan kreftproblematikken har fått mye medieoppmerksomhet. Medienes behandling av denne saken kan danne grunnlag for læringsprosesser rundt eksempelvis hvordan teknologiens fremtidsutsikter påvirkes av mediene.

5.4.3. Artikulering av komplementære teknologier og leverandørnettverk

TCM vil være et testsenter for fangstteknologier, og komplementære teknologier for fangst og lagring vil ikke være spesielt relevant for Mongstadprosjektet før i steg 2. Transport og lagring er imidlertid et eget prosjekt som ikke er organisert under Mongstadprosjektet, selv om dette selvsagt vil være viktig i forbindelse med realiseringen av fullskala CCS på Mongstad.

I TCM eksisterer det visse muligheter for å bidra til læring som kan være nyttig for transportløsninger. TCM vil slippe ut store mengder rensset CO₂, og disse utslippene vil ligne de

man vil få fra et fullskalaanlegg. TCM vil derfor kunne bidra med kunnskap om hvilke egenskaper CO₂en man skal frakte til lagringsstedet vil ha. Om man får behov for å teste ulike teknologier som kan ha betydning for transportereringen, som eksempelvis kompressorer og tørkeløsninger, vil man kunne gjøre dette ved TCM. Overå i StatoilHydro sier ”*det vil være veldig enkelt å installere utstyr for å teste den type problemstillinger*”. Han påpeker imidlertid at dette ikke er noe som i skrivende stund ligger inne i prosjektet.

TCMs potensial for å bidra til læring rundt komplementære teknologier for fangstanleggene gjelder først og fremst ulike utstyrskomponenter som inngår i et fangstanlegg. Slike komponenter er for eksempel ulike pumper og varmevekslere. Nina Kr. Solie i Alstom sier: ”*Det kan bli nødvendig at man etter hvert jobber med leverandører på spesifikt utstyr for å sørge for at leverandørene har det tilgjengelig for fullskala. Men alle utstyrskomponentene er i og for seg kjent, og ikke noe nytt*”. Teknologileverandørene blir nødt til å samarbeide med sine utstyrslieferandører i prosessen med å oppskalere utstyrskomponenter til den størrelsen fullskalaanlegg vil kreve. I denne sammenhengen vil TCM kunne spille en rolle og bidra med læring. Det å utvikle leverandørene for ulike utstyrskomponenter vil dermed inngå i prosessen med å utvikle fangstteknologiene. Bjerkestrand i Aker CleanCarbon sier:

Vi vil kjøpe inn ulike pumper og varmevekslere og alt utstyret til anleggene fra blant annet en del norske leverandører. Så det vil igjen være med å løfte dem, og kunne videreutvikle dem også, innenfor det her.

[..] Vi, for eksempel, har en norsk leverandør av en utstyrskomponent til vår renseprosess som går på det med gjenvinning av amin, et konsept for det. Det har jeg absolutt tro på, at du kan være med å utvikle leverandørindustrien også.

TCM vil således kunne bidra til prosessen med å utvikle leverandørkjeder som er nødvendige for leveransen av løsninger for fullskala fangstanlegg.

5.4.4. Institusjonelle artikuleringer og tilpasninger

Arbeidet med de institusjonelle rammebetingelsene er hovedsakelig olje- og energidepartementets oppgave, og ligger dermed utenfor aktørene i Mongstadprosjektet sine ansvarsområder. Blaker i Gassnova uttaler seg om Olje- og energidepartementets arbeid i denne sammenheng, og hvordan aktørene i Mongstadprosjektet vil forholde seg til det:

...de jobber da med Miljøverndepartementet, Statens Forurensningstilsyn, Petroleumstilsynet, Oljedirektoratet, Veritas, EU for eksempel. Og vi som Gassnova, som rådgiver, vi er jo på høringssiden av alt som utvikles. Men det er klart at de industrielle partnerne, forskningsinstitusjonene og Gassnova, når vi nå jobber med teknologiutvikling, så vil jo vi også se hvordan virkemidlene fungerer, og vil kunne gi råd og innspill på vanlig måte til det politiske miljøet. Men det står ikke eksplisitt i dag i mandatet.

Det er altså mulighet for at aktørene i Mongstadprosjektet kan bidra til institusjonelle tilpasninger til en viss grad, men dette er ikke en uttalt målsetning.

Mongstadprosjektet kan imidlertid ha betydning for institusjonelle artikuleringer og tilpasninger ved at man faktisk gjennomfører prosessene rundt det å realisere CCS. Dette gjelder først og fremst steg 2 med realisering av fullskala CCS, i og med at dette er et av fullskalaprojektene som har kommet lengst på verdensbasis. Dersom man skal realisere CCS er det nødvendig å få på plass et regelverk rundt de involverte prosessene, og det er flere institusjonelle barrierer som må overstiges. Særlig gjelder dette i forhold til transport og lagring. Rødningsby i ZERO forklarer:

...det er en del sånne internasjonale konvensjoner som legger en del begrensninger for CO₂-lagring. Der har Norge en pådriverrolle for å få rydda veien. [...] vi lager et regelverk rundt det, som også er relativt verdensledende. Vi sitter faktisk og regulerer hva slags ventiler man må bruke på CO₂-deponeringsrør, renheten på CO₂en som man ønsker å deponere, sikkerheten...

Siden prosjektet med CCS på Kårstø ligger først i løypa er det imidlertid prosjektet som i størst grad vil kunne brøyte veien og skape institusjonelle tilpasninger. Mongstad er allikevel ikke uten betydning. Rødningsby fortsetter:

Mye er gjort på Kårstø allerede. Men det er jo andre ting, ikke sant, man er inne på et raffineri og ikke på en gassterminal, det blir en annen, sannsynligvis, deponeringsløsning kanskje. [...] så lenge man er så tidlig i prosessen globalt sett vil det være veldig mye rammeverkløring av begge prosessene, fordi et raffineri krever andre... sikkerhetskrav enn en gassterminal.

At arbeidet skjer inne på et raffineriområde medfører at kostnadene for Mongstadprosjektet blir betydelig høyere enn hva som ville vært tilfellet dersom man hadde gjennomført prosjektet på et ordinært kraftverk. Tore Amundsen i Gassnova forteller: *”Hadde vi bygget det et helt annet sted så hadde vi sluppet unna ganske mange veldig strenge sikkerhetskrav, og kunne bygget anlegget mye billigere enn vi bygger det i dag”*. Samtidig vil det at man bygger på et raffineriområde og er stilt ovenfor strenge sikkerhetskrav kunne gi læringsgevinster som man ikke ville fått dersom prosjektet ble gjennomført i en annen setting. Dette vil også kunne påvirke utviklingen av et regelverk for sikkerhetsaspektene ved CCS.

I kjølvannet av Mongstadprosjektet oppstår det dermed potensielt verdifulle bidrag til prosessen med å på plass et institusjonelt rammeverk rundt CCS teknologier. Avklaringen om hvorvidt Staten fikk lov av EU til å gå inn i Mongstadprosjektet med statstøtte er et konkret eksempel på hvordan prosjektet allerede har bidratt til institusjonelle avklaringer. Beate Kristiansen, som har sittet i EUs teknologiplattform for CCS, sier:

Det EU har etterspurt er konkrete caser på lovgivning. På statsstøttebiten, der har man kanskje allerede hjulpet til da, fordi at den har vært gjennom dette med statsstøttevurderingen, og sånn som jeg forstår det [...] man får lov til å gi støtte fra Staten til dette.

Ved at Mongstadprosjektet ligger såpass tidlig i løypa for CCS internasjonalt vil det altså kunne bidra til å gå opp den institusjonelle løypa slik at man får på plass et rammeverk rundt CCS. Dette vil fremtidige CCS-prosjekter i Europa og andre steder kunne ha nytte av.

Et institusjonelt aspekt som imidlertid ikke blir berørt av Mongstadprosjektet på denne måten er insentivene som må på plass dersom CCS skal kunne bli kommersielt interessant. Det er klart at den største barrieren for at CCS skal lønne seg kommersielt er at kostnaden ved å fange og lagre

CO2 er betydelig høyere enn hva den er for å slippe CO2 rett ut i atmosfæren. Det er to faktorer som kan påvirke dette kostnadsbildet til fordel for CCS. Den første er at man får til et fungerende system for CO2-kvoter som gjør det dyrere å slippe ut CO2. Den andre er at teknologiene blir billigere å ta i bruk. Fra det øyeblikket kostnadskurvene for disse to faktorene krysser hverandre vil CCS være kommersielt lønnsomt. CO2-kvoter er derfor et viktig insentiv som kan fremme kommersialisering av CCS. Et annet insentiv som vil kunne være viktig er myndighetskrav om CCS på store punktutslipp. Som tidligere nevnt er dette et virkemiddel EU har signalisert at de vil delvis innføre fra 2020.

Mongstadprosjektets potensial for å påvirke etableringen av slike insentiver er nødvendigvis begrenset. Intensiver av denne typen er avhengige av at beslutninger treffes på en internasjonal politisk arena dersom de ikke skal gå ut over de enkelte lands konkurransedyktighet. Mongstadprosjektet kan imidlertid ha indirekte betydning ved å legge til rette for at det blir mer attraktivt for politikerne å treffe beslutninger om slike insentiver. I første omgang er det viktig å vise at CCS faktisk er et realistisk virkemiddel i kampen mot klimaendringene. Rødningsby i ZERO forteller:

...når du har på plass det første rensenanlegget, eller de to første, så har du på en måte dratt hele debatten et langt stykke videre. For én, du har vist at teknologien finnes, ikke sant, som er viktig fordi det brukes internasjonalt å si at: vi kan ikke bygge rensenanlegg på kullkraftverket vårt fordi teknologien ikke er der. Da har du på en måte falsifisert den påstanden. Og det andre er at du får et anlegg som du får en pris på, du har bygd et, det står der. Det er jo symboleffekten. Tre, du kan invitere folk og statsledere over hele verden og si at: dette er faktisk det første, dette er bygd, her står det.

