



Høgskulen
på Vestlandet

MASTEROPPGAVE

Kjernekraft, hva stopper oss?

Casestudie av kjernekraft i Norge

Nuclear energy, what stops us?

Case study of nuclear energy in Norway

Joakim Oleivsgard Stenslund | **Christian Sæle Michel**

Kandidatnummer: 212

Kandidatnummer: 209

Innovasjon og Entreprenørskap

Ingeniør-og naturvitenskap (FIN)

Veileder: Jarle Aarstad

01.06.2023

Vi bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten av epoken på Høgskulen på Vestlandet, campus Bergen på masterstudiet “Innovasjon og entreprenørskap”. Gjennom studiet har det vært spesielt interessant å få innblikk i de ulike innovasjonsmetodene, innovasjonsteorien og forståelsen av viktigheten med tverrfaglighet. Studiets hospiteringsprogram har gitt oss forståelsen av entreprenørskap og muligheten for entreprenøriell læring og utvikling.

Vi vil med dette først takke vår veileder Jarle Aarstad som har vært til stor hjelp i alle deler av prosessen, alt fra utarbeidelse av intervjuguide og survey, til skrivingen og analysen. Vi har satt stor pris på hjelpen rundt de kvantitative dataene og de gode faglige og konstruktive tilbakemeldingene, samt veiledningen gjennom det ukjente med å skrive en masteroppgave.

Videre vil vi takke alle informantene som har bidratt. Dere har gitt oss viktig og verdifullt datamateriale. Vi vil også takke alle respondentene av spørreundersøkelsen. Svarene har gjort det mulig å få en dypere forståelse av samfunnets oppfatning av kjernekraft.

Vi vil også takke alle andre som har hjulpet oss gjennom denne prosessen, enten om det har vært moralsk og mental støtte eller om det har vært gjennomlesning og tilbakemeldinger.

De siste vi vil takke er Gard og Amalie for de hyggelige og artige stundene på Fabrikken gjennom arbeidet med denne masteroppgaven. Det har vært både underholdene og gøy, men også mange lærerike diskusjoner og samtaler.

Igjen, takk!

Høgskulen på Vestlandet, campus Bergen, mai 2023

Joakim Oleivsgard Stenslund og Christian Sæle Michel

Joakim O. Stenslund

C. Sæle Michel
C. Sæle Michel

Sammendrag

Kjernekraft som energikilde er et svært omdiskutert tema i Norge, Europa og resten av verden. Kjernekraftteknologien som en energikilde blir fremsnakkert til å kunne bidra med å sikre en trygg og grønn fremtid nasjonalt og internasjonalt.

Denne studien tar for seg innovasjonsteori som gjør det mulig å sette søkelys på de viktigste prosessene for å oppnå diffusjon eller adaptasjon av kjernekraft.

Studien er et sammensatt enkeltcase-studie av det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge. Studien baseres på metoden “mixed-method” for å sette søkelys på implementeringen av kjernekraftteknologien i Norge. Det teknologiske innovasjonssystemet defineres ved hjelp av syv funksjoner.

Analysen i studien baserer seg på å undersøke hvilke faktorer som finner sted innenfor hver enkelt funksjon som kan bidra til å fremme eller hemme implementeringen. Dette ble utført ved bruk av innsamlet data gjennom kvalitative intervjuer, kvantitativ spørreundersøkelse og nettsøk.

Funnene som omhandler hva som fremmer implementeringen av kjernekraft i Norge er arbeidet til de ulike aktørene, den positive samfunns holdningen og kunnskapen vi besitter omkring atomsikkerhet.

Funn som er kommet frem angående hva som hemmer implementeringen er i hovedsak politikk. Politikken har en direkte påvirkning på arbeidet til alle involverte parter. På toppen av dette er det faktum at kjernekraft blir utelatt fra forskningssubsidier noe som blant annet bidrar til å svekke muligheten for ny kunnskap om kjernekraft.

Abstract

Nuclear power as an energy source is a highly debated topic in Norway, Europe, and the rest of the world. Nuclear power technology as an energy source is being promoted as being able to contribute to ensuring a safe and green future nationally and internationally.

This study uses innovation theory which makes it possible to shine a spotlight on the most important processes to achieve the diffusion or adaptation of nuclear power.

The study is an embedded single case study of the technological innovation system around nuclear power in Norway. The study is based on mixed method to shed light on the implementation of nuclear power technology in Norway. The technological innovation system is defined by seven functions.

The analysis in the study is based on examining which factors that takes place within each individual function that can contribute to promoting or hindering implementation. This was carried out using data collected through qualitative interviews, quantitative survey, and desktop research.

The findings contributing to promote the implementation of nuclear power in Norway are the work of the various actors, the positive social attitude, and the knowledge we possess about nuclear safety.

Findings that have come to light regarding what is inhibiting implementation are mainly politics. Politics has a direct impact on the work of all parties involved. On top of this is the fact that nuclear power is left out of research subsidies, which among other things contributes to weakening the possibility of new knowledge about nuclear power.

Innholdsfortegnelse

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	III
OVERSIKTER	VII
TABELL	VII
VEDLEGG TABELL	VII
SØYLEDIAGRAM	VII
FIGURER	VII
FORKORTELSER	VIII
ORDFORKLARING	IX
SI-PREFIKSER	IX
1 INNLEDNING	1
2 KONTEKST: KRAFTPRODUKSJONEN I NORGE	5
2.1 ENERGIMIKSEN I NORGE	5
2.2 ENERGIPRISER, STATUS OG STRATEGI I NORGE	6
2.3 GEOPOLITISK	7
2.4 STABILITET	8
2.5 KJERNEKRAFT	8
2.6 LIVSLØPSUTSLIPP ENERGIKILDER	13
3 INNOVASJONSTEORI	13
3.1 INNOVASJON	13
3.2 SYSTEMER AV INNOVASJON	14
3.3 AVGRENSING AV SYSTEMET	15
3.4 TEKNOLOGISKE INNOVASJONSSYSTEMER	16
3.5 BEGREPSDEFINISJONER FRA INNOVASJONSTEORI	17
4 PRESENTASJON AV STUDIENS RAMMEVERK	18
4.1 BESKRIVELSE AV RAMMEVERKETS FUNKSJONER	19
4.2 INTERAKSJONENE INNAD I TIS	21
4.3 AVGRENSNING TIS	22
4.4 KJERNEKRAFT OG TIS	23
4.5 OPPSUMMERING TEORI OG RAMMEVERK	24
5 FORSKNINGSDESIGN OG METODE	25

5.1	FORSKNINGSDESIGN OG FORSKNINGSMETODE	25
5.2	CASESTUDIE	25
5.3	VALG AV METODE	27
5.4	INFORMANTER: KVALITATIV DATAINNSAMLING	33
5.5	RESPONDENTER: KVANTITATIV	34
5.6	RELABILITET (PÅLITELIGHET)	34
5.7	VALIDITET	35
5.8	ANALYSE	35
5.9	FORSKNINGSETIKK	36
6	EMPIRI: FUNN OG ANALYSE	37
6.1	FUNN OG ANALYSE: F1 ENTREPRENØRIELL AKTIVITET	37
6.2	FUNN OG ANALYSE: F2 KUNNSKAPSUTVIKLING	39
6.3	FUNN OG ANALYSE: F3 KUNNSKAPSPREDNING GJENNOM NETTVERK	43
6.4	FUNN OG ANALYSE: F4 VEILEDNING AV SØKET	45
6.5	FUNN OG ANALYSE: F5 MARKEDSETABLERING	48
6.6	FUNN OG ANALYSE: F6 RESSURSMOBILISERING	51
6.7	FUNN OG ANALYSE: F7 LEGITIMERING	53
6.8	OPPSUMMERING BESKRIVENDE SITATER TIS	56
6.9	OPPSUMMERING AV FUNN	57
6.10	DEN UFORMELLE INSTITUSJONEN (SAMFUNNET)	58
6.11	OPPSUMMERING AV FUNN SAMFUNNET	63
7	DRØFTING OG DISKUSJON	64
7.1	DRØFTING OG DISKUSJON AV DEN UFORMELLE INSTITUSJONENS PÅVIRKNING	64
7.2	DET TEKNOLOGISKE INNOVASJONSSYSTEMET OG INTERAKSJONER	67
7.3	KONKLUSJON	69
7.4	GENERALISERING AV FUNN	70
7.5	DRØFTING OG DISKUSJON AV VIDERE FORSKNING OG IMPLIKASJONER	70
8	OPPGAVENS BEGRENSNINGER, KRITIKK OG FEILKILDER	72
8.1	OPPGAVENS BEGRENSNINGER	72
8.2	KRITIKK TIL METODEN	72
8.3	FEILKILDER	72
	BIBLIOGRAFI	A
	VEDLEGG: KARTLEGGING AV FUNKSJONENE I TIS	8-A
	VEDLEGG: BILLEDIG PRESENTASJON AV INTERAKSJONENE INNAD I TIS	8-B
	VEDLEGG: INFORMASJONSSKRIV INFORMANTER (SIDE 1)	8-C

VEDLEGG: INFORMASJONSSKRIV INFORMANTER (SIDE 2)	8-D
VEDLEGG: INTERVJUEGUIDE	8-E
VEDLEGG: SPØRREUNDERSØKELSE	8-F
VEDLEGG OPPSUMMERING ANALYSE F1	8-G
VEDLEGG OPPSUMMERING ANALYSE F2	8-G
VEDLEGG OPPSUMMERING ANALYSE F3	8-H
VEDLEGG OPPSUMMERING ANALYSE F4	8-H
VEDLEGG OPPSUMMERING ANALYSE F5	8-I
VEDLEGG OPPSUMMERING ANALYSE F6	8-I
VEDLEGG OPPSUMMERING ANALYSE F7	8-J

Oversikter

Tabell

TABELL 1 GRADERING AV HENDELSER (HOFSTAD 2021).	12
TABELL 2 KLIMAGASSUTSLIPP FRA KRAFTPRODUKSJON OVER LIVSLØP (NOU 2023).	13
TABELL 3 DEFINISJONER	17
TABELL 4 TIS - FUNKSJONENE (HEKKERT, ET AL. 2007) (HEKKERT OG NEGRO 2009).	18
TABELL 5 RAMMEVERKENE OG KJERNEKRAFT	23
TABELL 6 DATAINNSAMLING FOR RAMMEVERKET	28
TABELL 7 OVERSIKT: DATAKILDER	29
TABELL 8 INTERVJUSUBJEKT LISTE	33
TABELL 9 PARTIERS KJERNEKRAFTS SIGNALER	48
TABELL 10 EMPIRISK DATA TIS	56
TABELL 11 OPPSUMMERING TIS	57
TABELL 12 SAMFUNNET: OVERSIKT OVER HVA SOM FREMMER OG HEMMER IMPLEMENTERINGEN FUNKSJONEN	63

Vedlegg tabell

VEDLEGG TABELL 1 TIS INDIKATORER	8-A
VEDLEGG TABELL 2 F1: OVERSIKT OVER FUNN	8-G
VEDLEGG TABELL 3 F2: OVERSIKT OVER FUNN	8-G
VEDLEGG TABELL 4 F3: OVERSIKT OVER FUNN	8-H
VEDLEGG TABELL 5 F4: OVERSIKT OVER FUNN	8-H
VEDLEGG TABELL 6 F5: OVERSIKT OVER FUNN	8-I
VEDLEGG TABELL 7 F6: OVERSIKT OVER FUNN	8-I
VEDLEGG TABELL 8: F7: OVERSIKT OVER FUNN	8-J

Søylediagram

SØYLEDIAGRAM 1 BESVARELSER AV "JEG HAR HØY KOMPETANSE INNENFOR KJERNEKRAFT"	59
SØYLEDIAGRAM 2 BESVARELSER AV "KJERNEKRAFT HAR ET HØYT CO2-UTSLIPP"	60
SØYLEDIAGRAM 3 BESVARELSE AV " KJERNEKRAFT ER EN FARLIG MÅTE Å PRODUSERE ENERGI PÅ "	60
SØYLEDIAGRAM 4 BESVARELSE "JEG ER POSITIV TIL KJERNEKRAFT SOM EN ENERGIKILDE"	61
SØYLEDIAGRAM 5 BESVARELSER "RANGER FØLGENDE ENERGIKILDER SLIK DU VIL AT NORGE SKAL SATSE PÅ DEM"	62

Figurer

FIGUR 1 ILLUSTRASJON AV KJERNEKRAFTVERK (TRYKKVANNSSREAKTOR) U.S.NRC. (ROSVOLD OG HOFSTAD U.D.)	9
FIGUR 2 BILLEDIG PRESENTASJON AV TIS INTERAKSJONER (HEKKERT, ET AL. 2007).	8-B

Forkortelser

Forkortelse	Forklaring
TIS	Teknologisk innovasjonssystem
FoU	Forskning og utvikling
SSB	Statistisk Sentralbyrå
DNV	Det Norske Veritas
FRP	Fremskrittspartiet
AP	Arbeiderpartiet
NND	Norsk nukleær dekommisjonering
IFE	Institutt for energiteknikk
TWh	Terawattimer
GWh	Gigawattimer
MWh	Megawattimer
F1	Funksjon 1
F2	Funksjon 2
F3	Funksjon 3
F4	Funksjon 4
F5	Funksjon 5
F6	Funksjon 6
F7	Funksjon 7
SMR	Små modulære reaktorer
INES	International Nuclear Event Scale
FME	Forskningsentre for miljøvennlig energi
PTK	Produksjonsteknisk konferanse

Ordforklaring

Ord	Forklaring
Kausal	Årsaksbestemt ¹
Holistisk	Helhetlig
Sosiotekniske systemer	Systemer med mennesker, datasystemer/ annen teknikk ²
Embedded	Sammensatt
Økonomisk sfære	Er en samling av sosiale relasjoner, utveksling, distribusjon og sluttbruker ³

SI-prefikser

Prefiks	Forkortelse	Tall
Tera	T	10 ¹²
Giga	G	10 ⁹
Mega	M	10 ⁶

¹ <https://snl.no/kausal>

² <https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF1050/v10/undervisningsmateriale/INF1050-2-25jan10--Prosesser-1perSide.pdf>

³ <https://no.unansea.com/hva-er-samfunnets-oekonomiske-sfaere/>

1 Innledning

Bakgrunn

Klimaendringene i Norge merkes allerede på været. Det har blant annet ført til at vi opplever mer nedbør, isbreer som krymper, økning i flommer, kortere sesonger med snø, flere skred og at havet stiger (Regjeringen, 2022). Rapporter fra Det Norske Veritas (DNV) viser at Norge ikke er i rute når det kommer til å nå klimamålene for 2030 og 2050. Det som er igangsatt og annonsert av planlagte klimatiltak er rett og slett ikke drastiske nok (Vandbakk, 2022). Kan kjernekraft være denne drastiske endringen?

Denne oppgaven skal utforske det teknologiske innovasjonssystemet (TIS) rundt kjernekraft i Norge. Dette gjøres for å forstå hva som kan fremme og hemme implementeringen av kjernekraftteknologien som en del av energimiksen. Målet med oppgaven er å forstå hva det eventuelt må settes søkelys på eller endres for at en implementering av kjernekraft skal forekomme.

Det anslås at Norge vil ha behov for om lag 50 til 100 prosent mer klimavennlig kraft innen 2050. Det eksakte tallet vil være avhengig av faktorer som klimastrategien, befolkningsvekst og ny industri. Det anslås at dette behovet vil ligge på om lag 80 TWh i 2050, noe som tilsier om lag 400 til 600 milliarder kroner i investering (Emblemsvåg & Grønneberg, 2023). I tillegg til klimautfordringene vi står overfor og stadig mer overgang til fornybar energi har den russiske invasjonen av Ukraina ført Europa ut i en energikrise. Dette er ettersom at Russland normalt sett har vært en av de største leverandørene av blant annet olje og gass til Europa (Glitre, 2022).

Norge er en del av det europeiske kraftsystemet, noe som medfører at energien på det norske strømmettet kommer fra ulike energikilder. Majoriteten av kraftproduksjonen som foregår i Norge er basert på vannkraft, med en økning i andel vindkraft (NVE, 2022). Norge har også valgt å satse på annen fornybar energi, men denne teknologien har også sine utfordringer. Vindkraft er blant annet væravhengig, det kreves mange vindmøller og store arealer, noe som ødelegger for klimaet, mennesker og dyr (Hongset, 2022).

Når det snakkes om energi og kraftproduksjon skiller man ofte mellom regulert og uregulert produksjon. Regulerbarheten til et kraftanlegg baserer seg på hvilke muligheter det er til å endre produksjonen opp mot markedsforholdene. De fleste av vannkraftanleggene i Norge er regulerbare, mens vind- og solkraft ikke har noe reguleringsevne (Energifakta Norge, 2022).

Kjernerkeft er en moderat regulerbar energikilde, noe som medfører at man kan regulere energiproduksjonen til en viss grad ut fra markedsbehovet (Emblemsvåg & Grønneberg, 2023).

Som en del av et samfunn hvor avhengigheten av elektrisk energi stadig er økende er vi avhengig av å få tilgang til strøm når vi trenger det. Når man ser på noen av de ulike energikildene som er en del av den norske energimiksen er dette væravhengige kilder (Hesthammer, 2020). Blant annet kan vannkraft slite med stabilitet når nedbør uteblir. Vindkraft er avhengig av vind og solkraft er avhengig av sollys. Sammenliknet med kjernerkeftteknologien så er dette en kraftproduksjon som ville gitt mulighet til å levere stabil strøm gjennom hele døgnet (Hesthammer, 2020).

Norge har tidligere hatt fire forskningsatomreaktorer. Tre av reaktorene var plassert på Kjeller og den siste er plassert i Halden. De fire reaktorene har hatt en betydelig nytte for Norge og driftskunnskapen har blant annet blitt overført til petroleumssektoren (Regjeringen, 2022). Det er per nå ingen kjernerkeftindustri i Norge, men forskningsreaktorene som har vært i drift har gjort at vi har utviklet kompetanse slik at vi ikke starter på null (Hanssen, 2022).

Det er flere aktører og politiske partier som er med i diskusjonen om å eventuelt ta i bruk kjernerkeftteknologien som en del av energimiksen i Norge, blant annet ser man et nyoppstått selskap; «Norsk kjernerkeft AS». Selskapet sier selv at de startet fordi tiden er moden for kjernerkeft i Norge. Dette på bakgrunn av mengden strøm som er nødvendig i årene som kommer, samt arbeidsplasser (Norsk kjernerkeft AS, u.d.). Norsk Kjernerkeft AS ble startet i 2022, men dette etter flere år med analyser. «*Hovedmålet er å kunne bygge og drifte små modulære kjernerkeftverk*» (Norsk kjernerkeft AS, u.d.). Partier som Fremskrittspartiet (FRP) har gått ut med at de mener Norge må satse mer på forskning og teknologiutvikling innenfor kjernerkeft (Fremskrittspartiet, u.d.). Utenom FRP er Unge høyre også frempå og snakker positivt om kjernerkeftteknologien som en del av energimiksen i Norge (Unge Høyre, u.d.).

Kjernerkeftteknologien er og har vært under kontinuerlig utvikling. Dette har blant annet medført at de nye generasjonene av kjernerkeftverk skal følge europeiske sikkerhetskrav (Hongset, 2021). Nye teknologier kan ofte ha utfordringer med å penetrere et marked eller i det hele tatt få mulighet til å utvikle sin forskning og utvikling (FoU) så lenge det er andre allerede eksisterende og godt implementerte teknologier (Hekkert & Negro, 2009). Selv om det i dag finnes nye sikrere teknologier for å utnytte kjernerkeft som energikilde vil det være behov for sekundære teknologier i tillegg (Rose, et al., 2023). Dette medfører at det ikke bare

er selve kjernekraftteknologien som må implementeres i Norge, men også en infrastruktur og sekundær teknologi.

Formål med masteroppgaven

Formålet med denne masteroppgaven er å kartlegge hva som påvirker implementeringen av kjernekraftteknologien i Norge. Dette gjøres ved å analysere det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraftteknologien i Norge. TIS er et rammeverk basert på syv funksjoner som i sin helhet bidrar til å forstå prosessen av teknologisk endring og innovasjon.

Analysen vil basere seg på å se på hver enkel funksjons styrke. Gjennom å analysere hvordan TIS-nettverket utfolder seg vil det muliggjøre det å kartlegge de ulike indikatorene i TIS og analysere hvilket stadium de befinner seg i.

Empirisk vil oppgaven belyse rammeverket og fenomenet gjennom kvalitative dybdeintervjuer og kvantitativ data gjennom en spørreundersøkelse.

Motivasjonen til å gjennomføre denne studien er først og fremst for å forstå hva som kan påvirke implementering av ny teknologi. I denne sammenheng valgte vi å se på implementeringen av kjernekraft i den norske energimiksen. Dette fordi vi personlig synes det er en interessant teknologi, men også fordi det er en oppadkommende teknologi som diskuteres å være en stor del av løsningen på klimautfordringene.

Oppgaven bygges opp rundt forskningsspørsmålet:

Hva kan fremme og hemme implementeringen av kjernekraftteknologien som en del av energimiksen i Norge?

Analysen av problemstillingen tar utgangspunkt i de sentrale funksjonene fra teknologiske innovasjonssystemer. Kort fortalt består disse av indikatorer som vi skal bruke for å forstå hvordan den teknologiske utviklingen og samfunnet rundt teknologien påvirker den. TIS består av syv funksjoner som beskriver hva som må være til stede i prosessen for at en teknologisk endring eller innovasjon skal skje (Hekkert, et al., 2007). Vi vil benytte funksjonene som indikatorer for å beskrive kjernekraftens status i Norge.

Oppgavens struktur

Det neste kapitlet vil omhandle konteksten til oppgaven og kraftproduksjon i Norge. I dette kapitlet presenterer vi de ulike energikildene i energimiksen i Norge. Kapitlet vil også ta for seg kjernekraftteknologien både nasjonalt og internasjonalt, historikk, ulykker.

Vi vil deretter presentere innovasjonsteori og det teoretiske rammeverket som blir brukt for å belyse fenomenet og besvare forskningsspørsmålet.

Det vil bli foretatt en presentasjon av metode og forskningsdesign for studien. Her vil vi presentere metodene for datainnsamling, analyse, samt vise til validiteten, relabilitet og generalisering og bruken av de ulike dataene i oppgaven.

Analysedelen av oppgaven baserer seg på bruk av data gjennom dybdeintervjuene og spørreundersøkelsen. Vi bruker funnene som kommer frem gjennom datainnsamling til å analysere det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge. Ved å benytte seg av TIS-rammeverket vil det skape en oversiktlig analysestruktur i oppgaven gjennom at vi analyserer hver funksjon. Funnene innenfor hver funksjon blir evaluert til i hvilken grad de bidrar til å fremme eller hemme implementeringen.

2 Kontekst: Kraftproduksjonen i Norge

I dette kapittelet gjøres det rede for den empiriske konteksten for studien. I løpet av kapittelet presenteres blant annet kraftproduksjonen i Norge.

2.1 Energimiksen i Norge

Norges kraftproduksjon er hovedsakelig fornybar. Energifriser og været kan være med på å påvirke andel fornybar kraftproduksjon, men i et normalt år er rundt 98 prosent fornybart (Norges offentlige utredninger, 2023). Ved inngangen av 2022 var det totalt 1832 kraftverk i Norge, som til sammen hadde en forventet produksjon på 156,9 TWh. De forskjellige fornybare energikildene har også ulike egenskaper. Vannkraft med reguleringsmagasiner kan lagre energi, og bioenergi kan lagres. Likevel kan kraftproduksjonen variere mye med været. Tilsiget til vannkraftssystemet kan variere med 76 TWh og årsproduksjonen fra vind- og solkraft kan variere med +/- 15 prosent (Norges offentlige utredninger, 2023).

2.1.1 Vannkraft

Det har helt siden slutten av 1800-tallet blitt bygget ut vannkraft i Norge. Det er vannkraftverk i over 250 norske kommuner. Mye av produksjonen er konsentrert rundt høyfjellsområdene i Sør-Norge og i Nordland. Troms og Finnmark har en liten del av produksjonen, mens den desidert største kraftproduksjonen fra vannkraft kommer fra Vestland fylke (Norges offentlige utredninger, 2023). I et normalt år står vannkraft for 88 prosent av Norge sin kraftproduksjon. Dette kommer fra landets 1739 vannkraftverk og har en årsproduksjon på 137,9 TWh (Norges offentlige utredninger, 2023).

Vannkraften er under kontinuerlig utvikling og det investeres i både utvidelses- og opprustningsprosjekter, vedlikehold og nye vannkraftverk. Ved inngangen til 2022 var det 53 vannkraftprosjekter under bygging som til sammen vil gi kraftproduksjon på 1,3 TWh årlig. Både småkraft, opprustning, utvidelse og ny større vannkraft går inn under denne beregningen (Norges offentlige utredninger, 2023).

2.1.2 Vindkraft

Vindkraftverkene er i all hovedsak bygget de siste ti årene og gått fra en marginal til en vesentlig type kraftproduksjon i Norge. Vindkraftverk står i et normalår for omtrent ti prosent av kraftproduksjonen (Norges offentlige utredninger, 2023). De fleste vindkraftverk ligger

langs kysten, men også en del i Sørvest-Norge og i Trøndelag. Fire vindkraftprosjekter var per 1. april 2022 under bygging i Norge. Etter høring fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sitt forslag til nasjonal ramme for vindkraft på land i 2019 ble konsesjonsbehandlingen av vindkraftprosjekter satt på vent. Pausen varte i tre år og i april 2022 åpnet regjeringen for konsesjonsbehandling der vertskommuner samtykker til det (Norges offentlige utredninger, 2023). Ved behandling av nye prosjekter skal det nå legges til grunn endringene og hensynene som følger av vindkraftmeldingen og Stortingets behandling av denne (Norges offentlige utredninger, 2023).

Vindkraft til havs har blitt et interessant tema for Norge, men er fortsatt i en tidlig fase. Ved Karmøy er to flytende vindturbiner nett-tilknyttet og i 2022 ble det flytende vindkraftverket Hywind Tampen satt i drift ved Snorre- og Gullfaksplattformene (Norges offentlige utredninger, 2023). Kraftverket er på 94,6 MW fordelt på elleve turbiner. Det skal levere en del av kraften til petroleumsinstallasjonene og skal ikke være tilknyttet kraftnettet på land. I tillegg er det i Sørlege Nordsjø II og Utsira Nord åpnet to områder for storskala vindkraftutbygging (Norges offentlige utredninger, 2023).

2.1.3 Solkraft

Solkraft er foreløpig i et tidlig stadium i Norge. Ved inngangen av 2022 var den installerte ytelsen av solkraft tilknyttet nettet i Norge på 0,15 TWh, rundt en promille av den totale kraftproduksjonen i Norge. Det er også en del solkraft i Norge som ikke er tilknyttet nettet, og om man tar med dette blir den totale installerte ytelsen, mer enn 205 MW (Norges offentlige utredninger, 2023). I 2022 ga NVE konsesjon til det første bakkemonterte solkraftverket i Norge, Furuseth solkraftverk i Stor-Elvdal kommune. Kraftverket vil dekke et areal på hele 175 mål og ha en forventet årsproduksjon på 6,4 GWh (Norges offentlige utredninger, 2023).

2.2 Energifriser, status og strategi i Norge

De høye kraftprisene har hatt stor påvirkning på Norge, både for bedrifter og privatpersoner. Olje- og energidepartementet satte derfor i 2022 ut fem oppdrag om utredning av aspekter ved kraftsituasjonen 2021/2022 (Norges offentlige utredninger, 2023). Blant disse fem utredningene tar to av dem for seg virkningen for husholdningene og den norske økonomien.

2.2.1 *Utredning om virkningen for husholdningene (Norges offentlige utredninger, 2023).*

Statistisk Sentralbyrå (SSB) vurderte virkningene for de husholdningene av økte strømpriser, samt evaluert Stortingets støtteordning som ble vedtatt i desember 2021. Her fant SSB at det var husholdninger med lav inntekt som hadde størst negativ påvirkning på grunn av de økte utgiftene. Husholdninger med høyere inntekt fikk også større økning i utgiftene, men denne gruppen har større evne til å håndtere økte utgifter, samt større evne til å utføre energisparetiltak. Resultater fra SSB viser også at husholdningene har hatt en betydelig strømsparing, samt at strømstøtteordningen har hatt stor innflytelse på husholdningenes økonomi. Dette var samtidig mest utslagsgivende for de husholdningene med lavest inntekt (Norges offentlige utredninger, 2023).

2.2.2 *Utredning om virkningen for norsk økonomi (Norges offentlige utredninger, 2023).*

En analyse fra Det Norske Veritas (DNV) og Vista Analyse viser hvordan virkningene av høye strømpriser har påvirket norsk økonomi. Det viser seg at de økte strømprisene har ført til et lavere kraftforbruk og lavere aktivitetsnivå i næringslivet (Norges offentlige utredninger, 2023).

2.3 Geopolitisk

Om man ser kraftmarkedet fra et geopolitisk perspektiv befinner vi oss i dag i en situasjon med krig i Ukraina og hvor Russlands gassleveranse til Europa strupes. Vi vet heller ikke hvordan handelsregimet i verden vil se ut de neste årene. Energikommisjonen mener derfor det er viktig at Norge fremmer egne interesser samtidig som vi formidler løsninger vi er best tjent med (Norges offentlige utredninger, 2023). En handel vil som regel gagne begge parter som betyr at vi som nasjon har felles interesser med resten av verden om å utvikle gode løsninger som tjener begge parter. Energikommisjonen trekker blant annet frem at det vil være i Norges interesse at de land vi handler med oppretter prisområder i eget land, samtidig som kraftflyten fra omverdenen til Norge ikke blir begrenset (Norges offentlige utredninger, 2023).

2.4 Stabilitet

Nå som Norge befinner seg i det grønne skifte i takt med et økende energibehov både nasjonalt og globalt, er sikker og nok tilgang på energi viktigere enn noen gang før. Effektsikkerhet er derfor et viktig tema for de neste årene i Norge. Effektsikkerhet er kraftsystemets evne til å dekke strømbruken til ethvert tidspunkt (Norges offentlige utredninger, 2023). Det som kreves for å ha en god effektsikkerhet er at man har nok kapasitet til å dekke etterspørselen i enkelttimer med høy energibruk. Dette er noe Norge allerede har begynt å merke er utfordrende. Norges tilgang på regulerbar vannkraft har gjort at vi historisk sett har hatt tilgang på mer effekt enn behovet (Norges offentlige utredninger, 2023). Det man kan se nå er at utviklingen fremover fører til at Norges effektuttak øker og at det øker hurtigere enn energiproduksjonen. Det høyeste forbruket som er målt i en enkelttime i Norge var i februar 2021. Den var på 25 230 MWh, samtidig som produksjonen var på 24 676 MWh (Norges offentlige utredninger, 2023). Man venter at denne trenden vil fortsette å øke frem mot 2030 og det konkluderes derfor at Norges effektoverskudd allerede i dag er lite (Norges offentlige utredninger, 2023).

2.5 Kjernekraft

2.5.1 Begrepet

Kjernekraft, også kalt atomkraft er en elektrisk energi som skapes ved hjelp av kjernefysisk fisjon eller fusjon i et kjernekraftverk (Hofstad, 2022). Det skilles derfor ofte mellom to ulike prosesser for å skape energi fra atomer:

Fisjon baserer seg på en prosess hvor en atomkjerne spaltes/deles opp i to mindre deler, hvor det i denne prosessen skapes betydelige mengder energi (Holtebekk, 2020).

Fusjon derimot baserer seg på at man slår sammen to atomkjerner som resulterer i en tyngre kjerne. Atomkjernene som presses sammen er som oftest det som kalles lette atomkjerner, men sammenslåing kan også gjennomføres med tunge atomkjerner, men her er man avhengig av å tilsette mer energi for å kunne gjennomføre prosessen (Holtebekk & Linder, 2020).

Det er kjernekraft basert på fisjon som er den vanligste og mest utbredte formen for å skape energi basert på dette fenomenet. Nesten alle kjernekraftverk i verden benytter seg av en

fusjonsreaktor. Dette er hovedsakelig fordi fusjonsreaktorer fortsatt er i forskningsstadiet og det er derfor usikkert når man vil kunne ta denne teknologien i bruk (Holtebekk, 2020).

2.5.2 Kjernekræftteknologiens generasjoner

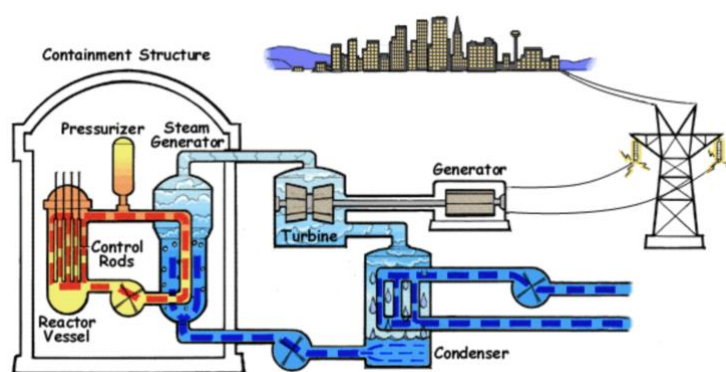
For å gå inn i dybden på kjernekræftteknologien, hva den er og hvordan den har utviklet seg vil vi gå gjennom de ulike «generasjonene» teknologien har gjennomgått. Det var det amerikanske energidepartementet (DOE) i forbindelse med lansering av Gen IV-programmet som kom med forslaget om å klassifisere kjernereaktorer ut ifra generasjoner (Hofstad, 2018).

2.5.2.1 Førstegenerasjonsreaktor

Førstegenerasjonsreaktorer ble konstruert for sivil kraftproduksjon på 1950- og 1960-tallet. De første reaktorene var hovedsakelig modifikasjoner av reaktorer som var konstruert for produksjon av plutonium til bruk i atomvåpen. Det var Obninsk som var det første kjernekræftverket som leverte elektrisk energi til el-nettet fra 1954-2002, mens Calder Hall i Storbritannia, som kom i drift i 1956 sies å være det første kommersielle kjernekræftverket. I dag er alle førstegenerasjonsreaktorer nedlagt, hvor det siste var Wylfa kjernekræftverk som ble nedlagt i 2015 (Hofstad, 2018).

2.5.2.2 Annengenerasjonsreaktor

Annengenerasjonsreaktorer omfatter de første kommersielle reaktorer som ble bygget mot slutten av 1990-tallet og er etterfølgere av førstegenerasjonsreaktorene. De ble først bygd for å ha en livslengde på 30-40 år, men i senere tid har de fått forlenget sin levetiden og antas nå å ha en levetid på 50-60 år, mulig opp til 80 år om det skulle være økonomisk interessant. De typiske eksemplene på annengenerasjonsreaktorer er kokvannsreaktor og trykkvannsreaktorer se Figur 1 for illustrasjon av en trykkvannsreaktor.



Figur 1 Illustrasjon av kjernekræftverk (trykkvannsreaktor) U.S.NRC. (Rosvold & Hofstad, u.d.)

Av de største ulykkene som har oppstått innen kjernekraftverk er det kraftverk som inngår i annengenerasjonsreaktorer. De største ulykkene er hendelsene på Three Mile Island, Tsjernobyl-reaktoren og Fukushima-Daiichi-kraftverket (Hofstad, 2023).

2.5.2.3 Tredjegerasjonsreaktor

Tredjegerasjonsreaktorer omfatter de kraftverk som har fått en betydelig teknisk forbedring og videreutvikling av annengenerasjonsreaktorer. Det har vært hovedfokus på å forbedre grad av konstruksjon og sikkerhet, blant annet ved bruk av redundante sikkerhetssystemer og bedre brenseløkonomi som minsker forbruk av uran med omtrent 15 prosent sammenliknet med eldre generasjoner. I tillegg benevnes de mest moderne tredjegerasjonsreaktorene som generasjon III+ hvor kraftverket er utstyrt med passiv sikkerhet og de skal kunne motstå et flykrasj, hvor Olkiluoto 3-kraftverket i Finland nevnes som en av disse. Levetiden for kraftverkene er også forbedret fra tidligere generasjoner. Tredjegerasjonsreaktorenes levetid kan forlenges til 60 år, mulig 120 år (Hofstad, 2019).

2.5.2.4 Fjerdegenerasjonsreaktor

Fjerdegenerasjonsreaktorer, også omtalt som Gen IV er det stadiet man nå befinner seg i innen utvikling av kjernekraftreaktorer. Det forventes at generasjonen tidligst vil nå et kommersielt stadium i 2030, som vil si at de fleste reaktorer som benyttes per i dag er annen- og tredjegerasjonsreaktorer. Det var gjennom det internasjonale programmet «Generation IV International Forum» at det ble vedtatt å igangsette arbeidet om å utvikle fjerdegenerasjonsreaktorer. Hovedmålene er å forbedre sikkerheten innen bruk av kjernekraft, redusere mengden av radioaktivt avfall, bedre utnyttelse av kjernebrenselet, samt redusere faren for spredning av kjernevåpenteknologi. Av de teknologiene som forskes på og utvikles per i dag er det blant annet saltsmeltereaktorer, høytemperaturreaktorer, superkritisk vannkjølt reaktor, blykjølt hurtigreaktor, gasskjølt hurtigreaktor og natriumkjølt hurtigreaktor (Hofstad, 2018)

2.5.3 Kjernekraft Internasjonalt

Grad av FoU innen kjernekraftteknologien internasjonalt er høy. Tall fra 2021 viser at det var 440 kommersielle kjernekraftverk i drift globalt, som tilsvarer en total ytelse på omtrent 394 gigawatt (GW) (Holtebekk & Linder, 2020). I tillegg er det rundt 60 kraftverk under bygging.

Kjernerkraft dekker omtrent 10 prosent av den globale energiproduksjonen og innenfor EU dekker det omtrent 30 prosent (Holtebekk & Linder, 2020). Det er utvikling av små modulære reaktorer (SMR) som det de siste årene har vært størst søkelys på. Flere store selskaper som Rolls-Royce, NuScale og GE Hitachi konkurrerer nå om bygge SMR for det globale markedet. NuScale har nylig fått godkjent sitt reaktordesign i USA, GE Hitachi signerte USAs første kommersielle kontrakt i januar og Rolls-Royce var nylig ute i media og sa de ikke bare vil bygge ut SMR globalt, men også i Norge (Lea, 2023). Rolls-Royce har som mål innen 2050 å ha bygget 200 SMR, hvor den første reaktoren skal være i drift i løpet av 2031 i Storbritannia (Lea, 2023).