Ved å realisere de første fullskalaanleggene og dermed verifisere teknologien og kostnadene vil man ha et bedre utgangspunkt for å få på plass nødvendige insentiver. Solie i Alstom sier:

Dersom man klarer å demonstrere at en teknologi virker, at den er stabil og at du kan gjøre det til en akseptabel kostnad, så vil det være et insentiv for å begynne å sette krav til innføring av CO2-rensing i industrien.

I den grad arbeidet på Mongstad klarer å bidra til å gjøre teknologien mer effektiv og redusere kostnader vil dette kunne være med på å gjøre krav om CCS på store punktutslipp til et mer

attraktivt virkemiddel for politikerne. I denne sammenhengen kan både TCM og fullskalaanlegget ha betydning.

5.4.5. Konkluderende betraktninger

Mongstadprosjektet kan bidra til tekniske artikuleringsprosesser på tre måter: for det første vil selve testløpene i TCM bidra til dette. For det andre bidrar oppskalering til læringsprosesser og verifisering av teknologien. Dette er relevant både i steg 1 og 2, men et fullskalaanlegg vil nødvendigvis ha størst betydning for innovasjon av CCS i så måte. I arbeidet med oppskalering blir teknologileverandørene også nødt til å samarbeide med sine leverandører av utstyrskomponenter til fangstanleggene. TCM kan således bidra til å forberede disse leverandørene slik at de blir i stand til å levere komponenter til fullskalaanlegg i fremtiden. For det tredje vil man få verdifulle erfaringer og skape artikuleringsprosesser gjennom å faktisk gjennomføre Mongstadprosjektet – ”learning by doing”. Dette gjelder ikke bare det tekniske, men også en rekke andre aspekter ved det å gjennomføre et CCS-prosjekt.

Forberedelser i forbindelse med gjennomføringen av Mongstadprosjektet har belyst problemet med kreftfare ved utslipp av aminer. Videre kan gjennomføringen ha betydning i forhold til institusjonelle artikuleringsprosesser. Ved å gjennomføre Mongstadprosjektet vil man sannsynligvis bidra til å stake ut det institusjonelle rammeverket som er nødvendig for realisering av CCS. En gjennomføring vil også vise at fullskala CCS er mulig, noe som vil kunne gjøre det mer attraktivt for politikerne å vedta rammebetingelser som gjør CCS kommersielt lønnsomt. Å skape institusjonelle tilpasninger er ikke noe som ligger eksplisitt nedfelt i Mongstadprosjektets mandat, men prosjektet kan altså ha indirekte betydning på dette området.

6. Oppsummering og konklusjon

Dette masterprosjektet har analysert hvordan Mongstadprosjektet kan bidra til innovasjon av CO₂-håndtering (CCS). For å kunne si noe om dette har studien tatt utgangspunkt i strategisk nisjemanagement (SNM) som analytisk rammeverk, med særlig referanse til Kemp et al. (1998). Dette analytiske rammeverket er anvendt på et datagrunnlag bestående av dokumenter og intervjuer med representanter fra myndigheter, teknologibrukere, teknologileverandører og miljøorganisasjoner. Gjennom SNM har studien identifisert fire faktorer som kan være med på å påvirke Mongstadprosjektets bidrag til innovasjon av CCS: utformingen av prosjektet, forventninger til teknologien, nettverksdannelse og artikuleringprosesser.

6.1. Viktige funn og konklusjoner - egenskaper og utfordringer ved Mongstadprosjektets evne til å bidra til innovasjon av CCS

Mongstadprosjektet kan kalles et sosioteknologisk eksperiment som representerer et beskyttet rom i markedet der det legges til rette for innovasjonsprosesser for CCS. Van Alphen et al. (2009) skriver at mangelen på markeder og entreprenørvirksomhet er hindringer i det norske CCS-innovasjonssystemet, og for å overstige disse etterlyser forfatterne flere demonstrasjonsprosjekter. Analysen viser at Mongstadprosjektet er et bidrag i så måte ved at begge fasene av prosjektet bidrar til et tidlig nisjemarked for fangstteknologier. I denne nisjen får teknologileverandørene muligheten til å utvikle teknologien og leverandørkjedene. Samtidig får de fremtidige teknologibrukerne muligheten til å bli kvalifiserte brukere og ivareta sine strategiske interesser vedrørende CCS. Căniels og Romijn (2008: 246) skriver at man ved å opprette sosioteknologiske eksperimenter kan bidra til interaktive læringsprosesser som vil fremme innovasjon. Slike læringsprosesser oppstår ved at man tilrettelegger for at de ulike interessentene rundt en teknologi kan komme sammen og utveksle informasjon, kunnskaper og erfaringer. Dette er i tråd med Geels (2002: 1261), som skriver at nisjer legger til rette for *”learning by doing”, ”learning by using” og ”learning by interacting”*.

Mongstadprosjektet bringer myndigheter, teknologibrukere og teknologileverandører sammen rundt CCS. Slik vil Mongstadprosjektet bidra til interaktive læringsprosesser som forbereder både teknologileverandører og teknologibrukere på en kommersiell fase som man antar vil komme i

løpet av de neste 10-15 årene. Dette er en sentral dimensjon ved steg 1, da hensikten med Europeisk CO2 Teknologisenter Mongstad (TCM) nettopp er å skape læringsprosesser i forhold til fangstteknologier. Steg 2 har imidlertid også potensial for å legge til rette for slike læringsprosesser, selv om denne fasen involverer færre aktører. Realisering av de første prosjektene for fullskala CCS vil være viktige bidrag til innovasjon av CCS på verdensbasis. Ved at man i begge fasene vil rense utslipp fra raffineriets krakkeranlegg blir erfaringene fra Mongstadprosjektet også relevante for rensing av kullkraftverk. Dette gjør at prosjektet får et internasjonalt nedslagsfelt.

Det følgende vil ta for seg hvert av masterprosjektets underspørsmål og presentere de viktigste funnene.

I. I hvilken grad kan utfordringer i forhold til utformingen av Mongstadprosjektet påvirke dets bidrag til innovasjon av CO2-håndtering?

To hovedtemaer ble diskutert i forbindelse med dette forskningsspørsmålet: utfordringer knyttet til Statens rolle i Mongstadprosjektet, og utfordringer knyttet til muligheter for at Mongstadprosjektet kan bidra til teknologiske fastlåsninger.

Mongstadprosjektet er opprettet etter påtrykk fra Staten. Det er imidlertid viktig at Staten ikke spiller en for dominerende rolle i det sosioteknologiske eksperimentet dersom det skal skapes rom for interaktive læringsprosesser. Kemp et al. (1998: 189) skriver at myndigheter har ansvar for å tilrettelegge og sørge for at prosjektet gir resultater. Selve driften av eksperimentet vil som regel ivaretas best av profesjonelle aktører som har erfaringer og nettverk for slikt. I Mongstadprosjektet har Staten spilt en rolle som i stor grad samsvarer med disse anbefalingene.

Staten skaper grunnlaget for Mongstadprosjektet ved å ta på seg størsteparten av kostnadene som er forbundet med prosjektet. Dette er viktig for å utvikle CCS og oppskalere teknologiene, da dette er svært kostnadskrevenende. Van Alphen et al. (2009: 51) antyder at usikkerheter omkring hvorvidt myndighetene vil leve opp til løftene om en "månelanding" kan føre til at innovasjonsprosessene vil mangle retning. Realiseringen av TCM vil redusere slike usikkerheter og gi innovasjonsprosessene en klarere retning. De statlige midlene bidrar til å skape et tidlig

nisjemarked for teknologiene, et marked som i stor grad utgjøres av prosjekter i myndighetsregi internasjonalt. Innad i Mongstadprosjektet har Staten gjennom Gassnova spilt rollen som tilrettelegger ved å forhandle med StatoilHydro rundt de praktiske aspektene ved å bygge TCM inne på deres raffineriområde på Mongstad. De har også spilt en rolle som talerør overfor medier, for eksempel i forbindelse med nyhetssaken om mulig kreftfare ved anvendelse av aminteknologien.

Videre har Gassnova oppgaven med å rekruttere fremtidige teknologibrukere til TCM-partnerskapet. I planleggings- og prosjekteringsfasen har Gassnova samtidig inntatt en rolle som en likeverdig partner som i utgangspunktet ikke har noe mer de skulle sagt enn de øvrige partnerne. Dette vitner om at Staten er bevisst på å ikke spille en for dominerende rolle i arbeidet med TCM, slik at det lettere kan oppstå interaktive læringsprosesser. Et annet tegn på dette er at selve gjennomføringen av planleggings- og prosjekteringsfasen ble overlatt til StatoilHydro og deres profesjonelle operatørmodell. Alle TCM-partnerne hadde anledning og rett til å delta i dette arbeidet. Det var således lagt til rette for at aktørene kunne utveksle informasjon, kunnskaper og erfaringer.

Analysen i dette masterprosjektet kom frem til at Mongstadprosjektet i liten grad vil kunne bidra til teknologiske fastlåsnings, men snarere bidra til utvikling av flere teknologiske alternativer. Teknologiske fastlåsnings kan forekomme hvis ett teknologisk alternativ får forsprang foran andre teknologiske alternativer på et tidlig stadium i teknologiens utvikling (Sanden 2004). I steg 1 av Mongstadprosjektet vil man teste ut begge de to alternativene for post-combustion som man anser som realistiske å anvende i fullskalasammenheng i løpet av de neste få årene. Man vil dessuten bygge testsenteret slik at det er mulig å installere et tredje demonstrasjonsanlegg dersom enda et teknologisk alternativ skulle bli modent nok for dette.