2.5.4 Kjernerkraft i Norge

Som tidligere nevnt har Norge totalt hatt fire reaktorer for forskningsformål, tre på Kjeller og en i Halden. Alle disse er nå stengt og oppryddingen er igangsatt (Regjeringen, 2022). Hovedformålet med etablering av disse atomreaktorene var etter andre verdenskrig å delta aktivt i forskningen på kjernefysikken og atomenergiens område. Det var en helhetsvurdering av tekniske og økonomiske forhold som førte til at den siste reaktoren JEEP II ble stengt ned (Haugstad, 2019). Den ble stengt ned i 2019 etter at den i desember 2018 ble stanset på bakgrunn av vedlikehold som skulle gjennomføres, men hvor det også var observert korrosjonsskader på flere sikkerhetskritiske komponenter. Regjeringen valgte å ikke dekke disse utgiftene og Institutt for Energiteknikk (IFE) hadde ikke økonomien til å dekke dette selv (Haugstad, 2019). Stiftelsen IFE ble opprettet i 1948 og er eiere av disse norske atomreaktorene, samt ansvarlig for sikkerhet og sikring av disse nå stengte anleggene. Hovedprioriteringene som IFE har satt seg i forhold til nedbyggingen av de norske kjernekraftanleggene er (IFE, u.d.):

- Tiltak knyttet til sikkerhet og sikring
- Håndtering av brukt brensel
- Virksomhetsoverføring til NND (Norsk nukleær dekommisjonering)

Det er derfor foreløpig ingen videre satsning på kjernekraft i Norge. Likevel har det siste året vist at interessen for kjernekraft har økt betraktelig (Halleland, et al., 2023).

2.5.5 Ulykker

Sikkerhet rundt kjernekraft har generelt lenge vært et tema når diskusjonen om kjernekraft kommer opp. Dette har mye tilknytning til ulykken ved Tsjernobyl og Fukushima hvor man blant annet ved Tsjernobyl fikk se skrekkeksampler på hva en eksplosjon ved et kjernekraftverk kan føre til på natur, klima og befolkning (Marcussen & Sundin, u.d.).

En kjernekraftulykke forklares som en hendelse i en kjernereaktor som får konsekvenser for mennesker, omgivelser eller drift av et kjernekraftverk (Helstrup & Hofstad, 2023). Ulykkene kan mulig føre til alvorlige store eller dødelige skader på mennesker, radioaktivt utslipp som fører til forurensning eller kjernefysisk nedsmelting som kan føre til at kraftverket blir totalt ødelagt (Helstrup & Hofstad, 2023).

Det rapporteres årlig om feil og uhell ved kjernekraftverk globalt sett. Likevel er flere av disse langt fra alvorlige og konsekvensene lave. Feil og uhell rapporteres inn til The International Nuclear Event Scale (INES) som graderer hendelsene på en skala fra 1-7. De hendelsene som får grad 1-3 sees kun på som hendelser, mens resterende 4-7 blir betegnet som ulykker. Her er det tre kriterier som legges til grunn for graderingen hendelsen får vist i Tabell 1 (Hofstad, 2021):

Område	Konsekvens
Omgivelse	Spredning av radioaktive stoffer
Anlegget	Radioaktivt utslipp innenfor anleggsområdet
Sikkerhetssystem	Svekkelse

Tabell 1 Gradering av hendelser (Hofstad, 2021).

Frem til i dag er det 14 ulike hendelser som er blitt registrert i INES. Av disse er det fire hendelser som går under gradene 1-3, mens det er ti hendelser som befinner seg i skalaen 4-7 som tilsvarer at hendelsen registreres som en ulykke (Helstrup & Hofstad, 2023).

2.6 Livsløpsutslipp energikilder

Tabell 2 viser NOU (2023) sin presentasjon av en oversikt over klimagassutslippet for de ulike energikildene gjennom livsløpet.

Energikilde	gCO ₂ / kWh
Sol (PV)	43
Vannkraft	21
Vindkraft	13
Kjernekraft	13

Tabell 2 Klimagassutslipp fra kraftproduksjon over livsløp (NOU, 2023).

3 Innovasjonsteori

I dette kapittelet vil vi gjøre rede for sentral innovasjonsteori for å bygge opp en primær forståelse om oppgavens rammeverk. Teorien er valgt for å kunne forstå hva innovasjon er og hvilke komponenter som kan påvirke en implementering av kjernekraft som energikilde i Norge.

3.1 Innovasjon

Innen innovasjonsteorien er det viktig å være observant på hvordan ulike definisjoner og begrep skiller seg fra hverandre. Blant annet er et av de viktige skillene forskjellen mellom oppfinnelse og innovasjon. Det som skiller en oppfinnelse fra en innovasjon er at oppfinnelsen er den første forekomsten av ideen til et nytt produkt, prosess eller annet. Innovasjon er på den andre siden den første kommersialiseringen av oppfinnelsen eller ideen (Fagerberg, 2004).

Det finnes flere ulike definisjoner på innovasjon. I denne studien forholder vi oss til Schumpeter sin definisjon. I artikkelen Fagerberg (2009) blir definisjonen som Schumpeter la til i 1934 presentert. Definisjonen bygger på at innovasjon er «nye kombinasjoner» av enten ny eller eksisterende kunnskap, ressurser, utstyr og andre faktorer (Fagerberg, 2009). Schumpeter presiserer også at innovasjon må skilles fra oppfinnelsen, dette på bakgrunn av at han så på innovasjon som en sosial aktivitet innenfor en økonomisk sfære, med et kommersielt formål (Fagerberg, 2009).

Med Schumpeter sin definisjon av innovasjon bygges den på med Edquist (2006) sin forklaring på prosessinnovasjon for å forstå kjernekratteknologien som en innovasjon. Dette på bakgrunn av at Schumpeter sier at innovasjon kan sees på som kombinasjoner av kunnskap, ressurser og liknende for å forsøke å kommersialisere (Fagerberg, 2009). Edquist (2006) presenterer prosessinnovasjon som nye måter å utføre produksjon på, som for eksempel kjernekratteknologien som en ny metode for energiproduksjon.

3.2 Systemer av innovasjon

Systemer av innovasjon blir definert som et system som inkluderer alle de viktige faktorene som kan påvirke utviklingen, utfoldelsen eller bruken av en innovasjon. Systemet inkluderer av den grunn økonomiske-, sosiale-, og politiske faktorer, samt organisasjoner og institusjoner (Edquist, 2006).

Edquist (2006) presenterer at et innovasjonssystem består av flere komponenter og at hovedfunksjonen til systemet er å drive innovasjonsprosesser gjennom utvikling, distribusjon og bruk av innovasjonene.

Når man bruker tilnærmingen «systemer av innovasjon» for å forstå en innovasjonsprosess, fører det til at en får en helhetlig og tverrfaglig tilnærming til prosessen (Edquist, 2006). Tilnærmingen fører til et helhetlig bilde på bakgrunn av at man tar med organisasjoner, sosiale og politiske faktorer (Edquist, 2006).

3.2.1 Komponenter i systemet

Organisasjoner og institusjoner er ofte det man ser på som hovedkomponentene i et innovasjonssystem. Det man ser på som organisasjoner i denne sammenheng er aktører og «spillerne» i systemet. Blant annet er firmaer, universiteter, risikovillige investorer, organisasjoner og andre som har en eksplisitt rolle i systemet eksempler på «spillerne» i systemet (Edquist, 2006).

Når man ser på institusjonen i innovasjonssystemet, er dette «reglene i spillet» (Edquist, 2006). Institusjonen er det man ser på som felles vaner, normer, rutiner, lover og regler og andre faktorer som er med på å regulere interaksjoner mellom mennesker, grupper og organisasjoner (Edquist, 2006). Institusjoner er det som direkte påvirker innovasjonssystemet ved å påvirke organisasjonene som firmaer og universitetene som utgjør systemet. Påvirkningen fra

institusjonen skjer gjennom lover og regler, normer, vaner og rutiner og interaksjoner mellom individer (Edquist, 2006).

3.2.2 *Institusjonen og organisasjoners påvirkning på systemet*

Institusjonens påvirkning kan deles opp i formell og uformell påvirkning. Den formelle påvirkningen er lover og regler ofte satt av myndighetene, mens den uformelle påvirkningen kommer fra normer, vaner, rutiner og interaksjoner mellom individer (Edquist, 2006).

Organisasjonene i innovasjonssystemet kan blant annet bli påvirket av institusjoner i form av at institusjonen frembringer incentiver for en spesifikk aktivitet, men aktørene i innovasjonssystemet kan også påvirke hverandre (Edquist, 2006). Aktørene i systemet kan påvirke hverandre gjennom å være konkurrenter, handel mellom aktørene og nettverksbygging (Edquist, 2006).

3.3 Avgrensning av systemet

Ved bruk av et systeminnovasjonsperspektiv er det avgjørende å definere hva som betraktes som innenfor og utenfor systemet. Denne bestemmelsen gjøres ved å avgrense systemet (Edquist, 2006). Geografisk, sektoriell og aktivitetsform er de tre måtene som kan benyttes for å identifisere hva som er innenfor og utenfor systemet (Edquist, 2006).

Den geografiske avgrensningen kan blant annet gjøres ved å avgrense systemet til å være innenfor landets grenser, det dannes da et nasjonalt system. Et nasjonalt system er den enkleste måten å utføre en geografisk avgrensning på (Edquist, 2006).

Det neste steget i den geografiske avgrensningen av systemet er å gå ned til et regionalt system. Denne grensesettingen kan medføre utfordringer ettersom de regionale grensene ikke er like tydelige som de nasjonale (Edquist, 2006).

Den sektorielle avgrensningen omhandler å avgrense systemet til et spesifikt teknologisk felt eller produktområder (Edquist, 2006). Den sektorielle avgrensningen må normalt sett brukes i sammenheng med en geografisk avgrensning. En sektoriell avgrensning er delvise avgrensninger som er konstruert basert på teoretiske konstruksjoner og sosiale kontraksjoner. Dette medfører en utfordring med at systemet ikke har klare grenser (Edquist, 2006).

Den siste og den mest kompliserte avgrensningen er å avgrense i form av aktivitet (Edquist, 2006). Når man bruker denne metoden for å begrense systemet har man allerede utført en

geografisk og kanskje også en sektoriell avgrensning. Denne type avgrensning blir utført når ikke hele det sosioøkonomiske systemet kan inkluderes i innovasjonssystemet. Utfordringen med å utføre avgrensning på aktivitet er å bestemme seg for hvilke deler som skal involveres (Edquist, 2006).

3.4 Teknologiske innovasjonssystemer

Teknologiske innovasjonssystemer er et rammeverk innen innovasjonsteorien som setter søkelys på utvikling, diffusjon og bruk av en spesifikk teknologi. Det er i all hovedsak et sosioteknisk system som baserer seg på syv ulike funksjoner som sammen bidrar til å skape en forståelse av hva som påvirker innovasjonsprosessen rundt en gitt teknologi (Bergek, et al., 2008). Hekkert og Negro (2009) henviser til Carlsson og Stanckiewicz som definerer TIS som:

“A network or networks of agents interacting in a specific technology area under a particular institutional infrastructure to generate, diffuse, and utilise technology”
(Hekkert & Negro, 2009).

Dette viser at ved å analysere interaksjonene i en teknologi under en bestemt institusjonell infrastruktur bidrar til å forstå hvordan skape, spre og utnytte en teknologi. Videre viser Hekkert et al (2007) til hvordan TIS bygges opp av syv ulike funksjoner som igjen påvirker hverandre. Ved å forstå disse funksjonene og hvordan den ulineære interaksjonen er, vil det muliggjøre det å analysere og vektlegge hva som er viktig for å lykkes med en innovasjon.

3.5 Begrepsdefinisjoner fra innovasjonsteori

Begreper	Definisjoner
Innovasjon	Første kommersialiseringen av oppfinnelsen eller ideen (Fagerberg, 2004).
Oppfinnelse	Første forekomsten av ideen til et nytt produkt, prosess eller annet (Fagerberg, 2004).
Organisasjon	Organisasjoner i sammenheng med innovasjonssystemer er aktører og spillerne i systemet (Edquist, 2006).
Institusjon	Institusjonen er det man ser på som felles vaner, normer, rutiner, lover og regler og andre ting som er med på å regulere interaksjoner mellom mennesker, grupper og organisasjoner (Edquist, 2006).
Innovasjonssystem	System som inkluderer alle de viktige faktorene som kan påvirke utviklingen, utfoldelsen eller bruken av en innovasjon (Edquist, 2006).
TIS	Et nettverk eller nettverk av agenter som samhandler i et spesifikt teknologiområde under en bestemt institusjonell infrastruktur for å skape, spre og utnytte teknologi (Hekkert & Negro, 2009).

Tabell 3 Definisjoner

Tabell 3 viser en oversikt over begrepsdefinisjoner denne studien legger til grunn for den empiriske analysen og av funn.

4 Presentasjon av studiens rammeverk

Det er valgt å benytte rammeverket TIS på bakgrunn av at det setter søkelys på de viktigste prosessene som må være til stede i et innovasjonssystem for at det skal føre til vellykket teknologiutvikling eller spredning (Hekkert, et al., 2007). Ved å kartlegge disse funksjonene (prosessene) over tid kan man oppnå innsikt i dynamikken i systemet. Dette analytiske rammeverket benyttes ofte på bakgrunn av at det konseptualiserer utviklingsprosesser og endringsprosesser som hendelsesforløp (Hekkert, et al., 2007).

TIS	Funksjon	Forklaring
funksjoner		
Funksjon 1 (F1)	Entreprenøriell aktivitet	Entreprenørers rolle i et innovasjonssystem er å ta i bruk og/eller omsette den nye kunnskapen, nettverkene og markedene.
Funksjon 2 (F2)	Kunnskapsutvikling	Kunnskapsutvikling er viktig i innovasjonssystemet, på bakgrunn av at kunnskapsutvikling ofte brukes for å se hvordan en ny teknologi passer inn i eksisterende eller eventuelt nye reguleringer.
Funksjon 3 (F3)	Kunnskapsspredning gjennom nettverk	Informasjonsdeling er en nøkkelfaktor innen nettverk.
Funksjon 4 (F4)	Veiledning av søket	Myndighetene og strategisk satsing spiller en stor rolle her. Et kjennetegn er ofte at selektering av enkelte løsninger overskrider andre løsninger.
Funksjon 5 (F5)	Markedsformasjon	Det er viktig å skape trygge rammer og omgivelser for utvikling og/eller implementering av ny teknologi. Her kan blant annet myndigheter og/eller aktører innen et innovasjonssystem bidra.
Funksjon 6 (F6)	Ressursmobilisering	Økonomiske og menneskelige ressurser er nødvendig som grunnleggende innsats for alle de syv funksjonene.
Funksjon 7 (F7)	Skapelse av legitimitet	En ny teknologi har behov for å bli en del av et eksisterende teknologisk regime, eller eventuelt velte et allerede sittende regime for å kunne utvikle seg godt.

Tabell 4 TIS - Funksjonene (Hekkert, et al., 2007) (Hekkert & Negro, 2009).

Tabell 4 viser en kort oversikt over de ulike funksjonene i TIS-rammeverket og en kort forklaring på dem.

4.1 Beskrivelse av rammeverkets funksjoner

TIS er hovedsakelig et rammeverk bygd opp av syv ulike funksjoner. Disse funksjonene er med på å bygge en strukturell måte å analysere implementeringen av en ny eller allerede eksisterende teknologi. (Hekkert, et al., 2007).

4.1.1 Funksjon 1: Entreprenøriell aktivitet (F1)

Hekkert et al (2007) presenterer første funksjon som «Entreprenøriell aktivitet». Her presenteres det at entreprenørers rolle i et innovasjonssystem er å ta i bruk og/eller omsette den nye kunnskapen, nettverkene og markedene. Med andre ord menes det at et innovasjonssystem ikke kan finne sted uten en gründer/entreprenør. Ved å ta kunnskap, nettverk og marked direkte i bruk vil dette skape forretningsmuligheter (Hekkert & Negro, 2009).

Denne funksjonen er en av hovedindikatorene for å analysere om et innovasjonssystem innehar progresjon eller ikke (Hekkert & Negro, 2009). Dette betyr at noe form for aktivitet innenfor kjernekræftteknologien i Norge må være til stede for å indikere progresjon. Denne funksjonen er også en god indikator på den teknologiske spredningen (Hekkert & Negro, 2009).

4.1.2 Funksjon 2: Kunnskapsutvikling (F2)

I et innovasjonssystem er læringsmekanismen en del av kjernen. Dette presiserer Hekkert et al. (2007) ved å referer til B.A. Lundvall som sier at den moderne økonomiens mest grunnleggende ressurs er kunnskap, og den viktigste prosessen er læring. Basert på dette er det en forutsetning at «forskning og utvikling» og kunnskapsutvikling forekommer i et innovasjonssystem (Hekkert, et al., 2007).

Kunnskapsutvikling er viktig i innovasjonssystemet på bakgrunn av at kunnskapsutvikling ofte benyttes for å se hvordan en ny teknologi passer inn i eksisterende eller eventuelt nye reguleringer (Hekkert & Negro, 2009).

4.1.3 Funksjon 3: Kunnskapsspredning gjennom nettverk (F3)

Hekkert og Negro (2009) henviser igjen til Carlsson og Stankiewicz som skriver at informasjonsdeling er en nøkkelfaktor innen nettverk. Dette er spesielt viktig i en heterogen

kontekst hvor FoU møter myndigheter, marked og konkurrenter (Hekkert, et al., 2007). Politiske beslutninger innenfor standarder og langsiktige mål bør være i samsvar med den nyeste teknologiske innsikten (Hekkert, et al., 2007).

Studiet til Hekkert og Negro (2009) presenterer at rollen til kunnskapsspredning er vanskelig å kartlegge. Det er mulig å se på antall konferanser og arrangementer, men den faktiske spredningen kan være uoversiktlig (Hekkert & Negro, 2009).

4.1.4 Funksjon 4: Veiledning av søket (F4)

Ettersom ressurser omtrent alltid innehar en begrensning er det viktig at dersom det er flere teknologiske muligheter å velge mellom oppfordres det til å velge å sette et spesifikt fokus for videre investeringer. Dersom dette valget uteblir vil det ikke være nok ressurser igjen for de enkelte alternativene (Hekkert, et al., 2007).

Myndighetene og strategisk satsing spiller en stor rolle innenfor veiledning. Et kjennetegn er ofte at selektering av enkelte løsninger overskrider andre løsninger. Det er derfor viktig at ulike aktører og aktørgrupper er tilstedeværende (Hekkert, et al., 2007). Kjennetegn på dette kan være myndighetsmål eller strategiske satsinger i næringslivet. Positive/negative artikler av en spesifikk teknologi eller næring, eller måten det blir markedsført er ofte gode indikatorer (Hekkert, et al., 2007).

Veiledning av søket er en funksjon som er viktig for å veilede gründere eller forskning da den står til grunn for den institusjonelle endringen og kan påvirke handlingsmåtene (Hekkert & Negro, 2009).

4.1.5 Funksjon 5: Markedsformasjon (F5)

Nye teknologier har ofte utfordringer med å penetrere et marked eller i det hele tatt få mulighet til å utvikle sin FoU, så lenge det er andre allerede eksisterende og godt implementerte teknologier (Hekkert & Negro, 2009). Når ny teknologi blir anerkjent som en ny innovasjon er de ofte ineffektive og ikke optimalisert for bruksområdet som de til slutt vil bli brukt til (Hekkert, et al., 2007). Det er derfor viktig å skape trygge rammer og omgivelser for utvikling og/eller implementering av ny teknologi. Her kan blant annet myndigheter og/eller aktører innen et innovasjonssystem bidra (Hekkert & Negro, 2009). Et eksempel på dette er blant annet implementering av el-biler i Norge hvor myndighetene i lengre tid har redusert skatten på el-biler, samt fjernet bompenger.

Studiet til Hekkert og Negro (2009) viser at denne funksjonen kan akselerere oppbyggingen av TIS.