Tidspresst forbundet med fullskala rensing av Energiverk Mongstad i steg 2 vil kunne føre til at man blir nødt til å satse på aminteknologien. Kemp et al. (1998: 188) advarer mot å la seleksjonsfaktorer som tidspresst ta overhånd i sosioteknologiske eksperimenter, da dette kan blokkere andre teknologiske utviklingsstier. Man har imidlertid besluttet at man skal bygge to fullskalaanlegg på Mongstad: et for Energiverk Mongstad og et for raffineriets krakkeranlegg.

Krakkeranlegget er ikke underlagt det samme tidspresset som Energiverk Mongstad, slik at karbonattekniologien kan være et aktuelt alternativ for krakkeranlegget. Dette gjør at man på Mongstad kan få muligheten til å realisere fullskalaanlegg for både amintekniologien og karbonattekniologien. Om man bestemmer seg for dette vil steg 2 medføre viktige bidrag til innovasjonsprosessene for begge de teknologiske alternativene.

I diskusjonen om teknologisk fastlåsning berørte analysen dessuten graden av åpenhet rundt informasjon i TCM. Åpenhet mellom aktørene vil ofte være viktig dersom eksperimentet skal være vellykket (Caniëls og Romijn 2009: 255). Dette er en utfordring i TCM, ettersom innsyn i tekniologien også vil innebære innsyn i teknologileverandørenes bedriftshemmeligheter. I TCM har man allikevel fått i stand en kontraktsregulert avtale som på visse betingelser gir TCM-partnerne full innsikt i tekniologien.

II. Hvilke forventninger til tekniologien har aktørene i Mongstadprosjektet, og hvordan kan prosjektet bidra til å skape slike forventninger?

Nisjedannelse er avhengig av at det eksisterer forventninger til tekniologiens potensial (Kemp et al. 1998: 189-190). Slike forventninger skaper en drivkraft bak innovasjonsprosessene. I Mongstadprosjektet eksisterer det delte forventninger blant aktørene om at CCS vil spille en viktig rolle i kampen mot klimaendringene i fremtiden. Kemp et al. (1998: 189) påpeker betydningen av at aktørene i det sosioteknologiske eksperimentet deler forventninger om at tekniologien kan løse problemer som ikke blir løst innen eksisterende teknologiske regimet. I Mongstadprosjektet reflekteres disse forventningene for det første i settet av ambisjoner som partnerskapet i samarbeid utviklet for TCM, og for det andre ved at de involverte aktørene faktisk velger å bruke ressurser på å delta i prosjektet.

I testfasen av TCM vil aktørene på brukersiden delta aktivt. Kemp et al. (1998: 189) skriver at forventninger har spesielt stor innflytelse dersom de er spesifikke og støttet av fakta og tester. Ved å involvere aktører på brukersiden legger man til rette for å underbygge tekniologibrukernes forventninger med fakta. Samtidig vil bedre kunnskaper om tekniologien kunne bidra til at forventningene blir mer spesifikke. Gassnova arbeider med å skape et internasjonalt sammensatt

partnerskap med energiselskaper. Lykkes man med dette vil man legge til rette for at forventningene og kunnskapen som utvikles i TCM vil kunne spres internasjonalt. Dette vil være et bidrag til å gi innovasjonsprosessene momentum internasjonalt.

Forventningene om betydningen av CCS som virkemiddel i kampen mot klimaendringene reflekteres i forventninger fra politisk hold om at Norge skal være et foregangsland for CCS. Analysen identifiserte en utsettelse av fullskala på Mongstad som en utfordring for Norges muligheter til å spille en slik rolle. Jo tidligere man bygger et fullskalaanlegg i Norge desto bedre er sjansene for å tiltrekke internasjonal oppmerksomhet og sikre en posisjon som et foregangsland.

Analysen har videre vist at det eksisterer forventninger om at CCS skal bidra til forretningsvirksomhet og næringsutvikling. CCS er viktig for å sikre et fremtidig petroleumsmarked, og både energiselskaper og Staten har forventninger til teknologien på bakgrunn av dette. Videre knytter det seg forventninger til at CCS skal bidra til utvikling av ny næringsvirksomhet, noe som har vært en viktig faktor i den norske politiske CCS-debatten (Tjernshaugen og Langhelle kommende). Analysen viser at Mongstadprosjektet har et visst potensial til å bidra til dette, blant annet ved å bære frem Aker CleanCarbon som en teknologileverandør.

Hva angår å bygge forventninger overfor folkeopinionen er det Gassnova som ivaretar denne oppgaven i TCM. Dette er en viktig oppgave for å sikre legitimiteten til CCS og Mongstadprosjektet. At en teknologi har legitimitet er viktig for å mobilisere ressurser i retning av teknologien, samt sikre dens politiske grunnlag (Bergek et al. 2008: 417). Analysen identifiserte to utfordringer som kan bidra til å true Mongstadprosjektets legitimitet i folkeopinionen. Den første er at mediene tenderer til å ha et problemorientert og unyansert fokus på prosjektet. Dette kan skape negative oppfatninger om teknologien som ikke nødvendigvis er forankret i et godt faktagrunnlag. Den andre er at Mongstadprosjektet kommer til å koste mye mer enn hva man først ble forespeilet. Det er grunn til å anta at det eksisterer en viss skepsis blant folkeopinionen vedrørende å kanalisere så store summer mot et enkeltprosjekt. Dersom

folkeopinionen vender seg mot Mongstadprosjektet vil dette kunne forplante seg til politikerne og true Mongstadprosjektets politiske grunnlag.

III. Hvordan bidrar Mongstadprosjektet til å skape et nettverk av aktører rundt CO₂-håndtering?

Geels (2002: 1261) skriver at nisjer vil kunne støtte opp om innovasjoner ved at de bygger nødvendige sosiale nettverk rundt teknologien, i form av for eksempel leverandørkjeder og bruker - produsentforhold. Å legge til rette for slik nettverksdannelse representerer et sentralt element i sosioteknologiske eksperimenter, da slike nettverk ofte ikke eksisterer rundt nye teknologier (Kemp et al. 1998: 191). Mongstadprosjektet bidrar til å skape et aktørnettverk rundt CCS ved å bringe myndigheter, teknologibrukere og teknologiutviklere sammen omkring teknologien. Dette gjelder særlig i steg 1, men også i steg 2.

Schot og Geels (2008: 541) skriver at nettverk som er dype og brede har bedre muligheter til å skape verdifulle læringsprosesser og bidra til nisjedannelse. I TCM har man lagt til rette for dype nettverk ved å aktivt involvere de medvirkende aktørene. Med unntak av StatoilHydro har de industrielle partnerne imidlertid involvert seg i begrenset grad i TCM så langt. Analysen identifiserte årsaken til dette som et uttrykk for at det er begrenset tilgang på kompetanse innen CCS, slik at TCM står i et konkurranseforhold med andre CCS-prosjekter.

Hva angår nettverkets bredde er denne begrenset til energiselskaper, teknologileverandører og Gassnova. Tilstedeværelsen av aktører fra det eksisterende regimet er positivt fordi disse ofte sitter på ressurser og institusjonelle koblinger som kan bidra til innovasjonsprosessene (Schot & Geels 2008: 541). Mangelen på bredde i TCMs aktørnettverk vil imidlertid kunne forplante seg, slik at bredden i læringsprosessene blir mindre. Man jobber imidlertid med å organisere samarbeid med forskningsmiljøer, noe som delvis kan bøte på dette.

Analysen identifiserte en viktig utfordring ved TCMs forutsetninger for å involvere teknologibrukere i aktørnettverket. Denne utfordringen er et resultat av at kostnadene for TCM har blitt mye høyere enn hva man først ble forespeilet. Derfor vil det kunne bli vanskelig for

Staten å selge eierandeler til energiselskaper som ønsker å delta. Involvering av teknologibrukere vil derfor kunne være avhengig av at Staten tar konsekvensen av kostnadsøkningene.

TCM bidrar til å løfte to nye teknologileverandører på markedet for fangstteknologier. Dette er et viktig bidrag til et aktørnettverk rundt CCS, da det er få leverandører på markedet fra før av. Å løfte frem flere teknologileverandører er et verdifullt bidrag til å skape en markedsnisje. Dette vil skape økt konkurranse i bransjen, noe som kan føre til kostnadsreduksjoner og økt innovasjonsaktivitet (Schumpeter 1943).

IV. Hvordan kan Mongstadprosjektet bidra til lærings- og artikuleringsprosesser som kan få betydning for innovasjon av CO₂-håndtering?

Muligheten til å skape artikuleringsprosesser omkring de problemer, behov og muligheter som knytter seg til en ny teknologi er en av de viktigste egenskapene ved sosioteknologiske eksperimenter (Kemp et al. 1998: 189). Slike artikuleringsprosesser gjelder i forhold til blant annet det tekniske, de institusjonelle betingelsene, sosiale og miljømessige konsekvenser av teknologien, produksjonsnettverk og komplementære teknologier (Kemp et al. 1998: 190). Oppsummeringen så langt har allerede vært inne på Mongstadprosjektets forutsetninger for å bidra til artikuleringsprosesser.