4.1.6 Funksjon 6: Ressursmobilisering (F6)

Denne funksjonen tar for seg både finansielle og menneskelige ressurser. Økonomiske og menneskelige ressurser er nødvendig som grunnleggende innsats for alle de syv funksjonene i TIS. Dersom man ser på en spesifikk teknologi er allokering av tilstrekkelige ressurser en nødvendighet for å muliggjøre kunnskapsproduksjonen (Hekkert, et al., 2007). Kompetent arbeidskraft, finansiering av FoU og liknende på bakgrunn av intervju og kjennskap i det spesifikke feltet er indikatorer som kan kjennetegnes her (Hekkert, et al., 2007).

Studiet til Hekkert og Negro (2009) viser at det er en sammenheng mellom ressursmobiliseringen fra det offentlige og antall kunnskapsutviklingsprosjekter som blir startet. Studiet viste også at det var en sammenheng mellom politisk usikkerhet og motvilligheten til private investorer (Hekkert & Negro, 2009).

4.1.7 Funksjon 7: Skapelse av legitimitet (F7)

Den siste funksjonen tar for seg skapelse av legitimitet eller motvirke motstand for endring av en teknologi. En ny teknologi har behov for å bli en del av et eksisterende teknologisk regime eller eventuelt velte et allerede sittende regime for å kunne utvikle seg godt. Funksjonen baserer seg også på motstanden fra teknologier, næringer, regimer og liknende. Denne funksjonen går ofte ut på legitimitetsbygging, samt lobbyvirksomhet for å kunne endre på blant annet rammevilkårene for en teknologi (Hekkert, et al., 2007).

Det viser seg at denne funksjonen er en avgjørende funksjon på bakgrunn av at ved positivitet omkring en ny teknologi kan den bidra til tilpasninger i institusjonen. Tilpasninger som kan bli gjort er endring av regler, lover og lignende (Hekkert & Negro, 2009).

4.2 Interaksjonene innad i TIS

Interaksjonen mellom funksjonene i TIS er mange, og man forventer derfor en ulineær modell med flere ulike interaksjoner mellom funksjonene. Samhandlingen mellom funksjonene kan både ha en negativ og en positiv virkning på utviklingen av hele systemet (Hekkert, et al., 2007). Ved bruken av TIS-tilnærmingen for å forstå utvikling og diffusjon av en ny teknologi foreligger det ikke et spesifikt startpunkt, men en tilnærming som tar for seg de ulineære interaksjonen (Hekkert, et al., 2007).

Et eksempel er at en klarhet innenfor funksjonen “veiledning av søket” vil kunne ha en positiv effekt på kunnskapsutviklingen. Samtidig vil det være behov for kunnskapsutvikling for å skape en viss form for forventninger innenfor teknologien (Hekkert, et al., 2007). Se Vedlegg: Billedlig presentasjon av interaksjonene innad i TIS for figur av interaksjonene.

4.3 Avgrensning TIS

Å definere hva som skal befinne seg innenfor og utenfor innovasjonssystemet som skal benyttes er helt essensielt. Som tidligere nevnt avgrenses det hovedsakelig basert på geografisk, sektoriell og aktivitetsbasert (Edquist, 2006).

1. Geografisk: Ettersom studien skal se på hva som påvirker implementeringen av kjernekrattteknologien i Norge er den geografiske avgrensningen nasjonalt, systemet er innenfor Norge.
2. Sektoriell: Vi skal forske spesifikt på implementeringen av kjernekrattteknologien og derfor er kjernekrattteknologien den sektorielle avgrensningen av systemet.
3. Aktivitetsbasert: TIS benyttes som rammeverk i denne studien. Dette medfører at det kun sees på aktiviteter som er innenfor eller er indikatorer på rammeverket TIS.

I virkeligheten foregår det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekrattteknologien globalt. Dette ettersom det foregår prosjekter, utvikling og implementering flere steder i verden. Kjernekrattdebatten er også en pågående global diskusjon. Det kan forekomme aktiviteter som ikke er tatt med som kan ha stor innvirkning på utviklingen av innovasjonssystemet.

4.4 Kjernekraft og TIS

Tabell 5 viser sammenhengen mellom rammeverkene og kjernekraft, samt hvordan kjernekraft passer inn i rammeverket. Rammeverket skal belyses gjennom kvalitative intervjuer som blir kodet opp mot de ulike delene av rammeverket, samt en spørreundersøkelse som skal bidra til å forstå deler av den uformelle delen av institusjonen.

Rammeverk	Kjernekraft i forhold til rammeverk
Entreprenøriell aktivitet (F1)	Det vil være behov for aktører som etablerer seg innenfor kjernekraftindustrien for å kunne ta i bruk teknologien.
Kunnskapsutvikling (F2)	For å ta i bruk kjernekraftteknologien i Norge bør det foreligge kunnskap og kunnskapsutvikling.
Kunnskapsspredning gjennom nettverk (F3)	En kjernekraftindustri vil være avhengig av at kunnskapen omkring kjernekraft spres blant forskningsmiljøet, samfunnet og aktørene.
Veiledning av søket (F4)	For å implementere kjernekraft som en del av energimiksen i Norge trenger aktører og forskningsmiljøer informasjon og/eller insentiver.
Markedsetablering (F5)	Det fremlegges et stort energibehov i årene fremover og dette kan kjernekraft være med på å dekke, men vil være avhengig av å bli godkjent som energikilde.
Ressursmobilisering (F6)	Kjernekraftteknologien er en kapitalkrevende teknologi å utbygge. Det vil derfor være behov for ulike former for økonomiske programmer.
Legitimering (F7)	Kjernekraft er en teknologi som må godkjennes blant befolkningen og samfunnet, og vil derfor være avhengig av arbeid rettet mot å skape legitimitet

Tabell 5 Rammeverkene og kjernekraft

4.5 Oppsummering teori og rammeverk

Teorien i denne masteroppgaven bygger på forståelsen av innovasjon og innovasjonssystemer. For å forstå innovasjon brukes Schumpeter sin definisjon på innovasjon som er bygget på at innovasjon er «nye kombinasjoner» (Fagerberg, 2009). For å forstå kjernekratteknologien som en innovasjon kombinerer denne oppgaven definisjonen til Schumpeter og Edquist (2006) sin definisjon på prosessinnovasjon.

For å forstå det helhetlige systemet som utartes omkring kjernekratteknologien har vi gått gjennom teorien om systemer av innovasjon. Det nevnes at innovasjonssystemer inneholder de viktigste faktorene som kan påvirke prosessen og utfoldelsen av en innovasjon (Edquist, 2006). Innovasjonssystemet består av flere komponenter som institusjon og organisasjon. Under empirien i oppgaven tas det kun for seg den uformelle delen av institusjonens påvirkning av systemet. Et innovasjonssystem kan avgrenses, noe som ofte utføres innenfor geografisk, sektoriell og aktivitet (Edquist, 2006). I studien er systemet avgrenset til at vi ser på aktiviteten innenfor TIS'et rundt kjernekratteknologi i Norge.

Valget av rammeverket TIS er på bakgrunn av at det setter søkelys på de viktigste prosessene som må være til stede i et innovasjonssystem for at det skal føre til vellykket teknologiutvikling eller spredning (Hekkert, et al., 2007). Teknologiske innovasjonssystemer er et rammeverk innen innovasjonsteorien som setter søkelys på utvikling, diffusjon og bruk av en spesifikk teknologi (Bergek, et al., 2008). Interaksjonene mellom funksjonene i rammeverket er ulineært, det er ikke poengtert et startpunkt og det er i tillegg varierende hvilke grader de ulike funksjonene påvirker hverandre (Hekkert, et al., 2007).

5 Forskningsdesign og metode

I dette kapittelet vil vi gjøre rede for forskningsdesignet som studien bygger opp under. Samtidig vil studiens analysenivå og case bli presentert, deretter vil metoden for datainnsamling belyses. Videre vil det bli gjort en presentasjon av utvalgte informanter og hvilke kriterier som er satt. Avslutningsvis presenterer dette kapittelet studiens pålitelighet, gyldighet og generalisering, samt hvordan analysen er utført.

5.1 Forskningsdesign og forskningsmetode

I litteraturen gjøres det rede for to begrep; forskningsdesign og forskningsmetode.

Forskningsdesign er strategien som utarbeides for gjennomføringen av det vitenskapelige studiet. Designet definerer metoder og teknikker for de fleste av stadiene av prosessen (Easterby-Smith, et al., 2018). Et godt forskningsdesign kjennetegnes ved at forskningsaktivitetene er velorganisert og at datainnsamling er gjennomført på en måte som gir gode svar på de problemstillingene som er utarbeidet på forhånd (Easterby-Smith, et al., 2018).

Forskningsmetoden blir sett på som fremgangsmåten man som forsker bruker i forskningsprosjektet (Easterby-Smith, et al., 2018). Dette medfører at valgene som tas når forskningsdesignet utarbeides er med på å organisere forskningen. Organiseringen medfører valg av innsamlingsmetodene, analysemetodene etc. Dette bidrar til å øke sannsynligheten for at forskningsspørsmålene kan besvares (Easterby-Smith, et al., 2018).

Denne studien baserer seg på forskningsdesignet enkeltcase-studie med et sammensatt analysenivå. Den valgte casen er «det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge». Forskningsmetoden tar for seg en kombinasjon av å innhente kvalitativ og kvantitativ data. Den kvalitative dataen innhentes gjennom dybdeintervjuer og den kvantitative dataen gjennom en spørreundersøkelse som baseres på et bekvemmelighetsutvalg. Analysen i oppgaven baserer seg på koding av intervjuene og en oversiktsbasert presentasjon av de kvalitative dataene.

5.2 Casestudie

En casestudie kan være forskning som både er utforskende, deskriptivt og forklarende. Ved utførelse av en casestudie er det viktig at det er utviklet et teoretisk rammeverk som bidrar til

å veilede forskningsdesignet, samt datainnsamlingen og dataanalysen i ønsket retning (Yin, 2018).

Yin (2018) presenterer i all hovedsak tre kriterier for valg av de ulike metodene. De tre kriteriene omhandler:

1. Formen på forskningsspørsmålene.
2. Kontroll over atferdshendelser.
3. Graden av moderne hendelser.

Situasjoner hvor en casestudie er relevant som design er når forskningsspørsmålet innehar «hvordan eller hvorfor», eller man ikke har kontroll på atferd og hvor det er høy grad av søkelys på moderne hendelser (Yin, 2018).

Denne masteroppgavens forskningsdesign tar utgangspunkt i en casestudie. Dette baseres på at to av de tre kriteriene til Yin (2018) blir oppfylt og at det teoretiske rammeverket TIS er med på å styre datainnsamlingen og analysen. Den valgte casen «det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge» har en høy grad av modernitet. Atferdshendelser sees også på som uoversiktlige, noe som medfører at vi ikke har kontroll over de faktiske hendelsene. Det er også en høy grad av usikkerhet rundt kjernekraftteknologien i Norge. Det er derfor behov for å danne en oversikt over temaet for å besvare forskningsspørsmålene.

Når studiens case skal velges må dette baseres på hvilke kunnskap som skal utvikles og hva som er formålet med oppgaven (Bukve, 2021). Formålet med denne oppgaven er å forstå hva som påvirker implementeringen av kjernekraft gjennom å analysere det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge. Samtidig ønskes det å utvikle kunnskap omkring hvordan TIS utfolder seg rundt kjernekraft i Norge. Derfor er denne oppgavens valgte case; «det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge».

Når en casestudie utføres, er det flere ulike design å velge mellom. Dette presenteres av Yin (2018) i en 2x2 matrise. Det diversifiseres mellom om man har en singel-case eller en multiple-case og deretter om det har et holistisk eller sammensatt design (embedded design).

5.2.1 Case og analysenivå

Denne studien utarbeides basert på det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge, hvor vi ser på kjernekraften som energiproduserende teknologi. Under valget av case

var det viktig at det utfoldet seg aktiviteter slik at det kunne observeres et fenomen under utvikling.

Analysenivået i studien er at et sammensatt-single-casedesign benyttes. Dette på bakgrunn av at det sees på det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge som en helhet, men samtidig blir underenhetene som blant annet befolkningen og aktører belyst (Yin, 2018). Ved å benytte dette analysenivået gir det oss muligheten til å utforske deler av det som påvirker statusen til kjernekraftteknologien i Norge, samt beskrive hva som fremmer og hemmer implementeringen av teknologien. Ved bruk av sammensatt-single-casedesign baserer vi datainnsamlingen for denne studien på en holistisk strategi for å studere det helhetlige bilde av det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft (hovedenheten). Det vil bli utført undersøkelser og andre kvantitative teknikker benyttes for å samle inn data fra underenhetene (Easterby-Smith, et al., 2018).

Casen «det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge» består av hovedenheten TIS rundt kjernekraft i Norge. Her fungerer aktørene, institusjonen, befolkningen og funksjonene i TIS som underenhetene. Aktørene består av en større andel individer som for eksempel forskere, industrielle aktører, individuelle deltakere og det politiske. De individuelle deltakerne er de som er med på å danne samfunnet. Ettersom at hovedfokus i oppgaven er rettet mot hva som fremmer eller hemmer implementeringen, anses det at et sammensatt casedesign gir økt mulighet for å besvare forskningsspørsmålet. Dette er på bakgrunn av at det er flere deler som påvirker den teknologiske utviklingen og implementeringen, som blant annet aktørenes aktivitet, forskningsmiljøene og samfunnets holdninger.

5.3 Valg av metode

Denne oppgaven baserer seg på bruken av «Mixed method» for datainnsamling og analysenivået «sammensatt-single-casedesign». Dette på bakgrunn av at Yin (2018) presenterer at casestudie har den unike fordelene ved at man har muligheten til å jobbe med flere typer data. Samtidig gir mixed-method muligheten til å unngå at det holistiske aspektet av case ignoreres og man vil samtidig ha muligheten til å forstå underenhetene. Det kan også i en casestudie arbeides med et stort utvalg dokumenter, intervjuer, direkte observasjoner og deltakende observasjoner (Yin, 2018).

Bruken av mixed-method gjør det mulig å kombinere kvantitativ og kvalitativ data. Den kvantitative metoden vil gi oss anledningen til å se det helhetlige bildet, samtidig som vi ser konteksten fenomenet befinner seg i (Easterby-Smith, et al., 2018). Kombinasjonen av metodene gjør at det kan samles inn data som er rikere og sterkere enn hva vi kunne gjort dersom det kun hadde blitt benyttet en enkel metode (Yin, 2018). Den kvalitative metoden gjør det mulig å ha et holistisk syn og forstå underenhetene, mens den kvantitative gjør det mulig å forstå enkelte av underenhetene.

TIS	Datainnsamlingsmetode
F1: Entreprenøriell aktivitet	Intervju og Kvantitativ nettsøk
F2: Kunnskapsutvikling	Intervju og nettsøk
F3: Kunnskapsspredning	Intervju og nettsøk
F4: Veiledning i søket	Intervju og nettsøk
F5: Markedsformasjon	Intervju og nettsøk
F6: Ressursmobilisering	Intervju og nettsøk
F7: Legitimitet	Intervju, nettsøk og spørreundersøkelse
Den uformelle institusjonen	Spørreundersøkelse

Tabell 6 Datainnsamling for Rammeverket

Tabell 6 viser til hvordan dataen innhentes for å kunne kartlegge, forstå og analysere rammeverket. Vi vil være avhengig av å innhente både kvalitativ data og kvantitativ data og bruke sekundære datakilder for å kunne forstå utfoldelsen.

5.3.1 Primærdata

Primærdata blir i boken Easterby-Smith (2018) presentert som data forskeren selv innhenter. Denne dataen kan være fra ulike kilder, som blant annet; logg, refleksjon, beskrivelse av erfaring osv. Den primære dataen kan være innhentet både gjennom en kvalitativ og en kvantitativ metode. Hovedtrekket til den kvalitative datainnsamlingen er at informasjonen er innhentet på en ikke-numerisk måte. Dette kan for eksempel være opptak og transkribering av intervjuer (Easterby-Smith, et al., 2018). Den kvantitative metoden krever ofte objektivitet, mens den kvalitative metoden erkjenner ofte subjektivitet (Easterby-Smith, et al., 2018). En primærdatainnhenting gjennom en kvantitativ metode kan for eksempel basere seg på en spørreundersøkelse.

5.3.2 *Sekundærdata*

Sekundærdata blir i korte trekk definert som data innsamlet for et annet formål enn den pågående studien (Easterby-Smith, et al., 2018). Disse formålene kan blant annet være alt fra rapporter og intervjuer til nyhetsartikler og lignende. Ettersom sekundærdata er forskningsinformasjon eller informasjon som allerede eksisterer, vil dette være en ikke-responstid data (Easterby-Smith, et al., 2018).

5.3.3 *Innsamling primær og sekundær data*

Bakgrunnen for valg av dataen som er samlet inn gjennom primær og sekundær innsamling har som formål å gi oss informasjon som bidrar til å dypere kunne analysere casen i denne oppgaven.

Datakilde	Primærdata	Sekundærdata
Dokumenter		Nyhetsartikler, klimarapporter, offentlige rapporter og artikler og rapporter fra regjeringen
Intervju	Intervju med relevante nøkkelpersoner innenfor kjernekraft i Norge.	
Spørreundersøkelse	Survey av et bekvemmelighetsutvalg.	

Tabell 7 Oversikt: Datakilder

Tabell 7 viser en kort oversikt over hvordan datainnsamlingen i denne oppgaven er planlagt.

5.3.4 *Valg og utførelse av den kvalitative datainnsamlingsmetoden*

Felles for alle kvalitative intervjuer er at man har som mål å skaffe seg innsikt og forståelse fra respondenten sitt perspektiv. Det innebærer ikke bare deres synspunkt, men også bakgrunnen for deres holdninger og synspunkter (Easterby-Smith, et al., 2018).

Kvalitative intervjuer er en samlebetegnelse for hele spekteret av de ulike intervjuteknikkene, helt fra det «åpne» intervjuet til de intervjuene som baserer seg på en liste med definerte spørsmål (Easterby-Smith, et al., 2018).

I denne oppgaven vil dybdeintervju av nøkkelinformanter bli brukt som en metode for å samle inn den kvalitative primærdataen. Dette på bakgrunn av at intervjumetode som datainnsamling

er en fordel når man ønsker å innhente sammenhengende informasjon, samt lære om fenomenet (Easterby-Smith, et al., 2018).

5.3.4.1 Oppbygning av intervju

Før man skal utføre intervjuene utarbeider forskeren ofte en intervjuguide. Den kan basere seg på ulike typer oppbygning. Som tidligere nevnt kan en intervjuguide basere seg på alt fra en «åpen» guide, til en liste med spørsmål respondenten skal besvare (Easterby-Smith, et al., 2018).

I denne studien baseres intervjuguiden på strukturen, «semistrukturert». Dette gir intervjusubjektet muligheten til å fortelle deres oppfatning og opplevelser til det som blir stilt, men samtidig ikke gå utenfor temaet (Easterby-Smith, et al., 2018). Ved bruk av den semistrukturerte tilnærmingen gir det i tillegg oss som forskere mulighet til å komme med oppfølgingsspørsmål til respondenten. Oppfølgingsspørsmålene kan deretter bidra til gode diskusjoner innenfor temaet. Fordelen ved å benytte denne type struktur er at vi styrer intervjuet inn i masteroppgavens tematiske tilnærming, men samtidig legges det ikke føringer eller begrensninger for respondenten (Easterby-Smith, et al., 2018).

Oppbygningen av intervjuguiden er utarbeidet på bakgrunn av rammeverket og for å få et innblikk i institusjonen TIS'et er i. Intervjuguiden ble delt inn i syv hovedkategorier og tilleggsspørsmål. De syv hovedkategoriene av intervjuguiden er funksjonene i TIS og har som formål at de skal bidra til å sette tematikken i intervjuene.