I analysen kom det frem at både steg 1 og 2 vil kunne bidra med tekniske artikuleringsprosesser. Det viktigste bidraget i så måte ligger i oppskalering av teknologien, og her er det naturligvis størst potensial knyttet til realisering av fullskalaanlegg i steg 2. "Learning by doing" spiller en viktig rolle, og Mongstadprosjektet oppfyller således en viktig nisjefunksjon (Geels 2002: 1261). "Learning by doing" gjelder også institusjonelle artikuleringer. Institusjonelle tilpasninger ligger ikke eksplisitt inne i Mongstadprosjektets mandat. Mongstadprosjektet vil kunne ha indirekte innflytelse på det institusjonelle rammeverket i kraft av å være et tidlig CCS-prosjekt som baner vei.

Videre har man allerede opplevd at prosjektet har bidratt til artikuleringer omkring sosiale og miljømessige konsekvenser, gjennom kreftproblematikken. Avklaringer rundt slike problemer vil

være viktig for teknologiens omdømme. Mongstadprosjektet har også et visst potensial til å forberede leverandørkjeden og komplementære teknologier som er nødvendig for realisering av fullskalaanlegg. Å forberede et produksjonsnettverk er en nisjeprosess der Mongstadprosjektet bidrar (Geels 2002: 1261).

6.2. Perspektivet hevet – CCS og sosioteknologiske konfigurasjoner

Analysen har vist at Mongstadprosjektet har gode forutsetninger for å bidra til innovasjon av CCS. Det er et potensielt viktig prosjekt i verdenssammenheng, og dets betydning i så måte avhenger noe av hvordan man legger opp tidsløpet for realisering av fullskalaanlegg i steg 2. En utfordring som spiller inn i flere sammenhenger er de høye kostnadene ved gjennomføringen av både steg 1 og 2. Erfaringer viser at kostnadene er høye når en teknologi er ny og lite utprøvd, men at disse synker i takt med akkumulert erfaring gjennom anvendelse (Grübler, Nakicenovic & Victor 1999: 252-253). Mongstadprosjektet vil derfor være kostbart, samtidig som det har et visst potensial til å bidra til at kostnadskurvene for CCS vil synke. Dette er viktig dersom CCS skal bli kommersielt interessant.

En annen avgjørende faktor i så måte er hvilke krav man i fremtiden vil stille fra politisk hold om CCS på store punktutslipp, samt hva det vil koste å slippe ut CO₂ i årene som kommer. Per i dag er kostnadene forbundet med utslipp av CO₂ for lave til at CCS er i nærheten av å være kommersielt interessant. Ettersom oppmerksomheten rundt klimaproblematikken har vokst kraftig i kjølvannet av ny og alarmerende kunnskap om klimaforandringene, regnes det imidlertid som sannsynlig at det i årene fremover vil bli dyrere å slippe ut CO₂. Dette kan for eksempel skje ved at kvoteprisene for CO₂ øker.

Klimaproblematikken har begynt å sette sitt preg på det sosioteknologiske landskapet. Global oppvarming er høyere på den politiske dagsorden enn hva tilfellet har vært tidligere, og det er antydninger til at denne problematikken i økende grad påvirker normative og kulturelle verdier. Dette er igjen i ferd med å sette press på sosioteknologiske regimer som innebærer store utslipp av CO₂. Det satses i større grad på fornybar energi, og eksempelvis i USA har bilindustrien fått politiske signaler om at utslippene fra bilparken må ned. Som nevnt i kapittel 2.4.2 er det også økende aktivitet rundt CCS på verdensbasis. At flere land satser på utvikling av CCS vil være en

forutsetning dersom CCS skal bli et miljøteknologisk verktøy i kampen mot klimaendringene. Mongstadprosjektet vil være et viktig bidrag fra Norge, men det er klart at Norges innsats alene ikke vil være nok. Et viktig slag om hvilke muligheter CCS vil ha til å bidra til å løse klimaproblematikken står i København under FN's klimakonferanse i desember 2009. Hva man blir enige om her vil kunne ha stor betydning for å forme et sosioteknologisk landskap som setter press på de sosioteknologiske regimene, slik at det åpnes for at nisjer som CCS skal kunne påvirke regimene i en mer klimavennlig retning.

6.3. Et kritisk blikk på masterprosjektet og anbefalinger til videre forskning

Diskusjonen i dette masterprosjektet har vist hvordan Mongstadprosjektet kan være med på å bidra til innovasjon av CCS, og samtidig påpekt noen utfordringer i forhold til dette. Denne studien er imidlertid utført i en periode der Mongstadprosjektet fremdeles befinner seg i tidlig fase. I skrivende stund har man verken bygd testanlegget eller noe fullskalanlegg. Masterprosjektet har vist hvordan man kan anvende et analytisk rammeverk basert på strategisk nisjemanagement for å diagnostisere sosioteknologiske eksperimenter som Mongstadprosjektet i en tidlig fase. Da mesteparten av arbeidet med Mongstadprosjektet gjenstår er imidlertid dette masterprosjektets evne til å si noe definitivt om Mongstadprosjektets bidrag til innovasjon svært begrenset. Derfor vil det være verdifullt å gjennomføre et lignende forskningsprosjekt på et senere tidspunkt hvor Mongstadprosjektet har kommet mye lenger og resultatene i større grad kan måles. Et slikt forskningsprosjekt vil samtidig kunne avdekke styrker og svakheter i forhold til hvor egnet det analytiske rammeverket er for å analysere sosioteknologiske eksperimenter i tidlig fase. Således kan masterprosjektet som her foreligger fungere som det første leddet i et forsøk på å etablere et slikt analytisk rammeverk.

7. Referanseliste

- Arthur, W.B. (1988) "Competing technologies: an overview", i Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. og Soete, L. (red.) *Technical Change and Economic Theory*, London - New York: Pinter Publishers, s. 590-607.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S. og Rickne, A. (2008) "Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis", i *Research Policy*, vol. 37, s. 408-429.
- Brown, H.S., Vergragt, P.J., Green, K. og Berchicci, K. (2004). "Bounded socio technical experiments (BSTEs): higher order learning for transitions towards sustainable mobility", i Elzen, B., Geels, F.W., Green, K. (red.) *System innovation and the transition to sustainability. Theory, evidence and policy*, Cheltenham: Edward Elgar, s. 191-219.
- Buch, C. (2004) *CO2 capture – environment protection, technology development and value creation* [Online], Tilgjengelig: <http://www.zero.no/fossil/co2-capture-2013-environment-protection-technology-development-and-value-creation> [2009, 30. mars].
- Caniëls, M.C.J. og Romijn, H.A. (2008) "Strategic niche management: towards a policy tool for sustainable development", i *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 20, nr. 2, s. 245-266.
- Carlsson, B. og Stankiewicz, R. (1991) "On the nature, function, and composition of technological systems", i *Journal of Evolutionary Economics*, nr. 1, s. 93-118.
- Cowan, R. (1990) "Nuclear power reactors: A study in technological lock-in" i *The Journal of Economic History*, vol. 50, nr. 3, s. 541-567.
- Edquist, C. (2005) "Systems of Innovation: Perspectives and Challenges", i Fagerberg, J., Mowery, D. C. og Nelson, R. R. (red.) *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford: Oxford University Press, s. 181-208.
- Edquist, C. og Johnson, B. (1997) "Institutions and Organisations in Systems of innovation", Edquist, C. (red.) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, London: Pinter Publishers, s. 41-63.
- Fagerberg, J. og Verspagen, B. (2002) "Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation" i *Research Policy*, vol. 31, s. 1291-1304.
- Fagerberg, J. (2002) *Technology, Growth and Competitiveness. Selected Essays*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Fagerberg, J. (2003) "Schumpeter and the Revival of Evolutionary Economics: an Appraisal of the Literature", i *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 13, nr. 2, s. 125-159.

- Fagerberg, J. (2005) "Innovation: A Guide to the Literature", i Fagerberg, J., Mowery, D.C. og Nelson R. R. (red.) *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford: Oxford University Press, s. 1-26.
- Freeman, C. (1987) *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.
- Freeman, C. og Perez, C. (1988) "Structural crises of adjustment: business cycles and investment behaviour", i Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. og Soete, L. (red.), i *Technical Change and Economic Theory*, London - New York: Pinter Publishers, s. 38-66.
- Geels, F. W. (2002) "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study", i *Research Policy*, vol. 31, s. 1257-1274.
- Geels, F.W., og Raven, R.P.J.M. (2006) "Non-linearity and expectations in niche development trajectories: ups and downs in Dutch biogas development 1973-2003", i *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 18, nr. 3/4, s. 375-392.
- Grübler, A., Nakicenovic, N. og Victor, D. G. (1999) "Dynamics of energy technologies and global change", i *Energy Policy*, nr. 27, s. 247-280.
- Harbo, H. (2009) *Vil tjene penger på CO2-lagring*. [Online] Tilgjengelig: <http://e24.no/naeringsliv/article3046426.ece> [27.04.2009].
- Hoff, E. (2009) *EU leaders endorse recovery package with low carbon energy projects*. [Online] Tilgjengelig: http://www.bellona.org/articles/articles_2009/eu_recovery_package [13.05.2009]
- Hoogma, R., Kemp R., Schot, J. og Truffer, B. (2002) *Experimenting for Sustainable Transport. The Approach of Strategic Niche Management*, London: Spon Press.
- Hughes, T. P. (1986) "The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera", i *Social Studies of Science*, vol. 16, nr. 2, s. 281-292.
- Innovasjon Norge (2008) *International CCS (Carbon Capture and Storage) technology survey* [Online rapport], nr. 4, Tilgjengelig: http://www.gassnova.no/wsp/gassnova2/frontend.cgi?func=publish.show&table=PUBLIS H&func_id=1302 [2009, 15. Mars].
- Innstilling Stortinget nr. 206 2008-2009, *Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om investering i teknologiser for CO2-håndtering på Mongstad* [Online politisk dokument], Tilgjengelig: <http://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Innstillinger/Stortinget/2008-2009/inns-200809-206/?lvl=0> [2009, 14. Mai].