5.3.4.2 Utførselen av intervjuene

Det er flere ulike metoder å utføre et intervju på. De vanligste formene er ansikt-til-ansikt, digitale intervju eller over telefon (Irani, 2018). Ansikt-til-ansikt er gjennom tiden blitt sett på som den beste metoden, men digitale intervju har også blitt mer akseptert de siste årene grunnet forbedret teknologiske løsninger som Microsoft Teams og liknende. Intervju over telefon er også flittig brukt, selv om denne intervjumetoden har vært diskutert de siste årene sett i sammenheng med kvalitativ forskning (Irani, 2018).

I denne forskningen er gjennomføringen av intervjuene blitt utført både digitalt over plattformen Microsoft Teams, men også ansikt-til-ansikt. Gjennomføringsmetoden av intervjuene ble basert på hva respondenten ønsket, samt lokasjon. Vi har valgt å bruke den samme intervjuguiden til alle respondentene på bakgrunn av at vi vil belyse fenomenet fra ulike synspunkt.

I starten av alle intervjuene brukte vi litt tid på å bli kjent med informantene for å skape en fin ramme rundt dialogen. Alle respondentene ble informert om hva masteroppgaven omhandler og kort om hvilket rammeverk oppgaven og analysen av dataen bygger på. Det ble tatt lydopptak av alle intervjuene og kort tid etter det var gjennomført ble intervjuet transkribert.

5.3.4.3 Digital utførelse av intervjuer

Det å erstatte ansikt-til-ansikt-intervjuer har blitt diskutert i lang tid grunnet at det er satt spørsmål til kvaliteten av det som erstattes (Thunberg & Arnell, 2022). Det å ha muligheten til å inkludere respondenter som bor langt unna, samt redusere kostnadene er en fordel som bruken av digitale intervju gir (Thunberg & Arnell, 2022). Flere av intervjuene i denne masteroppgaven er utført over programvaren Teams, nettopp på bakgrunn av lokasjonsforskjellene mellom oss og respondentene. Det har vært viktig for oss å kunne utføre disse intervjuene ettersom respondentene innehar svært relevant informasjon for vår oppgave og derfor har den digitale løsningen vært å foretrekke for de fleste av intervjusubjektene.

Når det gjelder kvaliteten til de digitale intervjuene opp mot ansikt-til-ansikt-intervjuer dreier dette seg om hvor rik dataen er. Ved bruk av kamera og lyd bør ikke dette være en utfordring (Thunberg & Arnell, 2022). I de digitale intervjuene som er utført i denne studien hadde respondenten og forsker kamera på. Dette medførte at vi kunne se personen som ble intervjuet, noe som skaper en bedre dynamikk, og at vi kunne observere visuelle reaksjoner hos respondenten.

5.3.4.4 Utførelse av ansikt-til-ansikt-intervjuer

Innenfor den kvalitative forskningen har ansikt-til-ansikt-intervjuer hatt det rykte at det er den høyeste standarden innenfor kvalitative intervju (Krouwel, et al., 2019). De intervjuene som har vært mulig å utføre ansikt-til-ansikt er derfor blitt utført med denne metoden. Lokasjonen til disse intervjuene har variert fra private lokaler til mer åpne samfunnslokaler.

5.3.5 Valg og utførelse av den kvantitative datainnsamlingsmetoden

Det er i denne studien utført en spørreundersøkelse. Dette er på bakgrunn av at man da får muligheten til å stille de samme spørsmålene til et relativt stort antall respondenter (Hellevik, 2019). Samtidig vil det å bruke spørreundersøkelse kunne innhente data fra populasjonen og deretter ta i bruk dette sammen med data fra intervjuene. Kombinasjonen bidrar til å utføre en dypere kartlegging og beskrivelse av forskningsspørsmålet til oppgaven.

Det finnes flere ulike typer spørreundersøkelser. Det kan blant annet være en nettbasert undersøkelse, papir eller en telefonundersøkelse (Bhat, u.d.). Det er både fordeler og ulemper ved bruk av de ulike fremgangsmåtene for spørreundersøkelse, men for oss var det viktig å kunne aidentifisere respondentene av undersøkelsen på bakgrunn av personvern. Det ble derfor i denne masteroppgaven brukt en nettbasert programvare for å distribuere spørreundersøkelse, samt frembringe dataen. Programvaren som er brukt er SurveyXact (www.surveyxact.no), da denne har gjort det mulig for oss å aidentifisere respondentene.

5.3.5.1 Oppbygning av spørreundersøkelsen

Det er utarbeidet en spørreundersøkelse basert på å oppnå en forståelse og innblikk i legitimiteten omkring kjernekræftteknologien. Samtidig var det viktig å skaffe indikasjoner på befolkningens holdninger, kunnskap og tanker angående implementering av kjernekræft.

Når man snakker om oppbygningen og utforming av spørreskjemaet er det ofte fire ulike design man velger mellom, dette basert på formålet med undersøkelsen (Roopa & Rani, 2012). Disse fire utformingene er: Kaskade-format, matrisespørsmål, lukkede spørsmål eller åpne spørsmål.

Spørreundersøkelsen som er utformet til denne oppgaven er i all hovedsak basert på designmetoden "lukkede spørsmål" med likert-skala. Denne utformingen baserer seg på at respondenten har begrensede svarmuligheter ut ifra svaralternativene. Likert-skala er metoden vi har benyttet for å presentere svaralternativene, da dette er en skala som ofte brukes for å måle sosiale holdninger (Roopa & Rani, 2012). De utarbeidede spørsmålene for spørreundersøkelsen er lagt ved som vedlegg. Se Vedlegg: Spørreundersøkelse.

5.3.5.2 Utførselen av spørreundersøkelsen

Et større utvalg individer er bedre enn små og tilfeldige utvalg for å kunne representere populasjonen (Yin, 2018). Derfor er denne spørreundersøkelsen blitt distribuert ut til så mange

respondenter som mulig. For å distribuere spørreundersøkelsen har vi delt den til bekjente som deretter har delt den videre, samt gjennom sosiale nettverk.

5.4 Informanter: kvalitativ datainnsamling

Valget av deltakende informanter for dybdeintervjuene er basert på flere faktorer. Enkelte er kontaktet på bakgrunn av deres mulighet til å bidra med informasjon som er relevant for oppgavens problemstilling. Andre er innhentet på bakgrunn av deres kunnskap og kjennskap til fenomenet.

Vi har valgt å aidentifisere alle informantene som har deltatt i studien, dette for å skjerme deres personlige informasjon. Ved å aidentifisere tillater vi informantene å komme med deres bidrag og deres synspunkter uten at dette skal kunne ha noe betydning for dem i senere tid. Tabell 8 inneholder en oversikt over informantene og hver enkelt sitt aidentifiseringsnummer, samt deres rolle og sektor de arbeider i.

Subjekt	Rolle	Sektor
1 (S1)	Forsker	Akademia
2 (S2)	Aktør	Energi
3 (S3)	Aktør	Energi
4 (S4)	Aktør	Energi
5 (S5)	Politiker	Politisk

Tabell 8 Intervjusubjekt liste

De utvalgte informantene som er vist i Tabell 8 er valgt på bakgrunn av deres tilhørighet og kunnskap rettet mot kjernekraft i Norge. Hver enkel informant har ulike kompetanse og tilknytning til kjernekraftteknologien og heller ikke de samme relasjonene til rammeverkets funksjoner. Det er blant annet intervjuet personer innenfor energisektoren, akademia og utvikling, samt politisk. Dette er for å kunne belyse temaet fra ulike syn og sikre tverrfaglige kilder. Det kan tenkes at en person innenfor det politiske potensielt har et annet syn på mengden ressurser som blir delegert til FoU enn hva en fra akademia har. Det er utført intervju med tre ulike informanter fra energisektoren. Dette er på bakgrunn av deres kunnskapsområde, samt å få muligheten til å belyse fenomenet fra ulike kunnskapsområder og synspunkt.

5.5 Respondenter: kvantitativ

Spørreundersøkelsen ble distribuert gjennom sosiale medier og til tilfeldige bekjente. Det var derfor ingen strategisk utvelgelse av respondentene, så valg av respondenter er basert på bekvemmelighetsutvalg. Denne type utvelgelse tar utgangspunkt i de respondentene som er enklest å distribuere den til (SurveyMonkey, u.d.). Det eneste kravet som var stilt til respondent var at vedkommende var myndig. Respondenter som ikke var myndig, ble derfor fjernet fra dataen.

5.6 Relabilitet (pålitelighet)

Yin (2018) presenterer relabiliteten til et studie som at operasjonene som utføres i den respektive studien kan gjentas og deretter gi samme resultat. En operasjon i en forskning kan for eksempel da være måten datainnsamlingen er utført på. Det er flere måter man kan gjøre forskningen mer pålitelig. Det kan blant annet lages prosedyrer som er så eksplisitt som mulig, samt drive forskningen med en tanke om at du blir overvåket (Yin, 2018).

For å øke påliteligheten til denne studien er den utarbeidede intervjuguiden vedlagt, se Vedlegg: Intervjueguide. Det er også blitt definert hvordan utførelsen av intervjuene er blitt gjort. Beskrivelsen inneholder både en forklaring av lokasjon, strukturen og hvordan intervjuer er avholdt. Vi har i tillegg brukt Yin (2018) sin retningslinje for hvordan en studie utføres, det er også foretatt en beskrivelse av studiens metode. Det er foretatt en detaljert gjennomgang av fremgangsmåten slik at en ny studie med identisk fremgangsmåte forhåpentligvis vil ha samme resultat. Gjennomgangen er foretatt for å øke graden av pålitelighet av de kvalitative dataene ettersom denne type data er subjektiv (Zohrabi, 2013).

Det er både brukt en kvantitativ spørreundersøkelse og kvalitative intervjuer i oppgaven. Det er foretatt flere grep for å øke påliteligheten av de kvalitative dataene. Det å oppnå tilnærmet samme resultater gjennom kvantitativ data er relativt enkelt, på bakgrunn av at de er i numerisk form (Zohrabi, 2013). Det er derfor en høyere pålitelighet i dataen som er utført gjennom det kvantitative enn det kvalitative, noe som medfører at det ikke er utført like detaljert beskrivelse av prosessen rundt den kvantitative datainnsamling.

5.7 Validitet

Validitet blir også kalt for gyldigheten til en studie. Det dette betyr er i hvilken grad man ut fra resultatene kan utføre gyldige eller korrekte konklusjoner eller slutninger (Dahlum, 2021). Validitet deles ofte opp i intern og ekstern validitet. Ekstern validitet omhandler om resultatene fra det begrensede studiet kan generaliseres. Intern validitet brukes om at funnene kan forklares gjennom den antatte hypotesen (Dahlum, 2021).

5.7.1 Intern validitet (gyldigheten)

Intern validitet omhandler først hvordan man som forsker kan forklare hvordan en hendelse kan føre til en annen hendelse (Yin, 2018). Dersom man som forsker konkluderer med en årsakssammenheng som er feil uten å ta hensyn til andre faktorer, klarer ikke forskningsdesignet å håndtere trusler mot intern validitet (Yin, 2018). På bakgrunn av denne oppgavens forskningsspørsmål og oppbygning er ikke formålet å dra kausale sammenhenger mellom funnene, men studere det helhetlige systemet og dynamikken imellom. Derfor er trusler mot den interne validiteten stor. Oppgavens svakheter blir presentert i kapittelet Oppgavens begrensninger.

5.7.2 Ekstern validitet (Generalisering)

Generalisering av funnene referer til i hvilken grad funnene som er gjort gjennom den empiriske undersøkelsen kan gjelde andre miljøer, situasjoner eller populasjoner (Wang, 2017). Casestudier er studier som blir påvirket av det kontekstuelle. Derfor vil det være mer relevant å ha teoretisk generalisering fremfor en statistisk generalisering. Den teoretiske generaliseringen er også kalt for analytisk generalisering og vil ha som formål å knytte funn og resultater opp mot eksisterende teori (Yin, 2018). En gjennomgang av generaliseringen av funn blir presentert i Generalisering av funn.

5.8 Analyse

For å kunne besvare forskningsspørsmålet for oppgaven er analysen av de ulike datatypene basert på å forstå hvor Norge innehar styrker og svakheter sett opp mot rammeverket.

5.8.1 Kvalitativ dataanalyse

Dybdeintervjuene ble transkribert fortløpende gjennom datainnsamlingsprosessen. Alle informantene var valgt ut før intervjuprosessen startet, noe som medførte at vi ikke baserte

valget av respondenter på innspill fra tidligere intervjuer. Under arbeidet med transkriberingen ble interessante utsagn markert og kommentert. Når alle intervjuene var utført og transkribert ble datakoding igangsatt. Koding blir definert som et ord eller en kort setning som oppsummerer og gir mening til en stor mengde data (Easterby-Smith, et al., 2018).

I første omgang av datakodingen ble hele avsnitt kodet opp mot rammeverket for den empiriske analysen. Dette innebar at avsnitt ble kodet opp mot TIS sine syv funksjoner. Videre ble hvert avsnitt gjennomgått grundigere for å finne sitater eller utsagn som oppsummerte avsnittet. I løpet av kodingen oppdaget vi at flere av de kodede sitatene kunne bidra til å beskrive flere deler av det empiriske rammeverket. Avslutningsvis kodet vi derfor hvert sitat til en eller flere deler av rammeverket.

5.8.2 Kvantitativ dataanalyse

Etter spørreundersøkelsen hadde vært tilgjengelig for respondenter i om lag to måneder gjennom deling til bekjente og på sosiale medier ble det frembrakt en oversikt over svarene. Det er ikke foretatt noe form for regresjonsanalyse av spørreundersøkelsen. Dette på bakgrunn av at det er de direkte svarene på spørsmålene som var interessante i denne studien. Under analysen av den kvantitative dataen er respondentenes besvarelse gruppert, og det er deretter skapt en oversikt over besvarelsene. Videre er denne oversikten tolket opp mot dens påvirkning av det fremvoksende TIS-nettverket rundt kjernekræftteknologien i Norge.

5.9 Forskningsetikk

Ettersom det i denne studien har blitt utført en kvalitativ studie er det utarbeidet en søknad til NSD, som ble godkjent. Dette medfører at alle respondenter i denne oppgaven er aidentifisert, samt er rådataen holdt konfidensiell. For å øke tryggheten til informantene og troverdigheten av dataen har alle informantene blitt spurt om de ønsker å få tilsendt rådataen og om de ønsket å gjennomgå de utvalgte sitatene. Som en del av NSD-søknaden ble det utarbeidet et informasjonsskriv om rettigheter som alle informantene ble tilsendt før intervjuene ble avholdt se Vedlegg: Informasjonsskriv informanter (side 1) og Vedlegg: Informasjonsskriv informanter (side 2).

6 Empiri: Funn og analyse

I dette kapitlet vil vi presentere dataen som er samlet inn gjennom den kvantitative og kvalitative datainnsamlingen. Dataen vil bli analysert for å bidra til å kunne svare på forskningsspørsmålet. Først vil vi analysere og kartlegge funksjonene i TIS, for deretter å se på de ulike funksjonenes grad av styrke. Det vil også bli gjort en kort analyse av samfunnet som TIS'et er i.

6.1 Funn og analyse: F1 Entreprenøriell aktivitet

Hekkert et al (2007) presenterer at det ikke finnes et innovasjonssystem uten en entreprenør og at entreprenøren er en essensiell bidragsyter for å praktisere den nye kunnskapen og innovasjonen. Tilstedeværelsen av gründeraktiviteter er ofte den første og tydeligste indikasjonen på utfoldelse av systemet (Hekkert, et al., 2007). Vi har undersøkt aktiviteten innenfor denne funksjonen gjennom å kartlegge hva som forekommer av entreprenøriell aktivitet rundt kjernekræftteknologien i Norge. Den empiriske dataen for funksjonen er innhentet gjennom spørsmål til informantene om mengden av kjernekræftprosjekter og den generelle aktiviteten i Norge. Det er også blitt utført nettsøk for å undersøke mengden nyetablerte bedrifter innen kommersialisering og utvikling av kjernekræftteknologien.

Før intervjuprosessen ble det utført nettsøk for å undersøke mengden nyetablerte og etablerte selskaper i Norge. Det kom da frem to selskaper som er direkte tilknyttet kjernekræftindustrien i Norge. Det ene selskapet baserer seg på kommersialisering og det andre innenfor utvikling, da spesielt rettet mot det radioaktive grunnstoffet thorium (Thor energy, u.d.). Selskapene er Norsk kjernekræft og Thor Energy (Norsk kjernekræft AS, u.d.) (Thor energy, u.d.).

Norsk kjernekræft AS er det sterkeste og eneste etablerte kommersialiseringsselskapet. Flere av informantene vi har pratet med hadde lite til ingen kjennskap til andre selskaper som arbeider for kommersialisering av kjernekræft i Norge. I den innsamlede dataen kommer det frem at akademia er den største aktøren innen forskning og utvikling. Informanten fra akademia i dette studiet konstaterte:

«I Norge er det jo kun kommersialisering, eller på bruk er det Norsk kjernekræft eller så er det jo vi som jobber på utviklingssiden». (S1)

Til tross for indikasjoner på at den entreprenørielle aktiviteten innehar få aktører er aktivitetens mengde økende. Det kan tenkes at dette er på bakgrunn av at det den siste tiden har vært en økende mengde mediedekning, noe som kan bidra til den økte aktivitetsgraden innen kjernekraft i Norge. Informant fra energibransjen informerer om:

«Det teknologiske miljøet eller gründermiljøet rundt kjernekraft har jo vært ikke-eksisterende i Norge inntil nå». (S3)

Det fremkommer indikasjoner på at den lave graden av entreprenøriell aktivitet i Norge kan skyldes usikkerheten rundt et eventuelt politisk vedtak. Det ser ut til at det ikke foreligger et stortingsvedtak i Norge på at kjernekraft skal satses på, enten som energikilde, ei heller innenfor forskning og utvikling. Det vil derfor medføre en viss grad av politisk risiko i å involvere seg i utbygging, utvikling eller kommersialisering. I dataen fra informantene kommer det frem at en grunn til at det ikke er flere involverte aktører eller flere pågående prosjekter kan være på bakgrunn av den politiske risikoen. Det kom i tillegg frem indikasjoner på at det kan tenkes at flere aktører er avventende frem til et eventuelt vedtak foreligger. Sitat fra den ene informanten fra energisektoren:

«Det er fortsatt veldig tidlig, men den dagen det for eksempel blir et stortingsvedtak om at kjernekraft er noe man bør utrede, et eller annet sånt, da tenker jeg at det blir veldig mange som melder seg på». (S2)

Det blir trukket frem at det ikke er usikkerhet knyttet til eventuelle brukere av eller behovet for energien som blir produsert av kjernekraftverk. Dette er basert på at behovet for energi vil være økende i årene fremover, på bakgrunn av at energibehovet er der og industrielle brukere av energi er til stede. Dette scenarioet medfører at aktører som satser på kjernekraft ikke vil oppleve et problem hvor etterspørsel av energi er fraværende. En av informantene trakk også frem dette:

«Så det er på mange måter å bare begynne, vi får ikke et stort «høna og egget»-problem». (S4)

Den lave graden av entreprenøriell aktivitet ser ut til å ikke ha en signifikant sammenheng med kapital-og investormangel. Det ble blant annet nylig annonsert at Norsk kjernekraft AS har fått

flere investorer med på laget (Brenna, 2023). Det fremkommer i tillegg gjennom intervjuene indikasjoner på at det også er flere som er villig til å bidra med kapital inn i kommersialiseringen og utviklingen av kjernekraft i Norge. Samtidig indikeres det at det ikke er et eget investormiljø som direkte retter seg mot kjernekraft. Dette blir blant annet konstatert av informant fra akademia:

«De har ikke noe ideologisk innfallsvinkel på dette da. De ser bare på tallene, og det er veldig befriende. Så finansindustrien venter egentlig på at det nå skal komme ut nye konsepter de skal investere i da». (S1)

6.1.1 Gradering av F1 Entreprenøriell aktivitet

Gjennom analysen av funksjonen entreprenøriell aktivitet er det funnet indikasjoner på at det foreligger noen nyoppstartede aktører, men at antallet er lavt. Det er også kommet frem funn om at det foreligger en viss grad av politisk usikkerhet rundt satsingsnivået Norge ønsker å ha på kjernekraft. Når man ser på mengden omtale fenomenet får, er det gjennom analysen av F1 fremkommet funn om at mediedekningen av kjernekraft er og har vært økende siste tiden.

Denne funksjonen anses derfor å være middels. En total oversikt over funn fra analysen av denne funksjonen finnes i Vedlegg Oppsummering analyse F1.

6.2 Funn og analyse: F2 Kunnskapsutvikling

Hekkert et al (2007) presenterer kunnskapsutviklingen som hjertet av enhver innovasjonsprosess. Jo høyere aktivitet det er innenfor kunnskapsutvikling, desto mer kan den brukes til å forstå og utvikle teknologien, samt øke aksepten og kunnskapsnivået til samfunnet. For å analysere og kartlegge denne funksjonen presenteres indikatorene; FoU-prosjekter, patenter og investering i FoU (Hekkert, et al., 2007).

I vårt arbeid med å analysere og kartlegge denne funksjonen har vi utført nettsøk og intervjuer, med et formål om å undersøke:

- Hvilke midler som er tilgjengelig for utvikling eller kommersialisering av teknologien.
- Akademia og andre FoU-institusjoners kompetansenivå omkring kjernekraft
- Antall prosjekter og forskning som finner sted innenfor temaet.

Informantene ble blant annet spurt om deres tanker om mengden FoU-prosjekter som foregår, utdanning og tilgjengelige forskningsmidler.

Kompetanse

Den kvalitative datainnsamlingen har ført til indikasjoner på at forskningen og kunnskapsnivået Norge besitter innen kjernekraft er på et lavere nivå enn hva som besittes om andre fenomener og teknologier. Dette kom frem under intervjuet med en av informantene fra energibransjen:

«Det er klart at det er mindre kunnskap om kjernekraft i Norge enn hva det er om en del andre ting og veldig mye annet». (S2)

Gjennom intervjuet med en av aktørene fra energibransjen fremkommer det antydninger på grad av kompetansenivået og muligheter for overførbart kompetanse. Det som kommer frem, er at vi innehar en del kompetanse rundt det nukleære og at Norge har mye kunnskap fra petroleumsindustrien som er overførbart til en eventuell kjernekraftindustri:

«Så i dag har vi noen utdanningsprogrammer på det nukleære og vi har noe ekspertise direkte mot det nukleære og en god del fra petroleumsindustri kan man bruke. Mye der er overførbart til kjernekraft». (S4)

Det snakkes mye om kunnskapsgap og mangler i norske medier. Det er gjennom intervjuene kommet frem ulike antydninger på løsninger omkring dette. Blant annet kom det frem i intervjuet med en aktør fra energibransjen indikasjoner på hva som kan redusere gapet og manglene. Dette kan gjøres gjennom å forske mer på reaktorteknologier og brenselsteknologier:

«På forskningsfronten i Norge kunne det vært behov for mer innenfor reaktorteknologien og brenselsteknologien, og noe sånt». (S4).

Institutt for energiteknikk

Norge har forskningssenteret «Institutt for energiteknikk», som har en egen avdeling for nukleærteknologi. IFE har besittet forskningsreaktorer som har bidratt til blant annet å øke atomsikkerheten til andre land (IFE, u.d.). De fagområdene IFE forsker på innenfor kjernekraft er (IFE, u.d.):

- Strålevern
- Reaktordrift og vedlikehold
- Nukleærteknologi fysikk og sikkerhet
- Atomavfall og dekommisjonering

Gjennom IFE sitt arbeid er det også blitt utført forskning på SMR-drift siden 2018. IFE har også installert en fullskala SMR-kontrollrom-simulator, som er den eneste av sin type i Europa (TU, u.d.). Denne simulatoren innehar et bredt spekter av mulige funksjonsfeil på blant annet et reaktorsystem (TU, u.d.).

Arbeidet IFE har utført innenfor forskningsreaktorene er ikke direkte det samme som å drive et kommersielt kjernekraftanlegg, men dette arbeidet har ført med seg fordeler. Driften av forskningsreaktorene har ført til kunnskap og innsikt om hva som kreves av sikkerhet og andre aspekter av drift (Bye, 2023).

Utdanning

Tidligere funn viser at det foreligger politisk risiko ved kjernekraft siden det ikke er utført et politisk vedtak om hvilke retninger man skal ta. Det er også kommet frem at den politiske usikkerheten kan ha en innvirkning på antall utdanningsløp som rettes mot kjernekraft. Gjennom intervjuene kommer antydninger om at det politiske ståstedet har innvirker på satsningen på utdanning rettet mot det nukleære. Informanten innenfor det politiske fremhever også viktigheten av samspill mellom den politiske viljen og utdanningsmengde.

«Først er det den politiske viljen og så er det da at hvis det blir politisk vilje om at vi innfører kjernekraft så må vi gjøre noe med utdanningsinstitusjonene våre og få på plass utdanningsveier innen det fagområdet, for det har vi fint lite av i dag». (S5)

Som tidligere vist i analysen av F2 er det å utarbeide utdanningsløp en viktig del for å øke kunnskapen. Gjennom intervjuprosessen kom det frem at det vises en økning i mengde kurs og emner som kan studeres ved høyere utdanning i Norge. Disse antydningene om økt kursmengde og utdanningsløp kom frem i intervjuet med en aktør fra energibransjen:

«UIO starter nå opp et kurs om kjernefysikk til høsten og det er et kurs som kunne ledet inn i å utdanne folk innen kjernekraft». (S2)

For å kunne implementere kjernekraft i Norge er det avgjørende å utdanne nødvendig personell. Under intervjuet med en av aktørene fra energibransjen blir det presisert at flere av landets universiteter bør innføre utdanningsløp knyttet til det nukleære. Aktøren fremlegger dette gjennom:

«Skal vi ha kjernekraft i Norge så er vi faktisk nødt til å lage utdanningsprogrammet, som de nå begynner å gjøre i Oslo og som vi må begynne å gjøre i Bergen, og som vi må gjøre i Trondheim og gjerne andre universiteter i Norge også». (S3)

For å øke kompetansemengden innenfor nukleær teknologi er det startet opp et forskningssenter som er et samarbeid mellom Universitetet i Oslo, IFE og Norges miljø-og biovitenskapelige universitet (NMBU) (Lynnebakken, 2023). Senteret har blant annet fått støtte gjennom regjeringen på 200 millioner kroner. Senteret vil drive forskning innenfor flere av fagområdene innenfor nukleær teknologi. Hovedmålet med arbeidet er å styrke den norske kunnskapen innenfor det nukleære fagfeltet (Regjeringen, 2023).

Forskningsmidler

Ettersom kjernekraft innehar den tidligere nevnte politiske risikoen, kan dette føre til at det også har utfordringer med å motta forskningsmidler. Gjennom datainnsamlingen fremkom det tegn på at kjernekraft er et underfinansiert fenomen innenfor forskning. Det kan se ut som at fenomenet blir direkte utelatt fra muligheten til å søke om enkelte forskningsmidler.

«Det står av og til i utlysninger til midler at konkret kan ikke kjernekraft søkes på, selv om alle andre premisser for det middelet passer veldig bra for kjernekraft. Det skal være sikker teknologi, det skal være lavutslippsteknologi etc., også står det «men ikke kjernekraft». (S3)

Et forskernettverk har blant annet gått sammen og skrevet en kronikk om forskningsrådets utlysning av “Forskningscentre for miljøvennlig energi” (FME). Her nevner de blant annet at flere norske partier har uttalt seg om at man trenger mer kompetanseutvikling på fremtidige kjernekraftteknologier (Halse, et al., 2023). Selv om det er konstatert at man trenger økt kunnskap og EUs vitenskapspanel sier at moderne kjernekraft er den tryggeste energikilden, inneholder FME-utlysningen en avgrensning rettet mot kjernekraft (Halse, et al., 2023). Det

står eksplisitt under avgrensninger at «det vil heller ikke kunne søkes om FME innenfor kjernekraft» (FME, 2023).

6.2.1 Gradering av F2 Kunnskapsutvikling

Funnene som er kommet frem gjennom analysen av funksjonen viser at det opp gjennom årene har blitt gjort mye forskning omkring kjernekraft og kunnskapsnivået i Norge er derfor høyt. Funn tyder også på at det er en økende mengde utdanningsløp, men at forskning rundt kjernekraft blir utelatt fra FME.

Basert på funn gjennom analysen anses denne funksjonen derfor å være middels. En total oversikt over funn fra analysen av denne funksjonen finnes i Vedlegg Oppsummering analyse F2.

6.3 Funn og analyse: F3 Kunnskapsspredning gjennom nettverk

Kunnskapen og informasjonen som blir utviklet gjennom FoU-prosjekter, utdanning og lignende har også behov for å bli distribuert. Derfor er et nettverk en viktig del av innovasjonssystemet (Hekkert, et al., 2007). I et nettverk møtes ofte det statlige og forskningsinstitutter. Slike nettverk er ofte standarder for om teknologien blir etablert (Hekkert, et al., 2007). Hekkert (2007) presenterer at indikatorer på denne funksjonen er gjennom å kartlegge og analysere antall konferanser og lignende innenfor temaet, samt størrelsen på nettverket.

I denne studien er nettverket analysert og kartlagt gjennom nettsøk på mengden konferanser og lignende. Informantene er også blitt spurt om deres tanker angående antall konferanser og størrelsen på nettverket.

Kommunikasjon og deling

Innenfor et nettverk er det viktig at kommunikasjonen mellom de ulike partene er tilstedeværende og god. Kommunikasjonen må være til stede for å kunne kommunisere ut kunnskapen som blir frembrakt gjennom forskning. For å forstå kommunikasjonen og nettverket ble derfor alle informantene spurt om hvordan de opplever nettverket, samt hvordan de opplever delingen innenfor nettverket. Det antydes da at det ikke er et eget norsk forum hvor kunnskap deles og kommunikasjon mellom partene foregår.

«Det er ofte konferanser arrangert av Tekna eller naturvernforbundet, klimavenner for kjernekraft. Så det er liksom ikke noe norsk forum, sånn drevet av et eller annet departement, det er det ikke i det hele tatt». (S1)

Konferanser og seminarer

En annen måte å kommunisere ut informasjon og kunnskap på er gjennom konferanser og seminarer. For å få et overblikk over antall konferanser og seminarer som omhandler eller innehar bolker om kjernekraft, ble alle informantene spurt om hvordan de oppfatter mengden konferanser som omhandler temaet og hvordan de stiller seg til mengden av dem.

Det viser seg at ved undersøkelsen av hvordan informantene i oppgaven stiller seg til mengden av konferanser rundt temaet, indikeres det at der er en gradvis økning i antall konferanser om kjernekraft eller som tar med kjernekraft som en egen bolke.

«Mitt inntrykk av det er at det blir mer og mer av det. Så det er ikke nok enda, for det er jo det at det henger veldig mye med at oppslutning henger sammen med informasjon og da må man få ut mer informasjon og da er konferanser en metode man kan gjøre det på, eller seminarer og den type ting». (S4)

For å få et lite innblikk i konferansemengden er det utført nettsøk. Under nettsøket kom det frem to relativt store konferanser som innehar egne bolker om kjernekraft. Dette er konferansene “Produksjonsteknisk konferanse 2023” (PTK) og “Energi Norge 2023” som begge innehar egne bolker omhandlende kjernekraft (PTK, u.d.) (npf, u.d.). I bolken under PTK ble temaet blant annet presentert fra ulike personer og vinklinger av temaet (PTK, u.d.).

Kunnskapsdeling gjennom den offentlige debatten

Kunnskapsdelingen kan også foregå gjennom offentlige debatter presentert av media, samt andre innlegg. Som tidligere presentert i studien er implementering av kjernekraft svært avhengig av politisk gjennomslag og et politisk vedtak. Under intervjuprosessen ble det derfor undersøkt hvordan de ulike informantene oppfatter den offentlige debatten og statens satsing på kjernekraft.

Basert på intervjuet med informanten som kommer fra akademia og innehar en sterk kunnskap og teknisk kompetanse gir vedkommende antydninger om at den norske befolkningen skjønner og forstår det tekniske på et generelt nivå. Vedkommende indikerer derfor at media kan tillate et mer faglig innhold i debatten.

«Min erfaring er, og jeg har jo reist en del rundt i Norge, og min erfaring er at folk skjønner det tekniske ganske godt intuitivt og der tror jeg media med fordel kunne tillatt litt mer faginnhold i debatten». (S1)

Det kommer også frem antydninger om at det som kommer frem i media og andre fora har et høyere faglig nivå nå enn tidligere. Den økte graden av faglig nivå på informasjonen kan medføre at den iboende frykten i befolkningen kan reduseres. Dette baseres på antydninger som er kommet frem i intervju med politikere om at frykten baseres på feilinformasjon.

«Jeg oppfatter det at nå er det mer faktakunnskap som kommer frem og det er jo det aller viktigste vi er nødt til å ta tak i. For den frykten som er iboende i befolkningen den er jo basert på feilinformasjon eller gammel informasjon og ikke informasjon om ny teknologi som dette her er». (S5)

6.3.1 Gradering av F3 Kunnskapsspredning

Analysen av funksjonen «kunnskapsspredning» viser funn av økning i mengde konferanser og at det er kunnskapsbasert informasjon som blir delt gjennom ulike fora. Samtidig indikeres det at det ikke er et direkte opprettet nettverk for kjernekraft.

Denne funksjonen anses derfor å være middels. En total oversikt over funn gjort i analysen av denne funksjonen finnes i Vedlegg Oppsummering analyse F3.

6.4 Funn og analyse: F4 Veiledning av søket

Ettersom mengden ressurser er begrenset og det foreligger flere ulike typer teknologier er det viktig at det foreligger en veiledning til valg av teknologi (Hekkert, et al., 2007). Det presenteres flere ulike måter å analysere og kartlegge veiledningen på. Blant annet kan man se på antall artikler, politiske mål og lignende (Hekkert, et al., 2007).

For å kunne belyse denne funksjonen empirisk har vi spurt samtlige informanter om deres tanker om den norske energistrategien, samtidig som vi har holdt oss oppdatert på hva som skjer i nyhetsbildet omkring temaet.

Energi21 er Norges nasjonale strategi for FoU og kommersialisering av ny klimavennlig teknologi. I “Energi21-rapporten 2022” presenterer de ikke kjernekraft som en del av energistrategien, men de legger den frem som en teknologi hvor kunnskapsområdet og teknologien må videreutvikles (Energi21, 2022). I rapporten presenteres det tiltak som å iverksette FoU, demonstrasjonsaktiviteter og kommersialiseringsaktiviteter innenfor de ulike forsknings- og innovasjonsbehovene (Energi21, 2022).

Innføring av kjernekraft i Norge vil ha behov for et politisk vedtak eller indikasjon om at en eventuell konsesjonssøknad vil kunne få godkjenning. Norge innehar en atomenergilov som sier at en etablering av kjernekraft vil kreve konsesjon og at det er stortinget som må gi samtykke før konsesjonen kan gis (Kristiansen & Sæle, 2023). Flere av informantene for denne oppgaven nevner også viktigheten av politikken rolle i forhold til innføring av kjernekraft. Antydningene som er kommet frem i intervjuene tyder på at alt omhandlende kjernekraft er avhengig av det politiske, og at politikere og aktører må spille på lag for å realisere industrien.

Den politiske informanten konkretiserte dette:

«For alt handler om politikk, det er derfor vi holder på med det. Så lenge politikerne ikke spiller på lag og er medspillere, så vil det aldri bli en realitet heller». (S5)

Det vil være en nødvendighet at regjeringen og energiministeren stiller seg positiv til en eventuell implementering av kjernekraft som en del av energimiksen for at dette skal være mulig. I et spørsmål omhandlende implementering av kjernekraft gir dagens energiminister indikasjoner på at Norge har et annet utgangspunkt og et annet behov enn de europeiske landene som implementerer kjernekraft som en del av deres energimiks. Dette argumenteres med at den norske topografien egner seg godt til regulerbar vannkraft, samtidig som at regjeringen har gjenåpnet konsesjonsbehandlingen for vindkraft på land (Aasland & Bjuland, 2023).

Da vi forespurte informantene om hva de anser som barrierer for implementeringen av kjernekraft i Norge var det flere av dem som nevnte at det er politikken omkring kjernekraft som i all hovedsak har størst påvirkning på implementeringen. Dette medfører at Norge som

nasjon har like tekniske og fysiske forutsetninger for implementering som andre land. Dette presiserte også informanten fra akademia gjennom å si:

«Det som butter imot i Norge er jo i all hovedsak politikk da. Sånn rent teknisk, fysisk og kommersielt og alle sånne mulige praktiske ting er ikke noe vanskeligere her enn andre plasser. Det er politikken rundt det». (S1)

Akademia, kommersialiseringsaktører og utviklingsaktører vil være avhengig av å få en indikasjon på at kjernekraft er noe Norge ønsker som en del av energimiksen. For akademia og utviklingsaktører vil et slikt signal kunne være tilgang på forskningsmidler, et politisk vedtak eller at det må forskes mer på fenomenet. For kommersialiseringsaktører vil interessen fra kommuner og energikommisjonens satsing på kjernekraft være svært viktig for videre arbeid. Ved utførelse av nettsøk er det i denne oppgaven funnet flere indikasjoner på både FoU- og kommersialiseringsaktører som gir ulike former for signaler.

- Regjeringen har bevilget 200 millioner til et nasjonalt senter for nukleær forskning (Regjeringen, 2023).
- Kjernekraft blir eksplisitt utelukket fra FME (FME, 2023).
- Energikommisjonens flertall fremlegger at kjernekraft ikke er en løsning for Norge nå, men at man må følge den globale utviklingen (NOU, 2023, p. s. 18).
- Flere Norske kommuner har kontaktet Norsk kjernekraft for å lære mer om fenomenet og åpner dørene for kjernekraft (Hovland, 2023).

Under datainnhenting ble hver informant spurt om deres tanker om regjeringens signaler. Det var en del ulike tanker om signalene er rettet mot den teknologiske utviklingen eller om det var signaler rettet mot kommersialisering. De fleste av informantene tolket regjeringens signaler i retning at dette ikke er noe man ønsker å satse på i Norge per nå. En av informantene fra energibransjen tydeliggjorde tanken omkring satsningen gjennom å si:

«Altså, regjeringen har jo vært tydelig på at kjernekraft er noe man ikke ønsker å satse på for øyeblikket, så det signalet i seg selv er jo ganske tydelig». (S2)

Veiledning av søket	Kjernekrafts signal	Datakilde
Arbeiderpartiet	<i>Kjernekraft er ikke en del av alternativene for å raskt få strømprisen ned.</i>	<u>Nettavisen</u>
Høyre	<i>Høyre vil utrede Norges behov for kjernekraft.</i>	<u>Høyre</u>
Fremskrittspartiet	<i>Satse mer på FoU innenfor kjernekraft.</i>	<u>FRP</u>
Miljøpartiet de grønne	<i>Vil ikke gå inn for utredning av kjernekraftverk på norsk territorium.</i>	<u>MDG</u>

Tabell 9 Partiers kjernekrafts signaler

Tabell 9 viser en oversikt over hvilke signaler som kommer fra flere av partiene i Norge.