- Jacobsson, S. og Lauber, V. (2006) "The politics and policy of energy system transformation explaining the German diffusion of renewable energy technology", i *Energy Policy*, nr. 34, s. 256-276.
- Josefsson, L. G. (2009) *A technology for the future*. [Online] Tilgjengelig: http://www.vattenfall.com/www/co2_en/co2_en/399862newsx/399997short/index.jsp [27.03.2009].
- Kemp, R., Schot, J. og Hoogma, R. (1998) "Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management", i *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 10, nr. 2, s. 175-198.
- Kemp, R., Rip, A., Schot J.W. (2001) "Constructing Transition Paths Through the Management of Niches", i Garud, R. og Karnøe, P. (red.) *Path Dependence and Creation*, Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, s. 269-299.
- Kristoffersen, B., Gjerset, M., Palm, T. og Berge, U. (2008) *CO2-fangst og – lagring. ZERO Rapport februar 2008*, Oslo: Zero Emission Resource Organisation.
- Kvale, S. (1997) *Det kvalitative forskningsintervju*, Oslo: Ad Notam Gyldendal
- Latour, B. (1987) *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society*, Milton Keynes: Open University Press.
- Liestøl, G.og Rasmussen, T. (2003) *Digitale Medier – En Innføring*, Oslo: Universitetsforlaget.
- Mokyr, J. (1990) *The Lever of Riches - Technological Creativity and Economic Progress*. New York: Oxford University Press.
- Nelson, R. (1995) "Co-evolution of Industry Structure, Technology and Supporting Institutions, and the Making of Comparative Advantage", i *International Journal of the Economics of Business*, vol. 2, nr. 2, s. 171-184.
- Nelson, R. og Winter, S. (1977) "In search of useful theory of innovation", i *Research Policy*, vol. 6, s. 36-76.
- Nelson, R. og Winter, S. (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*, London – Cambridge: Harvard University Press.
- Olje- og energidepartementet (2006) *Staten og Statoil utvikler verdensledende energi- og miljøprosjekt på Mongstad* [Online pressemelding], Tilgjengelig: 24.03.2009 <http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/pressemelder/pressemeldinger/2006/Staten-og-Statoil-utvikler-verdensledend.html?id=271974> [2009, 24. Mars]
- Overå, S. J. (2009) *European CO2 Technology Centre Mongstad (TCM) - Status og*

ambisjoner [Online konferansepresentasjon], Tilgjengelig:
<http://energiuka.no/file.axd?fileid=1460> [2009, 27. April].

- Patton, M. Q. (2002) *Qualitative Research & Evaluation Methods – 3 edition*, Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Pinch, Trevor J., og Bijker, Wiebe E. (1984) “The Social Construction of Facts and Artefacts - Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other”, i *Social Studies of Science*, vol. 14, nr. 3, s. 399-441.
- Ragin, C. C. (1989) *The Comparative Method – Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*, Berkeley, Calif.: University of California Press.
- Raven, R.P.J.M. (2005) *Strategic niche management for biomass. A comparative study on the experimental introduction of bioenergy technologies in the Netherlands and Denmark*, ph.d.-avhandling, Technische Universiteit Eindhoven: Eindhoven University Press.
- Sanden, B. A. (2004) “Technology path assessment for sustainable technology development”, i *Innovation: management, policy & practice*, vol. 6, nr. 2, s. 316-330.
- Schot, J., Hoogma, R., og Elzen, B. (1994) “Strategies for shifting technological systems. The case of the automobile system”, i *Futures*, vol. 26, nr. 10, s. 1060-1076.
- Schot, J. og Geels F.W. (2008) “Strategic Niche Management and Sustainable Innovation Journeys: Theory, Findings, Research Agenda, and Policy”, i *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 20, nr. 5, s. 537-554.
- Schudson, M. (2003) *The Sociology of News*, New York: W.W. Norton & Company.
- Schumpeter, J. (1934) *The Theory of Economic Development*, Boston: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. (1939) *Business cycles: a theoretical historical and statistical analysis of the capitalist process (2vol)*, New York: McGraw-Hill.
- Schumpeter, J. (1943) *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York: Harper.
- Smith, K. (1991) ”Innovation Policy in an Evolutionary Context”, i Saviotti, P. og Metcalfe, J.S. (red.) *Evolutionary Theories of Economic and Technological Change: Present Status and Future Prospects*, Chur: Harwood Academic, s. 256-275.
- StatoilHydro (2009) *CO2 Masterplan Mongstad* [Online plandokument], Tilgjengelig:
<http://www.statoilhydro.com/en/NewsAndMedia/News/2009/Downloads/Masterplan%20Mongstad%20Norwegian.pdf> [2009, 16. Mai].
- Tjernshaugen, A. (2008) ”Political commitment to CO2 capture and storage - evidence from

- government RD&D budgets”, i *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 13, nr. 1, s. 1-21.
- Tjernshaugen, A., og Langhelle, O. (kommende) “Technology as political glue: CO2 capture and storage in Norway”, i Meadowcroft, J. og Langhelle, O. (red.) *Catching the Carbon. The Politics and Policy of Carbon Capture and Storage (CCS)*, Cheltenham: Edward Elgar.
- UNDP (2007) *Human Development Report 2007/2008 - Fighting climate change: Human solidarity in a divided world* [Online FN-rapport], Tilgjengelig: http://hdr.undp.org/en/media/HDR_20072008_EN_Complete.pdf [2009, 16. mai].
- Utterback, J. (1994) *Mastering the Dynamics of Innovation*, Boston: Harvard Business School Press.
- van Alphen, K., van Ruijven, J., Kasa, S., Hekkert, M. og Turkenburg, W. (2009) ”The performance of the Norwegian carbon dioxide, capture and storage innovation system”, i *Energy Policy*, nr. 37, s. 43-55.
- Weber, M., Hoogma, R., Lane, B. og Schot, J. (1999) *Experimenting with sustainable transport innovations. A workbook for strategic niche management*, Enschede: Twente University.
- Williams, R. og Edge, D. (1996) “The Social Shaping of Technology”, i *Research Policy*, vol. 25, s. 865-899.
- Yin, R. K. (2003) *Case Study Research – Design and Methods*, Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.

Appendiks 1 - Gjennomføringsavtalen

AVTALE

mellom

STATEN V/OLJE OG ENERGIDEPARTEMENTET

og

STATOIL ASA

**Samarbeid om håndtering av CO₂ på Mongstad –
("Gjennomføringsavtalen")**

Det er i dag den _____ 2006 inngått avtale ("Avtalen") mellom

Staten v/Olje og energidepartementet, postboks 8148 Dep, 0083 Oslo ("Staten")

og

Statoil ASA, 4035 Stavanger ("Statoil")

(Staten og Statoil er heretter samlet betegnet som "Partene")

med følgende innhold:

1 BAKGRUNN FOR AVTALEN OG FORMÅL

Statoil har søkt om konsesjon og utslipptillatelse for bygging av et gassfyrte kraftvarmeverk integrert i oljeraffineriet på Mongstad. Kraftvarmeverket skal fyres med gass fra prosesseringanlegget på Kollsnes og fyringsgass som dannes i raffineringssprosessen i oljeraffineriet. Kraftvarmeverket vil ha installert effekt på inntil 350MW varme og 280 MW elektrisk kraft og er planlagt ferdigstilt ved årsskiftet 2009/2010 (Prosjektet er heretter betegnet som "Energiverk Mongstad").

Staten er av den oppfatning at en av hensyn til Norges internasjonale forpliktelser bør unngå nye store utslippkilder av CO₂ og at en med basis i Soria Moria erklæringen bør stimulere til utvikling og implementering av ny teknologi og løsninger for håndtering av CO₂.

Partene er enige om at det er behov for en stegvis utvikling frem mot et samlet CO₂-fangstanlegg på Mongstad, samt også en stegvis utvikling av teknologien for fangst av CO₂ for å redusere kostnader og risiko. Kun en koordinert og styrket satsing vil gjøre det mulig å fremskaffe kvalifisert teknologi innenfor realistiske tidsrammer. Med gjennomføring av Energiverk Mongstad prosjektet, vil Mongstad-anleggene være godt tilrettelagt for fremtidig fangst av CO₂.

Partene etablerer gjennom denne Avtalen de rettigheter og plikter som skal danne grunnlaget for bygging av fangstanlegg for CO₂ på Mongstad samt en målrettet og organisert utvikling av teknologiske og kommersielle løsninger for håndtering av CO₂.

Partene er gjensidig forpliktet til å gjennomføre denne Avtalen. Dersom begge Partene etter nærmere drøftelser kommer til at et videre samarbeid ikke lar seg gjennomføre, skal de søke å finne hensiktsmessige løsninger.

2 ETABLERING AV ET FØRSTE CO₂- FANGSTANLEGG OG MÅLRETTET UTVIKLING AV TEKNOLOGI ("STEG 1") PÅ MONGSTAD

Partene er enige om å etablere et teknologiselskap/-partnerskap ("Teknologiselskapet") som skal bygge et første fangstanlegg for CO₂ på Mongstad med kapasitet til å fange minst 100 000 tonn CO₂ pr. år ("Fangstanlegget"). Formålet med dette er todelt:

1. Identifisere, utvikle, teste og kvalifisere mulige teknologiske løsninger.
2. Redusere kostnadene og risikoen forbundet med bygging og drift av fullskala anlegg for CO₂-fangst.

Teknologiselskapet skal etableres etter følgende hovedprinsipper og forutsetninger:

- a) Teknologiselskapet skal eie og drive Fangstanlegget med henblikk på å kvalifisere og utvikle teknologi og løsninger for fangst av CO₂. Anvendelse av CO₂ for økt oljeutvinning er ikke omfattet fordi dette må løses i samarbeid med de aktuelle felteierne.
- b) Teknologiselskapet skal eies av Staten (eller den Staten utpeker) og Statoil med flere. Statoil forplikter seg til å gå inn som medeier i Teknologiselskapet med 20 %. Staten forplikter seg til å gå inn med de resterende 80%. Staten (eller den Staten utpeker) vil aktivt invitere andre selskaper som medeiere i Teknologiselskapet noe som vil redusere Statens andel i Teknologiselskapet tilsvarende.
- c) Teknologiselskapet skal ha en kapitalbase og driftsfinansiering som fastsettes av partene for å sikre en målrettet innsats på inntil 5 år som også omfatter utvikling og drift av Fangstanlegget.
- d) Det skal foretas en avklaring om og hvordan immaterielle rettigheter som måtte oppstå i Teknologiselskapet skal håndteres og gjøres tilgjengelig.
- e) Teknologiselskapet skal etableres i den selskapsform som eierne blir enige om.
- f) Statoil skal stille landanlegg og kompetanse til rådighet for Teknologiselskapet slik at en best mulig legger forholdene til rette for testing av teknologiske løsninger.
- g) Beslutninger i Teknologiselskapet skal foregå i henhold til normale gjennomførings- og beslutningsprosesser i industrien.
- h) Ved avvikling av Teknologiselskapet skal selskapets rettigheter og forpliktelser fordeles mellom dets aksjonærer i henhold til deres eierandeler på avviklingstidspunktet.

- i) Det forutsettes at det etableres en aksjonæravtale eller lignende for Teknologiselskapet, som fastsetter regler for god virksomhetsstyring og eiernes rettigheter og plikter.

Staten (eller den staten utpeker) har ansvar for etablering av en transport- og disponeringsløsning for CO₂ fra Fangstanlegget (STEG 1). En eventuell positiv verdi av fanget CO₂ fra Fangstanlegget (STEG 1) skal komme til fradrag i kostnadene for etablering av en transport- og disponeringsløsning.

Partene skal gjennomføre STEG 1 med følgende faser:

Fase 1: Lansering av Teknologiselskapet

Staten (eller den staten utpeker) vil invitere til deltagelse i Teknologiselskapet i løpet av 2006.

Fase 2: Utvikling av prosjektmål og definisjon av utbyggingskonsept

Teknologiselskapet eller dets aksjonærer/deltakere vil utvikle eierskaps- og bruksmodell, samt definere hensikt med Fangstanlegget, utvikle anleggskonseptet og definere gjennomføringsløp med tilhørende kostnader, tidsplan og risiki.

Fase 2 vil bli gjennomført i løpet av 2007 med antatt utbyggingsbeslutning innen utgangen av 2007.

Statoil vil parallelt med Fase 2 og i samarbeid med Teknologiselskapet iverksette arbeidet på Mongstad med å forberede de nødvendige modifikasjoner for at aktuelle tilknytningspunkter for fangst av minst 100 000 tonn CO₂ pr. år slik at disse kan installeres under planlagte revisjonsstanser.

Første steg CO₂-fangst skal settes i drift mest mulig samtidig med oppstart av kraftvarmeverket.

Fase 3: Bygging av Fangstanlegget

Teknologiselskapet vil gjennomføre detaljprosjektering, utbygging, uttesting og idriftssetting av Fangstanlegget.

Kostnadsdekning ved eventuelle overskridelser utover budsjett på investeringsbeslutningstidspunktet dekkes proporsjonalt av de industrielle deltakerne i prosjektet (ikke Staten).

Fase 4: Drift, teknologikvalifisering og teknologikutvikling

Teknologiselskapet vil drive Fangstanlegget og gjennomføre teknologikvalifisering og -utvikling etter vedtatt program.

3 OVERORDNET PLAN FOR MONGSTAD-ANLEGGENE ("MASTERPLAN")

Mongstad-raffineriet er en meget kompleks industribedrift hvor enhver nyinvestering har konsekvenser for resten av anlegget. Det er derfor viktig å utrede den fremgangsmåten som gir den mest effektive løsning for fremtidig fangst av CO₂.

Statoil forplikter seg, parallelt med gjennomføringen av STEG 1, til å utvikle en overordnet plan for fremtidig fangst av CO₂ på Mongstad ("Masterplanen").

Masterplanen skal omfatte følgende elementer:

- a) Gjennomføring av konseptstudier for aktuelle tekniske og kommersielle løsninger for CO₂-fangst. Videre må arealbehov, energibehov, behov for drifts- og vedlikeholdstjenester og HMS-løsninger avklares. Konseptstudiene vil også avklare behov for myndighetsbehandling.
- b) Identifikasjon av kilder for CO₂ som er aktuelle for fangst fra det eksisterende oljeraffineriet, kraftvarmeverket samt eventuelt fremtidige prosjekter.

Statoil skal ferdigstille Masterplanen for egen regning innen utgangen av 2008.

Statoil vil i løpet av arbeidet med Masterplanen planlegge og forberede installasjon av tilknytningspunkter for kraftvarmeverket, reformer og cracker-anlegget under aktuelle revisjonsstanser på Mongstad-anleggene slik at raffineriet klargjøres for gjennomføring av STEG 2 som definert nedenfor.

4 VIDERE ETABLERING AV CO₂-FANGSTANLEGG PÅ MONGSTAD-ANLEGGENE ("STEG 2")

Staten (eller den Staten utpeker) og Statoil skal utarbeide en avtale for gjennomføring av STEG 2 innen 1. kvartal 2009 ("Steg 2-avtalen"). Partene har som felles mål å etablere CO₂-løsninger innen utløpet av 2014 hensyn tatt til normal industripraksis for sikker og rasjonell gjennomføring av slike prosjekter. Formålet med utarbeidelse av "Steg 2-avtalen" er å få til reduserte kostnader for rensenanlegget og redusere den økonomiske risikoen knyttet til prosjektet.

Utarbeidelse av "Steg 2-avtalen" gjøres parallelt med STEG 1, på grunnlag av Masterplanen og den kunnskap som opparbeides ved utvikling av Fangstanlegget, samt basert på Statens avklaringer i forhold til statsstøtte- og konkurranseregelverket, OSPAR/London-konvensjonene og status for Halten CO₂-prosjektet. Denne gjennomføringsavtalen vil blant annet dekke finansiering, risikodeling, gjennomføring, organisering, selskapsstrukturer og kommersielle modeller for videre etablering av anlegg for fangst av CO₂ fra kraftvarmeverket og eventuelt andre anlegg på Mongstad.

Staten vil kunne benytte uavhengig ekspertise i vurderingen av investeringsanlagene. Investeringsestimatet skal være basert på innhentede anbud og forøvrig være bygget opp i henhold til normal industripraksis inklusive kostnader som ikke er inkludert i anbud. Dette vil normalt være kostnader for prosjektering, anskaffelser, prosjektledelse og –styring, byggeplassledelse, HMS- og myndighetskoordinering, øvrig lokalt personell, bruk av fasiliteter, tjenester og ”utilities”, samt tillegg for vekst og uforutsett (contingency) som står i rimelig forhold til risiki og usikkerhet på beslutningspunktet.

Investeringsbeslutning skal tas i løpet av 2012. Utviklingskostnader i STEG 2 inngår som en del av investeringskostnadene i henhold til etablert industripraksis. Partene er enige om at det skal velges en gjennomføringsstrategi som minimerer risiko.

Teknologiselskapet skal etter nærmere avtale stille kvalifiserte teknologiske og kommersielle løsninger til disposisjon for etableringen av gjennomføringsplanen.

Partene er enige om at bygging av fremtidige CO₂-fangstanlegg ikke skal forverre raffineriets internasjonale konkurranseposisjon. Derfor skal følgende hovedprinsipp være gjeldende for STEG 2:

- Statoil skal dekke kostnader tilsvarende selskapets alternative CO₂-kostnader dersom de ikke hadde gjennomført CO₂-håndtering (CO₂-kostnader tilsvarende annen konkurranseutsatt norsk industri). Staten skal dekke investerings- og driftskostnader for STEG 2 av fangstanlegget samt transport- og disponeringskostnader utover det som dekkes av Statoils bidrag. En eventuell positiv verdi av CO₂ i en verdikjede skal komme til fradrag i Statens kostnader.
- Statoil skal dekke 100 % av eventuelle overskridelser for investeringskostnadene i STEG 2 av CO₂-håndteringsanlegget utover budsjettanslag på tidspunktet for investeringsbeslutning. Statens kostnadsdekning skal være basert på budsjetterte anslag (slik at avvik fra anslåtte driftskostnader dekkes fullt ut av Statoil). Eventuelle økninger i driftskostnadene som følger av eksogene faktorer (for eksempel endring i gasspris) skal likevel dekkes av Staten.
- Kostnader som følge av myndighetspålagte endringer som har konsekvenser for gjennomføringen av investeringsbeslutningen dekkes av Staten.

5 BETINGELSE - BORTFALL

Effektivering av Avtalen er betinget av at Statoil får de myndighetsgodkjenninger som er nødvendige for å igangsette arbeidet med kraftvarmeverket på Mongstad.