6.4.1 Gradering av F4 Veiledning av søket

Analysen av funksjonen tyder på at det er mye som peker mot at man bør satse på SMR-kjernekraft, men det foreligger veiledning rettet mot andre energikilder. De mest markante funnene som er kommet frem gjennom analysen av F4 er at det er flere partier som ønsker FoU innen kjernekraft og at energiministeren går ut og avfeier kjernekraft som en del av energimiksen.

Derfor anses funksjonen å være svak innenfor kjernekraft i Norge. En total oversikt over funn som er gjort under analysen av denne funksjonen finnes i Vedlegg Oppsummering analyse F4.

6.5 Funn og analyse: F5 Markedsetablering

Implementeringen av en ny teknologi står ofte overfor utfordringer ved å skulle konkurrere mot allerede eksisterende og etablerte teknologier (Hekkert, et al., 2007). Det er flere måter det legges til rette for etableringen av en ny teknologi, blant annet er ulike skatteregimer og lignende tiltak noe som kan utføres. Indikatorer for å kartlegge denne funksjonen er blant annet antall nisjemarkeder, skatteregimer og nye miljøstandarder som er utformet for teknologien (Hekkert, et al., 2007).

Ettersom kjernekraft er en teknologi som må konkurrere mot etablerte energikilder som vannkraft, vindkraft og solkraft, så har vi spurt alle informantene om deres tanker rundt

markedsstørrelsen. Vi har også undersøkt om informantene ser for seg at det er plass til kjernekraft i den norske energimiksen.

Gjennom datainnsamlingen ønsket vi å se hvordan kraftmarkedet i Norge ser ut og hvor stor mengde energi man trenger i årene fremover. Det er derfor foretatt nettsøk omkring kraftstatus. Det fremkom da gjennom Stortinget sitt representantforslag 129 S (2022-2023) til myndighetene hvor de skriver om Energikommisjonen sin rapport som presiserer at Norges kraftproduksjon må økes betydelig frem mot 2030 og 2050 (Astrup, et al., 2023). Det nevnes at alle energiformer bør tas inn i en langsiktig vurdering for å nå nasjonale klimamål, utvikle grønn industri og bevare relativt lave strømpriser. Det nevnes at kjernekraft ikke vil løse 2030-behovene grunnet stadiet det befinner seg i per i dag (Astrup, et al., 2023).

Energimangel og energikrise har vært temaer i alle intervjuene som er utført. Det er spesielt et av intervjuene med en av aktørene fra energibransjen som stikker seg frem. Vedkommende kommer med direkte anslag og indikasjoner på mengden energi Norge vil trenge. Det kommer også frem indikasjoner på at det på bakgrunn av kraftbehovet vil være plass til kjernekraft.

«DNV har anslått 166 Twh frem til 2050, og det er en økning på 115% i forhold til i dag, så da er det sann sett så stor plass til ny energi at man klarer ikke å mette det behovet egentlig. Altså, det skal veldig mye til for å mette det behovet om en satser på alt mulig egentlig». (S4)

Forskning antyder at myndighetene og samfunnet ikke har noe annet valg enn å implementere kjernekraft i energimiksen. Både FNs klimapanel og IEA fremlegger at kjernekraft må være del av løsningen for å nå de globale klimamålene som er satt innen 2050 (Astrup, et al., 2023). Under intervjuene med de ulike informantene kom det også frem flere antydninger på at en kraftmangel vil være et faktum i årene fremover og at kjernekraft derfor bør være på agendaen som en energikilde. Dette ikke bare for å nå klimamålene, men også for å sikre effektsikkerheten nasjonalt. Effektsikkerhet baserer seg på at tilbud av energi er minst like stort som etterspørselen. Energikommisjonen viser til en måling fra februar 2021 hvor forbruket var på 25 230 MWh, mens produksjonen var på 24 676 MWh (Norges offentlige utredninger, 2023). Gjennom intervjuprosessen ønsket vi å se hvordan signalene rundt energibehovet retter seg mot implementeringen av kjernekraft. Det kan sees ut som at framskrivningene om

kraftbehovet som statlige myndigheter presenterer i seg selv er et signal om at energimarkedet vil ha behov for kjernekraft.

«Hvis man ser på kraftmarkedet og hvis man ser på alle framskrivningene om kraftbehov som statlige myndigheter kommer med da, så er det et signal om at kjernekraft bør man ha på agendaen». (S2)

Gjennom intervjuprosessen kom det frem indikasjoner på at utbygging av kjernekraft vil være kapitalkrevende. Det er også kommet frem antydninger på at det vil være til hjelp for utbyggere at det gjøres tiltak for å få ned finansieringskostnadene rundt utbygging. En aktørs rente og avkastningskrav har mye å si for utbyggingen av kjernekraft.

Et intervjusubjekt fra energibransjen kom med en mulig løsning for hvordan myndighetene kan bidra til å skape bedre og tryggere rammer for eventuell etablering av et kjernekraftmarked.

«Så kan det være lurt å gjøre tiltak for å få ned finansieringskostnadene. Akkurat som for vindkraft, så er det veldig kapitalintensivt dette med kjernekraft. Du bygger en stor dyr enhet også har du nesten ingen driftskostnader etterpå, så hvor mye du får i renter og avkastningskrav har mye å si». (S2)

Den politiske usikkerheten og risikoen er også med på å påvirke markedsetableringen dette med tanke på insentiver, renter og avkastningskrav. Insentiver som er nevnt av informanter er som tidligere nevnt rettet mot finansiering. Det kommer frem et funn om at markedsetableringen er sterkt påvirket av den politiske holdningen rettet mot kjernekraft. Gjennom datainnsamlingen antyder informant fra akademia dette ved å si:

«Det som butter imot i Norge er jo i all hovedsak politikk da. Sånn rent teknisk, fysisk og kommersielt og alle sånne mulige praktiske ting er ikke noe vanskeligere her enn andre plasser. Det er politikken rundt de». (S1)

6.5.1 Gradering av F5 Markedsetablering

Analysen av funksjonen viser at energibehovet fremover er stort og at det i seg selv vil gi plass til kjernekraft. Samtidig er det ingen direkte hjelp eller insentiver fra myndighetene for å implementere kjernekraft som en energikilde.

Funksjonen anses å være svak. En total oversikt over funn fra analysen av funksjonen finnes i Vedlegg Oppsummering analyse F5.

6.6 Funn og analyse: F6 Ressursmobilisering

Allokeringen av både menneskelige og økonomiske ressurser er nødvendige som basisinnputt i de ulike aktivitetene i innovasjonssystemet (Hekkert, et al., 2007). Det er varierende fra teknologi til teknologi i hvilke aktiviteter behovet for ressurser er størst. Denne funksjonen er vanskelig å kartlegge direkte gjennom indikatorer, men det kan gjøres ved å undersøke aktørers tilgang til ressurser (Hekkert, et al., 2007).

Ettersom vi har informanter fra ulike deler av systemet, har vi spurt hver informant om hvordan de oppfatter ressurstilgangen innenfor ulike deler av teknologiløpet. Med teknologiløpet mener vi alt fra FoU til kommersialisering av teknologien.

Kjernekraft er en energikilde som per nå er i en fase hvor en planlegging og utvikling av en eventuell industri pågår. Det ble derfor gjennom intervjuprosessen lagt vekt på hvilken ressurstilgang som finnes i dag og hvilke forhold de ulike informantene har omkring det. Det er lite som tyder på at det foreligger utbyggingsprosjekter eller innsendte konsesjonssøknader per i dag. Gjennom intervjuprosessen foreligger det ikke en industri og utbyggingsprosjekter er ikke blitt vektlagt.

Gjennom intervjuene antydes det til at det foreligger en tilstrekkelig mengde ressurser tilgjengelig hos myndighetene nå, på bakgrunn av situasjonen og fremgangen rundt teknologien. Det indikeres at slik situasjonen er i dag så er tilgang på ressurser tilstrekkelig, men hvordan tilgang på ressursene er om kjernekraftteknologi hadde blitt implementert i Norges energimiks kom ikke like tydelig frem.

«Med tanke på at vi per i dag ikke har noe konkrete prosjekter for å bygge kjernekraft så synes jeg at staten har en fornuftig mengde ressurser på det». (S2)

En implementering av kjernekraft vil være avhengig av både menneskelige og økonomiske ressurser. Intervjusubjektene er blitt spurt om hva deres tanker er angående tilgang på ulike ressurser. Gjennom svarene på spørsmålet omkring ressurstilgang, antydes det fra

informanter at kjernekraft er underfinansiert i forhold til svært mange andre teknologier i Norge.

«Det er i forhold til alle andre områder er kjernekraft veldig underfinansiert i Norge». (S1)

For å forstå hvordan investormiljøet rundt kjernekraft er i Norge forhørte vi oss med informantene om deres tanker i forhold til investorer og investormiljøer. Datainnsamlingen gir indikasjoner på at det ikke foreligger et egent investormiljø direkte rettet mot kjernekraft, men at det er mange investorer og finansinstitusjoner som er interessert.

«Det er ikke noe eget miljø innenfor kjernekraft, men i forhold til kjernekraft, jeg har jo mange ting å gjøre med mange finansinstitusjoner. Og de er jo, finansfolk er jo veldig enkle sånn sett da. De ser på: Er det trygt, fungerer det, kostnaden akseptabel osv.». (S1)

Ved å se på aktørene som er innenfor kjernekraftindustrien i Norge i dag, og deres investorer gir det indikasjoner på at det er villighet blant finansindustrien til å investere i selskaper rettet mot kjernekraft. Kommersialiseringselskapet Norsk kjernekraft AS har blant annet flere store investorer fra Vestlandet, men de ulike investorenes investeringsbeløp er ukjent (Brenna, 2023).

På bakgrunn av politisk risiko som foreligger omkring kjernekraft, er flere av informantene blitt forespurt om deres tanker rundt redsel for å investere i enten selskaper eller prosjekter direkte knyttet til kjernekraft. Det nevnes blant annet at investorene i all hovedsak ser på de økonomiske tallene rundt kjernekraft fremfor det politiske. Samtidig indikeres det at finansindustrien derfor venter på konsepter og prosjekter de kan investere i.

«De har ikke noe ideologisk innfallsvinkel på dette da. De ser bare på tallene, og det er veldig befriende. Så finansindustrien venter egentlig på at det nå skal komme ut nye konsepter de skal investere i da». (S1)

En implementering og oppstart av kjernekraft vil også ha behov for menneskelige ressurser. Norge er en stormakt innen sikkerhet og atomenergi, og muligens det beste landet i verden innenfor dette (Bye & Johannessen, 2023). Halden HTO-prosjektet er finansiert av 20

organisasjoner i 12 land for å bidra til forskning. På bakgrunn av IFE sitt atomsikkerhetsarbeid har de blant annet vært involvert i prosjektet for å støtte den pågående krisen i Ukraina. Dette på bakgrunn av IFE sin sikkerhetsforskning og opparbeidet nettverk innen kjernekraft (Bye & Johannessen, 2023). Dette gir tydelige indikasjoner på at det er en del menneskelige ressursene til stede gjennom blant annet IFE.

6.6.1 Gradering av F6 Ressursmobilisering

For å velge korrekt teknologi og for å bygge ut en industri vil det kreve ressurser, både i form av mennesker og kapital. Analysen av funksjonen ressursmobilisering viser at det er tilgang på kapital, men på bakgrunn av manglende prosjekter er antall investorer lav. I forhold til tilgang på menneskelige ressurser fremkom det at det er tilgang på menneskelige ressurser hos IFE. Det kom ikke frem noe indikasjon på at vi har tilgang på de ressursene som trengs for å implementere kjernekraft, samt møte en mulig eskalering.

Funksjonen anses derfor å være middels. En total oversikt over funn fra analysen av denne funksjonen finnes i Vedlegg Oppsummering analyse F6.

6.7 Funn og analyse: F7 Legitimering

Ved utvikling og implementering av ny teknologi vil det være nødvendig for den nye teknologien å bli del av et eksisterende regime. Det vil da være behov for ulike interessegrupper som fremmer den nye teknologien (Hekkert, et al., 2007). For å kartlegge denne funksjonen kan en analyse av antall interessegrupper og deres lobbyaktivitet bli brukt som indikatorer (Hekkert, et al., 2007).

For å kartlegge styrken på denne funksjonen har vi utført nettsøk for å undersøke antall interessegrupper innenfor temaet. Vi har samtidig spurt alle informantene om deres tanker rundt lobbyaktiviteten som foregår innenfor kjernekraft.

Det er flere måter samfunnets holdning kan påvirkes og dermed resultere i politisk utfall omkring kjernekraft. Blant annet vil en mulig aktivitet være å få omtale i riksaviser. Det viser seg på bakgrunn av datainnsamlingen gjennom intervjuer og under nettsøk at det er økende omtale om kjernekraft i riksaviser. Omtalen kan bidra til en økt legitimering av kjernekraft i Norge, selv om det ikke direkte er en lobbyaktivitet. Under intervjuet med informanten fra politikken kom det frem indikasjoner på at medier har startet å ta tak i temaet.

«Nei jeg synes jo de statlige eller de riksaviser og det har begynt å ta tak i det, men det går gjerne litt seint». (S5)

I legitimeringsfunksjonen er det ofte lobbyvirksomhet som er den største indikasjonen på styrken til funksjonen. Det ble derfor i denne oppgaven stilt spørsmål omkring lobbyaktiviteten rundt kjernekraft i Norge. Det fremkom da flere indikasjoner på at det ikke direkte er statlig- eller aktørfinansierte lobbygrupper. Under intervjuet med person fra academia indikerte vedkommende at det foreligger noe arbeid innen lobbyvirksomhet.

«Lobbymessig er det jo veldig lite ressurser som er brukt, det er jo noen få personer egentlig inklusiv meg selv som skriver og er ganske aktive». (S1)

I diskusjonen omkring energimiksen i Norge og da spesielt kjernekraft blir dette sett opp mot allerede implementerte energikilder, blant annet vindkraft. Vedkommende fra academia trakk derfor paralleller mellom lobbyvirksomhet innen kjernekraft og vindkraft. Det indikeres at det ikke foreligger samme profesjonelle aktivitetsgrad innenfor kjernekraft som i vindkraft. Samtidig indikeres det at arbeidet som nå pågår bidrar til en omlegging i holdningen rettet mot kjernekraft.

«Det er ikke noe profesjonell lobbyvirksomhet slik som på vindkraftsiden, men ellers holder jeg jo mye innlegg, og jeg mener å sanse at det er ganske stor omlegging av holdningene til kjernekraft de siste 2-3 årene». (S1)

Ved innhenting av data gjennom intervjuene ble vi tipset om den ikke-statlige organisasjonen (NGO), Klimavenner for kjernekraft. Klimavenner for kjernekraft er en frivillig forening som gjennom sitt arbeid ønsker å få aksept for kjernekraft i Norge. Dette arbeidet foregår i all hovedsak gjennom å spre fakta og kunnskap omkring hvor positiv kjernekraft er for miljø og klima (Klimavenner, u.d.).

Dette fremkom da informanten fra academia ble forespurt om hvem som driver med lobbyaktivitet innenfor kjernekraft. Vedkommende nevnte da også aktøren Norsk kjernekraft AS i forbindelse med aktører som arbeider med dette.

«Lobbyvirksomhet som sagt så er det ikke noe jeg vet om da, så det er jo kort og godt de i Norsk kjernekraft, det teamet som jeg har, Klimavenner for kjernekraft og noen få andre. Og stort sett alle jobber uten eller vi har ingen lobbyister som hjelper oss på noen som helst måte. Så alt er dratt frem på egen kjøll». (S1)

6.7.1 Gradering av F7 legitimering

Gjennom analysen av funksjonen legitimering kommer det frem indikasjoner på at aktiviteten innenfor denne funksjonen er lav og at finansieringen av lobbyvirksomhet er lav. Samtidig er mengden informasjon som formidles og aktiviteten i samfunnet økende.

Denne funksjonen anses derfor å være middels. En total oversikt over funn som er gjort under denne analysen vises i Vedlegg Oppsummering analyse F7.

6.8 Oppsummering beskrivende sitater TIS

TIS funksjon	Sitat/ data	Respondent
F1: Entreprenøriell aktivitet	«Det teknologiske miljøet eller gründermiljøet rundt kjernekraft har jo vært ikke-eksisterende i Norge inntil nå»	Aktør
F2: Kunnskapsutvikling	«Skal vi ha kjernekraft i Norge så er vi faktisk nødt til å lage utdanningsprogrammet, som de nå begynner å gjøre i Oslo og som vi må begynne å gjøre i Bergen, og som vi må gjøre i Trondheim og gjerne andre universiteter i Norge også»	Aktør
F3: Kunnskapsspredning	«Mitt inntrykk av det er at det blir mer og mer av det. Så det er ikke nok enda, for det er jo det at det henger veldig mye med oppslutning som henger sammen med informasjon og da må man få ut mer informasjon og da er konferanser en metode man kan gjøre det på, eller seminarer og den type ting»	Aktør
F4: Veiledning i søket	«Det som butter imot i Norge er jo i all hovedsak politikk da. Sånn rent teknisk, fysisk og kommersielt og alle sånne mulige praktiske ting er ikke noe vanskeligere her enn andre plasser. Det er politikken rundt det.»	Forsker
F5: Markedsetablering	«Hvis man ser på kraftmarkedet og hvis man ser på alle framskrivningene om kraftbehov som statlige myndigheter kommer med da, så er det et signal om at kjernekraft bør man ha på agendaen»	Aktør
F6: Ressursmobilisering	Det er ikke noe eget miljø innenfor kjernekraft, men i forhold til kjernekraft. Jeg har jo mange ting å gjøre med mange finansinstitusjoner. Og de er jo, finansfolk er jo veldig enkle sånn sett da. De ser på: er det trygt, fungerer det, kostnaden akseptabel osv.	Forsker
F7: Legitimering	«Lobbyvirksomhet på som sagt så er det ikke noe jeg vet om da, så det er jo kort og godt de i Norsk kjernekraft, det teamet som jeg har, klimavenner for kjernekraft og noen få andre. Og stort sett alle jobber uten eller vi har ingen lobbyister som hjelper oss på noen som helst måte. Så alt er dratt frem på egen kjøl	Forsker

Tabell 10 Empirisk data TIS

Tabell 10 viser en oversikt over noen av sitatene som beskriver funksjonene.

6.9 Oppsummering av funn

Tabell 11 viser en oppsummering av funnene i de ulike funksjonene som kan bidra til å enten fremme eller hemme implementeringen av kjernekraft i Norge, samt graderingen av funksjonene fra svak til sterk.