6 OPPSIGELSE

Staten kan si opp avtalen dersom den ikke lar seg gjennomføre på grunn av EØS-avtalens statsstøtteregele eller at nødvendige stortingsvedtak ikke foreligger.

7 MELDINGER MELLOM PARTENE

Meldinger som skal sendes i henhold til denne Avtalen er å anse som sendt når de er sendt med telefaks eller e-post, og avsender har mottatt kvittering, til følgende adresser:

Statoil: Statoil ASA
Att: Tom Melbye Eide
Telefax: 51 99 00 50
E-post: statoil@statoil.com

Departementet: Olje og energidepartementet
Telefax: 22 24 95 65
E-post: postmottak@oed.dep.no

8 LOVVALG OG TVISTELØSNING

Partenes rettigheter og plikter etter Avtalen bestemmes i sin helhet av norsk rett.

Dersom det oppstår tvist i forbindelse med Avtalen, skal saken søkes løst ved forhandlinger. Fører forhandlinger ikke frem skal saken avgjøres ved de ordinære domstolene. Oslo Tingrett er verneeting.

* * *

Avtalen er undertegnet i 2 eksemplar, hvorav hver part beholder 1 eksemplar.

* * *

**For Staten ved
Olje og energidepartementet**

For Statoil ASA

Appendiks 2 – Pressemelding, Olje- og energiminister Terje Riis-Johansen

Tale/artikkel, publisert 24.07.2008

Av: [Olje- og energiminister Terje Riis-Johansen](#)

CO2-fangst på Mongstad - utvikling av miljøteknologi

Vi skal redusere verdens CO2-utslipp

Kronikk av olje- og energiminister Terje Riis-Johansen, publisert i Bergens Tidende 24. juli 2008

Statens deltakelse i testsenteret for CO2-fangst på Mongstad ble onsdag i forrige uke godkjent av EFTAs overvåkningsorgan (ESA). Det var viktig for regjeringen. Her har det vært gjort godt arbeid av flere av mine kolleger, særlig Jens Stoltenberg og min forgjenger Åslaug Haga. Begge skal ha stor del av æren for at dette gikk bra.

ESA baserer sine vurderinger på jussen. Men juss formes av politikk. Det har vært viktig at vi som politikere over tid har systematisk drevet et påvirkningsarbeid overfor Europakommisjonen og våre kolleger i medlemslandene over tid, samtidig som våre eksperter har hatt løpende kontakt med ESA.

Vi er nå et viktig skritt videre i arbeidet med å realisere CO2-håndtering på Mongstad. Testsenteret er første steg. I neste steg skal fullskala fangst, transport og lagring av CO2 på Mongstad være på plass fra 2014. Testsenteret skal bidra til å utvikle og teste ny CO2-håndteringsteknologi og derved bidra til bred anvendelse av slik teknologi.

Regjeringen har satt seg høye mål: Mongstad handler ikke bare om å fange CO2 fra gasskraftproduksjon i Norge, men om at vi skal bidra til å utvikle kommersiell teknologi slik at Kina, India og andre land kan bruke denne teknologien for å redusere sine utslipp i forbindelse med stadig økende energiproduksjon. Det internasjonale energibyrået (IEA) mener vi kan redusere CO2-utslippene i verden med mellom 20 og 28 prosent gjennom fangst, transport og lagring av CO2. CO2-håndtering er ett av de virkelig store grepene Norge kan ta internasjonalt for å bidra til et bedre klima. Jeg er derfor glad for at ESA deler vår oppfatning om at statens deltakelse på Mongstad vil være viktig for å utløse et miljøprosjekt som også vil få positiv betydning for andre land i EØS. Teknologi for fangst og lagring av CO2 vil få global betydning.

Jeg vil som olje- og energiminister fortsette det systematiske og langsiktige arbeidet med CO2-håndtering. Det er viktig at flere land får i gang CO2-håndteringsprosjekter. Vi er derfor i tett dialog med ulike land på flere kontinenter om dette. Vi ønsker også at aktører fra privat industriell kompetanse og kapital skal være del av våre CO2 prosjekter. Dette er ikke primært for å spare staten for penger, men fordi det vil sikre kvaliteten av teknologien og fremskynde realiseringen.

I henhold til avtalen mellom StatoilHydro og Olje- og energidepartementet om CO2-håndtering på Mongstad av 2006, vil StatoilHydro gå inn som medeier i testsenteret med 20 prosent, mens staten går inn med 80 prosent. Dersom flere industrielle selskaper deltar, vil statens andel reduseres. Det er mitt mål at flere

industrielle parter vil delta etter investeringsbeslutningen senere i år, i selve utbyggingen og gjennomføringen av prosjektet. Erfaring og kunnskap om CO2-fangst kan derved spres til nye brukere av slik teknologi. Jeg har videre stor tro på at samarbeid internasjonalt også vil styrke norske aktørers evne til å konkurrere og vinne frem i utvikling og eksport av miljøteknologi. Norske kompetansebedrifter har utrolig mye å by på. Den innovasjon vi ønsker oss for å møte klimautfordringene krever at aktørene får prosjekter å jobbe på. Testsenteret på Mongstad gir både norske og utenlandske aktører muligheter. Jeg ser frem til et samarbeid med industrien om CO2 fangst og miljøteknologi. De mange smarte norske hoder som pønsker ut gode miljøløsninger er også fremtidens "naturressurs" for Norge.

Næringslivet og myndighetene bør samarbeide om hvordan næringslivets satsing på miljøteknologi kan styrkes. Vårt ansvar er å sikre best mulig rammevilkår for denne delen av næringslivet. Jeg mener regjeringens satsning på CO2 fangst prosjekter bidrar til å skape et marked ved at de stiller miljøkrav som stimulerer etterspørselen. Jeg inviterer med dette næringslivet til et samarbeid mellom bedriftene og relevante myndigheter med sikte på å få frem virkemidler som forener strenge miljøkrav med kommersielt lønnsomme løsninger.

Appendiks 3 – Pressemelding, Statsminister Jens Stoltenberg

Tale/artikkel, publisert 19.02.2007

Av: [Statsminister Jens Stoltenberg](#)

Stolte av Mongstad

Kronikk av statsminister Jens Stoltenberg i Bergens Tidende 19. februar

Av og til er det vanskelig å se storheten i det vi gjør når vi gjør det. Jeg tror at når historien om gasskraftverket på Mongstad skal skrives blir det historien om et viktig gjennombrudd for miljøet. Gasskraftverket på Mongstad skal ha et anlegg for CO₂-rensing som blir det første og det største i sitt slag. Lykkes vi med dette vil det bringe verden viktige skritt fremover.

Bergens Tidende har gjennom helgen skrevet om regjeringens planer for Mongstad som en "miljøbløff", med henvisninger til utsagn fra miljøbevegelse og opposisjon og eksempler på andre prosjekter for CO₂-rensing andre steder i verden.

Det er ingen tvil om at det skjer mye på dette feltet - og at det gjennom de siste årene er blitt iverksatt en rekke spennende prosjekter for å få til CO₂-rensing. Det er viktig og bra. Vi trenger at alle krefter settes inn for å løse klimautfordringene. Mye er på gang i flere land, men med Mongstadprosjektet er Norge helt i front med å få på plass teknologi som kan gjøre rensing lønnsomt på et anlegg i stor skala. Ingen andre har lyktes med dette ennå. Først når det blir billigere å rense CO₂-utslipp enn å kjøpe kvoter, vil vi få det gjennombruddet som trengs for å få ned utslippene av klimagasser globalt.

Først når dette er lønnsomt blir det mulig etc.

Det er når land som Kina får rensing av drivhusgasser på sine kullkraftverk at vi får tiltak som virkelig monner. Regjeringens visjon er at Mongstadanlegget skal være et viktig bidrag til dette gjennombruddet.

Kanskje virker det for ambisiøst for et lite land som Norge å ha slike mål. Det synes ikke jeg. Vi vet at Norge er verdensledende i forhold til lagring av CO₂ gjennom Statoils prosjekt og erfaring på Sleipnerfeltet. Aktiviteten på Snøhvit vil bidra til ytterligere kunnskap på området. Planene om CO₂-håndtering ved norske energianlegg er blant de mest ambisiøse prosjektene i verden, og med tidligst oppstartstidspunkt. Gjennomføringsavtalen mellom staten og Statoil om CO₂-håndtering på Mongstad danner grunnlaget for en målrettet og organisert utvikling av teknologiske og kommersielle løsninger for håndtering av CO₂.

Vi opplever stor interesse for planene på Mongstad. Norske myndigheter er i kontakt med flere, store europeiske energiselskap og oljeselskap med tanke på deltakelse. Når jeg har møter med politiske ledere fra andre land, som Tony Blair, José Manuel Barroso, Angela Merkel eller Al Gore, opplever jeg at de spør om hva vi gjør og om vi vil lykkes med å rense CO₂. De venter på hva vi kan få til. Når vi nå bruker mange milliarder kroner på å utvikle denne teknologien på Mongstad er det mye mer enn et industriprosjekt, det er et gigantisk kunnskapsprosjekt og miljøprosjekt. Vi tar denne regningen fordi vi tror gevinsten blir så stor om vi når det målet vi har satt.

Jeg er enig i at det er klare forskjeller mellom å sende folk til månen og å pumpe gass ned i kontinentalsokkelen. "Månelanding" er likevel et bilde som forklarer hva vi prøver å få til. Det handler om å sette seg store mål. President Kennedy satte et mål for hvor de skulle før teknologien fantes, og de satte et mål i et kappløp om tid. Vi vet at det går an å rense CO₂. Vi har gjort det på sokkelen i årevis og vi gjør det i småskala på land. Men ennå mangler vi teknologien til å gjøre det i stor skala og å gjøre det lønnsomt. Vi har satt oss et mål om å finne denne teknologien. Amerikanerne jobbet i et kappløp mot tiden for å slå russerne. Vi jobber også i et kappløp med tiden. Ikke mot en bestemt konkurrent, men likevel mot en ytre trussel: drivhuseffekten. Vi må klare å løse verdens energiutfordringer på en måte som ikke bidrar til å forverre klimaet.

Appendiks 4 - Intervjuguide

Generelt:

- *Hva er ”organisasjonens navn” rolle i TCM? Hva bidrar de med (kompetanse, ressurser, nettverk etc.)? Hvilke aspekter er de spesielt ansvarlige for? Hvilken rolle spiller myndigheter (Gassnova) i selve innovasjons- og læringsprosessene? Overlates disse først og fremst til øvrige aktører og mekanismer.*

Forventninger/ambisjoner:

- *Hvilke forventninger/ambisjoner i forhold til teknologien danner grunnlaget for TCM? Noen spesielle forventninger fra statens side? Potensial som grunnlag for ny norsk industrivirksomhet?*
- *Hvordan ser man for seg at TCM kan gagne norsk industri? Var dette i utgangspunktet en målsetning fra statens side?*
- *Hva bygger disse forventningene på? Kunnskapsgrunnlag, har de noe å gjøre med eksistensen av spesiell kompetanse i norsk industri, politiske ambisjoner etc.?*
- *(I hvilken grad deler de ulike involverte aktørene disse forventningene?)*
- *I hvilken grad forsøker man å påvirke forventninger bevisst overfor aktører innad i prosjektet?*
- *I hvilken grad forsøker man å påvirke forventninger blant øvrige aktører som folkeopinion, eksempelvis i form av PR-tiltak? Skape tro på teknologien, legitimere satsning, skape tro på teknologiens miljøvennlige egenskaper, sikkerhetsaspekter.*

Nettverksbygging:

- *Hvilken rolle spiller utvikling av nettverk mellom aktører for teknologien i Mongstadprosjektet?*
- *Hvordan foregår nettverksbyggingen? Hvilke aktører tar initiativ slik at flere aktører blir involvert? Er det myndigheter, de andre samarbeidspartnere, eller er det nye aktører selv? (Er interessen stor?)*
- *Hvilke vurderinger gjør dere i forhold til å inkludere aktører fra andre industrier som står for store punktutslipp i TCM, for eksempel sement- og stålindustri?*

- *I hvilken grad forsøker man å koordinere strategiene til involverte og berørte aktører (teknologiutviklere, teknologibrukere, andre myndighetsorganer, (investorer) etc.?*
- *Hvilken betydning har internasjonalt nettverk og samarbeid? Hvordan foregår dette? Hva med EUs satsning?*
- *I hvilken grad er vitenskapelige miljøer involvert i TCM?*

Teknologiutvikling:

- *Hvilke kriterier ligger til grunn for valg av teknologiløsninger for prosjektet?*
- *Hvor fleksibelt er TCM i forhold til inkludering av nye teknologiløsninger i fremtiden?*
- *Hvordan legger man rent konkret til rette for teknologiske læringsprosesser?*
- *Hvordan koordinerer man arbeidet i TCM i forhold til å kunne bidra til utvikling av komplementære teknologier (kanskje først og fremst i forhold til transport og lagring)?*
- *Hvor fleksibelt er TCM i forhold til muligheter for å endre prosjektet i takt med erfaringer man gjør underveis?*
- *Hva vil dere gjøre for å evaluere prosjektet underveis?*

Markeder:

- *Hvilke muligheter ser dere for utvikling av markeder for teknologien, og hva er barrierene? Hva kan TCM bidra med i denne sammenheng?*
- *Hvilke politiske instrumenter ser dere på som nyttige for å dra i gang markedet, og hvilke anser dere som mindre nyttige?*

Utfordringer:

- *Hvordan jobber man for å påvirke institusjonelle betingelser/policy (lover og andre regulerende mekanismer, avgifter etc.) som gjør teknologien kommersielt interessant å anvende? Vil TCM ha noen betydning her?*
- *Hvordan er tilgangen på eksperter og fagfolk? Både teknologer, jurister og økonomer med relevant kompetanse på CCS trengs. Realfagsmangel?*
- *Hvilke utfordringer står TCM, og den videre realiseringen av fullskala CCS, ovenfor i forhold til lover, regler og annet rammeverk?*
- *Hvor sårbart er prosjektet for endringer i det politiske klimaet?*

I forhold til fullskala rensing på Mongstad:

- *Hva er potensialet for TCM til å bidra til fullskala rensing på Mongstad? Hvilken rolle vil TCM kunne spille i forbindelse med det?*

Appendiks 5 – TCM faktaark (se neste side)

VI TESTER OG DEMONSTRER FRAMTIDAS TEKNOLOGI FOR CO₂-HÅNDBLING - Europeisk CO₂ Testcenter Mongstad (TCM)



TCM tilbyr en plattform for uttesting av teknologi og utstyr for fangst av CO₂ med hovedfokus på redusert kostnad og risiko. TCM vil inkludere både amin- og karbonat- ("chilled ammonia") baserte teknologier. Testcenteret vil ha tilgang til røykgasskilder med CO₂-innhold som dekker spekteret fra gassturbin til kullfyrte dampkjeler.

Hensikt og organisering av TCM

Formålet med TCM er å utvikle, teste og kvalifisere ny teknologi for fangst av CO₂ fra røykgass, og derigjennom redusere kostnader og risiko forbundet med CO₂-fangstanlegg i fullskala. TCM vil fokusere på å redusere både operasjonelle og kapital utgifter, forbedring mellom HMS og utførelse/pålitelighet. Resultatene fra TCM vil kunne få internasjonal betydning for framtidige fangstanlegg.

TCM eies av potensielle sluttbrukere av CO₂-fangstteknologi. Samarbeidet er basert på likeverdige parter som vil bidra både med kompetanse og kapital til prosjektet. Til gjengjeld får partene samme tilgang til kunnskap og erfaringer fra de nye teknologiene.

Prosjektet ledes av en styringsgruppe med deltakelse fra alle eierselskapene. Prosjektet er ansvarlige for å planlegge, prosjektere og bygge test anlegget.

Bakgrunn

I oktober 2006 inngikk staten og Statoil en avtale om framtidig CO₂-håndtering på Mongstad. Dette var en del av godkjenningen til et nytt 260 MWe og 350MW kombinert kraft- og varmeverk på samme sted. Første steg er realiseringen av testanleggene med kapasitet til å fange 100 000 tonn CO₂ hvert år. TCM vil være omfattet av testfasilitetene og vil være operativt så nær oppstarten av kraftvarmeverket som mulig. Andre del av avtalen blir byggingen av et fullskala fangstanlegg på Mongstad.

Regjeringen har invitert flere selskaper til å delta, og i 2007 inngikk Olje- og energidepartementet, DONG Energy, Hydro, Shell, Statoil og Vattenfall en samarbeidsavtale om TCM. I dette samarbeidet er Den norske stat representert ved Gassnova SF, og Hydros olje- og gassaktiviteter fusjonerte med Statoil til dagens StatoilHydro i oktober 2007.

Leverandører

Realisering av TCM avhenger av tett samarbeid mellom teknologileverandørene. Leverandørene vil fortløpende videreutvikle utvalgt teknologi og vil i etterkant eie rettighetene på denne teknologien. Å øke konkurransen blant leverandørene, få fram flere kvalifiserte leverandører og flere teknologier er blant suksesskriteriene for TCM.

Eierforhold TCM

TCM består av likeverdige parter som har strategiske interesser knyttet til utviklingen av fangstteknologi.

DONG Energy
Gassnova SF
A/S Norske Shell
StatoilHydro ASA
Vattenfall AB



DONG
energy



GASSNOVA

StatoilHydro

VATTENFALL



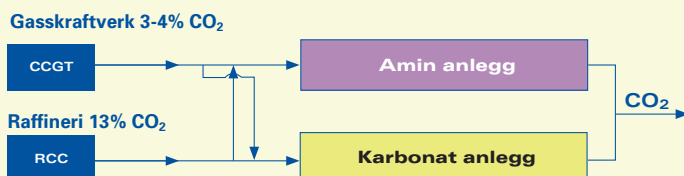
Valg av teknologi

Teknologi som tas i bruk i et kommersielt prosjekt må være utprøvd og risiko må i størst mulig grad være kjent. TCM vil teste to teknologier, karbonat og amin, parallelt. Begge teknologiene skal være i stand til å fange CO₂ fra to forskjellige eksosgass kilder. Testresultatene vil være av relevans for både gasskraft- og kullkraftverk.

Aminteknologi vurderes til å ha moderat teknisk risiko, siden dette er en teknologi som har vært anvendt i liknende applikasjoner over mange tiår. Det er imidlertid fortsatt et potensial for forbedringer, og et behov for å kvalifisere enkeltdele av prosessen opp til storskala (minst 1 million tonn/år).

Den andre teknologien er karbonatteknologi som har potensial for mindre energibruk per tonn fanget CO₂. Karbonatprosessen er ikke testet i denne skala og representerer derfor en høyere teknisk risiko.

To gasskilder og to fangstmetoder



EU viser stor interesse for CCS (Carbon Capture and Storage)

EU lansert visjonen om bygging 10-12 store demonstrasjonsanlegg før 2015 under den såkalte ZEP-plattformen (Zero Emission Power). Fangstanlegget på Mongstad (TCM og storskala) er en kandidat til å bli et av disse europeiske demonstrasjonsanleggene.