TIS funksjon	Fremmer implementeringen	Hemmer implementeringen	Helhetlig styrke
F1: Entreprenøriell aktivitet	Økende entreprenøriell aktivitet. Økende mediedekning.	Manglende politisk vedtak. Få antall pågående prosjekter for kommersialisering. Få antall pågående utviklingsprosjekter.	Middels
F2: Kunnskapsutvikling	Økt mengde utdanningsløp. IFE sin forskning. IFE reaktorsimulator. Forskningssenter for kjernekraft.	Kjernekraft er ikke en del av FME sin utlysning. Politisk usikkerhet. Politisk risiko.	Middels
F3: Kunnskapsspredning	Mer faktabasert kunnskap som deles. Økning i mengden konferanser	Ingen direkte forum for kjernekraft. Statens satsing er ikke i takt med kunnskapsutviklingen.	Svak
F4: Veiledning av søket	Bevilget 200 millioner til forskningssenter. Flere partier ønsker FoU innenfor kjernekraft.	Regjeringen ønsker ikke å satse på kjernekraft. Energiministeren ønsker ikke kjernekraft. Energikommisjonen fremlegger at kjernekraft ikke er løsningen for Norge.	Svak
F5: Markedsetablering	Stort energibehov i fremtiden, stort nok til at kjernekraft kan etableres. Representantforslag til regjeringen viser til eventuelle behov for kjernekraft som del av energimiksen.	Ingen insentiver for kjernekraft i dag. Ingen spesifikke avkastningskrav eller renter presentert. Politisk motarbeidelse	Svak
F6: Ressursmobilisering	Mange kunnskapspersoner innen atomsikkerhet Stor investeringsvillighet	Underfinansiert	Middels
F7: Legitimering	Økt interesser fra statlige organer og riksaviser	Få profesjonelle lobbyister Få aktive lobbyister	Middels

Tabell 11 Oppsummering TIS

6.10 Den uformelle institusjonen (samfunnet)

Denne oppgavens opphav startet på bakgrunn av økte strømpriser, økt omtale om kjernekraft, samtidig som det pågikk en energikrise i Europa. Denne analysedelen fremlegger samfunnets tanker og holdninger, samt påvirkning på implementering.

Gjennom intervjuprosessen ble informantene spurt om utvikling og satsing innen kjernekraft. I den forbindelse kom det frem indikasjoner på at strømprisene og befolkningens holdninger rundt kjernekraft er nært beslektet. Indikasjonene rettes mot at den økte aksepten omkring kjernekraft kan basere seg på at strømprisen er høy.

«Og veldig godt eksempel, altså vi alle lider under høye strømpriser nå. Plutselig så skjønner vi hvilken avtale Norge har gått inn i sant, med deling og kjøp og salg av strøm, og det bidrar kanskje til at flere er nysgjerrige på alternative løsninger som kjernekraft. Fordi vi ønsker jo ikke noen å betale mer enn det er behov, så når du på en måte kommer inn i lommeboka på Ola Nordmann så begynner kanskje Ola Nordmann å våkne litt». (S5)

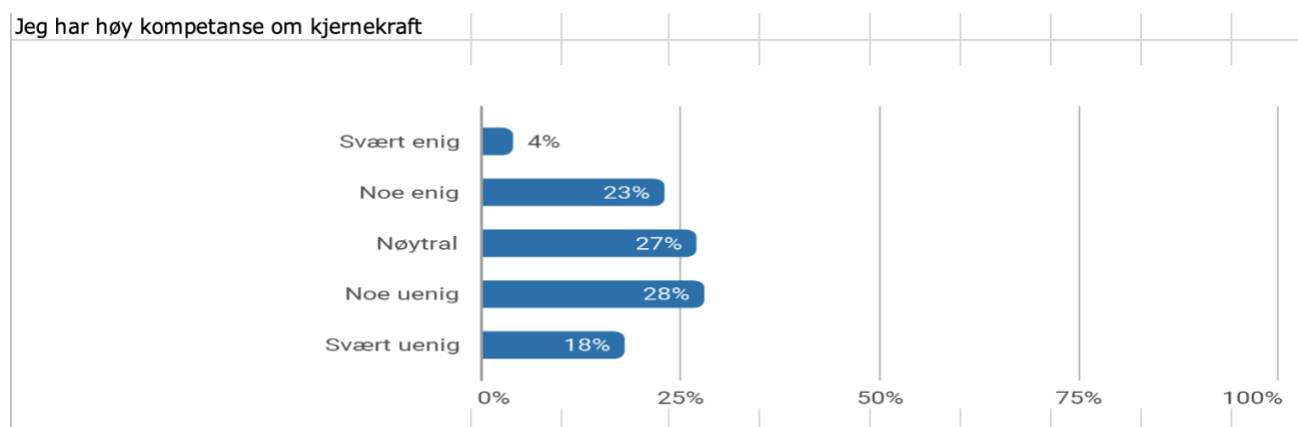
Under analysen av F7 i TIS kom det frem at aktivitetsnivået omkring arbeidet som blir utført for å skape legitimitet av kjernekraft i samfunnet er lavt. Gjennom intervjuprosessen ønsket vi å forhøre oss om intervjusubjektene sine tanker om samfunnets holdning. Svarene som er kommet frem gir indikasjoner på at den nasjonale diskursen rundt kjernekraft er økende og at holdningen og omtalen øker. Aktør fra energibransjen sa blant annet:

«Det ser ut til at den nasjonale diskursen går i riktig retning da. Spesielt da fra starten av 2023, kanskje slutten av 2022, så har det endret seg vesentlig. Plutselig er det blitt greit å snakke om kjernekraft til og med. Så det ser ut til at det er flere og flere som tør å snakke om det da». (S4)

For å få et større innblikk i samfunnets holdning opp mot kjernekraft og de ulike energikilder er det i denne oppgaven blitt utført en spørreundersøkelse. I spørreundersøkelsen er respondentene delt inn i bosted, alder og kjønn. Det er totalt 74 respondenter av spørreundersøkelsen.

6.10.1 Påstand: Jeg har høy kompetanse om kjernekraft

For å kunne få aksept for kjernekraftteknologien i Norge vil samfunnets kunnskapsnivå være en viktig bidragsyter. I spørreundersøkelsen ble det derfor stilt spørsmål i forhold til respondenten sine tanker om eget kunnskapsnivå. Spørreundersøkelsen gir indikasjoner på at det generelle kunnskapsnivået omkring kjernekraft blant befolkningen i Norge er relativt lav. Blant alle respondentene har 46% besvart at de er *noe uenig* eller *svært uenig* i at de har høy kompetanse om kjernekraft. Det er kun i underkant av 30% av respondentene som svarer at de er *noe enig* eller *svært enig* i at de innehar høy kompetanse om kjernekraft.

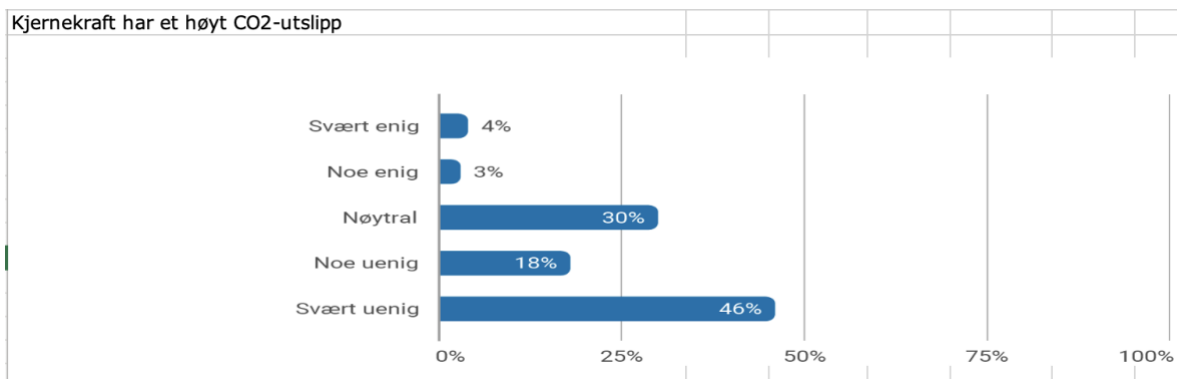


Søylediagram 1 Besvarelser av "jeg har høy kompetanse innenfor kjernekraft"

Søylediagram 1 viser en oversikt over besvarelsene på spørsmålet rundt befolkningens kompetanse innen kjernekraft.

6.10.2 Påstand: Kjernekraft har et høyt CO2-utslipp

Samfunnet vi lever i per i dag har et søkelys på bærekraft og fremtiden. Med dette i bakhodet vil en implementering av en ny energikilde være avhengig av å bidra til en bærekraftig fremtid. Dette kan for eksempel innebære at den nye energikilden reduserer mengden klimagasser i atmosfæren. I den forbindelse har vi spurt respondentene av undersøkelsen om deres tanker rundt CO2-utslipp fra kjernekraft. Over 50% av respondentene svarte at de er *noe uenig* eller *svært uenig* i at kjernekraft har et høyt CO2-utslipp.

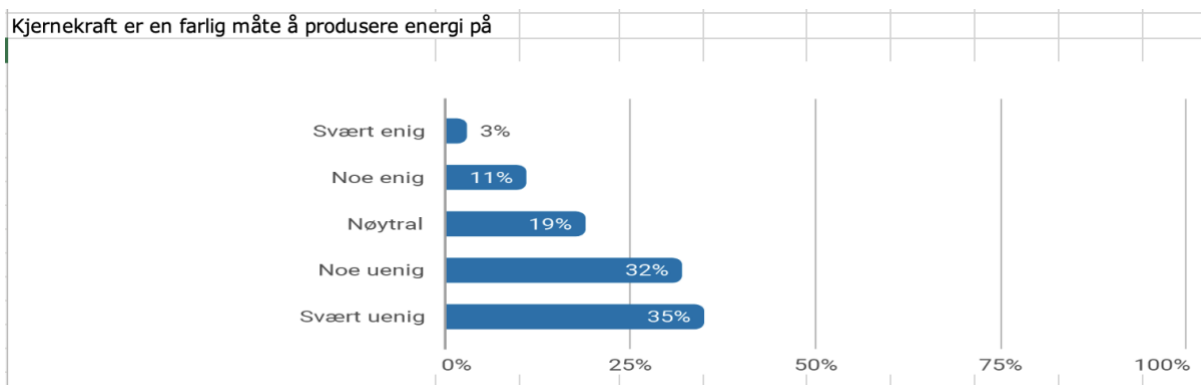


Søylediagram 2 Besvarelser av "Kjernekraft har et høyt CO2-utslipp"

Søylediagram 2 viser en oversikt over alle besvarelsene på utsagnet «kjernekraft har et høyt CO2-utslipp»

6.10.3 Påstand: Kjernekraft er en farlig måte å produsere energi på

For å oppnå aksept, implementering, legitimering og videre FoU vil en eventuell frykt i samfunnet kunne være bremsende. Ettersom det tidligere i historien har vært store ulykker med katastrofale konsekvenser innen kjernekraftteknologi bestod spørreundersøkelsen av påstanden; «Kjernekraft er en farlig måte å produsere energi på». Denne påstanden ble stilt for å kartlegge respondentenes frykt rundt kjernekraft og eventuelle påvirkninger fra tidligere ulykker. Det viser seg at over 70% av respondentene er *noe uenig*, eller *svært uenig* i at kjernekraft er en farlig måte å produsere energi på.

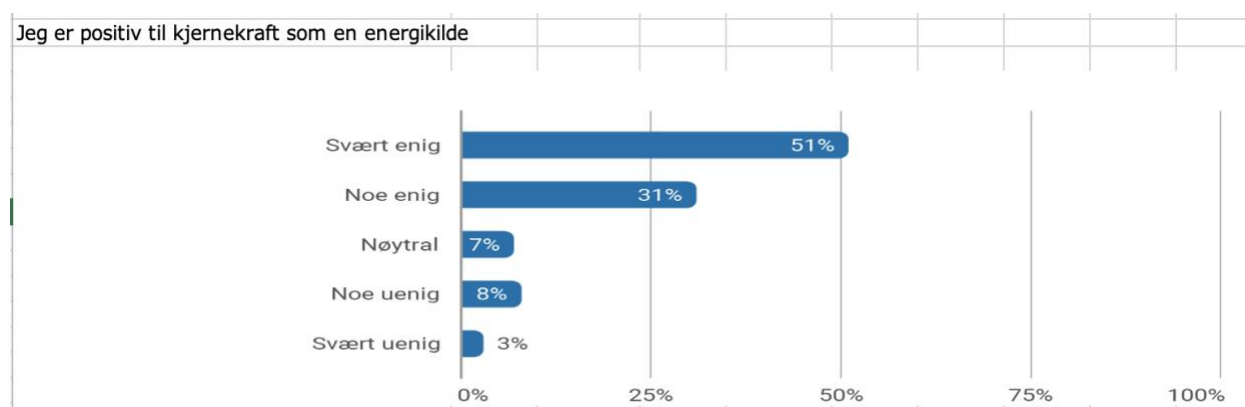


Søylediagram 3 Besvarelse av "kjernekraft er en farlig måte å produsere energi på"

Søylediagram 3 viser en oversikt over alle besvarelsene på utsagnet «Kjernekraft er en farlig måte å produsere energi på».

6.10.4 Påstand: Jeg er positiv til kjernekraft som en energikilde

Samfunnets holdning og tanker omkring kjernekraft vil være viktig for at et politisk vedtak om at kjernekraft skal implementeres kan finne sted. Dette ettersom at Norge er et demokratisk samfunn og de partiene som skal fremlegge et eventuelt politisk vedtak er folkevalgte. En eventuell positiv holdning til kjernekraft vil kunne bidra til å øke sjansen for et politisk vedtak. Derfor bestod spørreundersøkelsen av utsagnet «*jeg er positiv til kjernekraft som en energikilde*». Besvarelsene fra respondentene bestod av at over 80% besvarte enten *noe uenig*, eller *svært enig*.

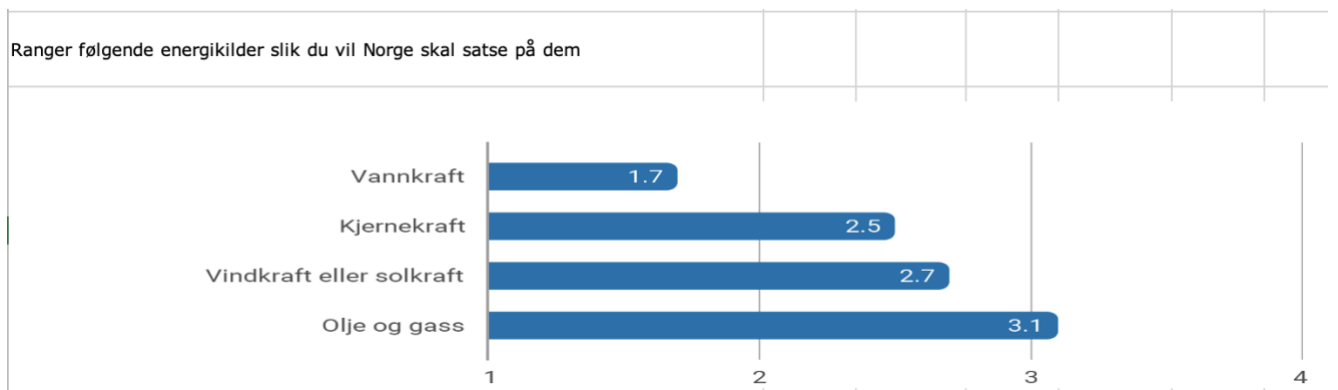


Søylediagram 4 Besvarelse "Jeg er positiv til kjernekraft som en energikilde"

Søylediagram 4 viser en oversikt over alle besvarelsene på utsagnet “Jeg er positiv til kjernekraft som energikilde”.

6.10.5 Rangering av Norges satsing på energikilder

Energimiksen i Norge vil naturligvis bestå av flere energikilder. Dette medfører at man må kombinere de ulike energikildene for å få en stabil energitilførsel. Respondentene av spørreundersøkelsen er derfor blitt spurt hvordan de vil rangere Norges satsing på de ulike energikildene. Svarene på undersøkelsen indikerer at flertallet av respondentene ønsker at Norge skal ha størst satsing på vannkraft, men at interessen for satsing på kjernekraft er sterkt tilstede blant respondentene.



Søylediagram 5 Besvarelser "Ranger følgende energikilder slik du vil at Norge skal satse på dem"

Søylediagram 5 viser en oversikt over gjennomsnittet av hvordan respondentene har rangert ønsket satsingsnivå på de ulike energikildene. Rangeringen har vært at respondentene har gitt de ulike energikildene karakter en til fire, hvor «en» er best. Oversikten presentert i Søylediagram 5 er et gjennomsnitt av poengsummen til hver av energikildene.

6.11 Oppsummering av funn samfunnet

Gjennom analysen av samfunnet tyder flere indikasjoner på at respondentene har en positiv holdning til kjernekraft som energikilde. Spørreundersøkelsen har også ført til indikasjoner på at flertallet av respondentene er enig i at kjernekraft er en bærekraftig måte å produsere energi på, basert på mengden klimagassutslipp. Samtidig fremkom det en indikasjon på at det er et generelt høyt kompetansenivå i det norske samfunnet i forhold til kjernekraft som energikilde. Undersøkelsen gir også indikasjoner på at det norske samfunnet ønsker størst satsing innenfor vannkraft, men at kjernekraft også bør satses på.

Påvirkning	Data	Datakilde
Hemmer implementeringen	Over 40% av respondentene svarer de er <i>noe uenig</i> eller <i>svært uenig</i> i at de har høy kompetanse innen kjernekraft.	Spørreundersøkelse
Fremmer implementeringen	Over 50% av respondentene svarer at de er <i>noe uenig</i> eller <i>svært uenig</i> i at kjernekraft har et høyt CO2-utslipp.	Spørreundersøkelse
Fremmer implementeringen	Under 15% av respondentene besvarer at de er <i>svært enig</i> eller <i>noe enig</i> i at kjernekraft er en farlig måte å produsere energi på.	Spørreundersøkelse
Fremmer implementeringen	Vannkraft ble rangert høyest, men kjernekraft var foretrukket fremfor sol- og vindkraft.	Spørreundersøkelse
Fremmer implementeringen	Den nasjonale diskursen øker, og det begynner å bli greit å snakke om kjernekraft.	Intervju med aktør

Tabell 12 Samfunnet: Oversikt over hva som fremmer og hemmer implementeringen funksjonen

7 Drøfting og diskusjon

I dette kapitlet skal vi drøfte funn som er kommet frem i de ulike funksjonene og hvilke påvirkninger de har på hverandre, samtidig vil den uformelle institusjonens påvirkning belyses. Dette gjøres for å kunne besvare forskningsspørsmålet:

«Hva kan fremme og hemme implementeringen av kjernekræfteknologien som en del av energimiksen i Norge?».

Gjennom kapitlet «Empiri: Funn og analyse», har vi analysert rammeverket det teknologiske innovasjonssystemet som bygges opp rundt kjernekraft i Norge. De syv funksjonene i TIS påvirker hverandre i ulik grad og på ulik måte (Hekkert, et al., 2007). Dette medfører at utfordringer som er kommet frem i analysen av en funksjon kan påvirke en annen (Hekkert, et al., 2007). Det kan bety at det må foregå et samarbeid mellom funksjoner for å løse utfordringer som er kommet frem. Dette viser også til at svakheter i en funksjon kan ha en negativ påvirkning på en annen.

Edquist (2006) nevner at den institusjonelle påvirkningen av systemet blant annet baseres på verdier, normer og den generelle oppfatningen som er i samfunnet. For å få en klarhet i denne påvirkningen av TIS'et rundt kjernekraft i Norge vil analyse av den uformelle institusjonen TIS'et utfolder seg i også bli drøftet.

Drøftelsen og diskusjonen i denne studien baserer seg på rammeverket presentert av Hekkert et al (2007) og artikkelens definisjon av de ulineære interaksjonen mellom funksjonene (Hekkert, et al., 2007). For å forstå den uformelle institusjonens påvirkning tar vi utgangspunkt i Edquist (2006) sin definisjon og forklaring av institusjonens påvirkning på et innovasjonssystem.

7.1 Drøfting og diskusjon av den uformelle institusjonens påvirkning

Det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge blir påvirket av institusjonen den vokser innenfor. Institusjonen består av både formelle og uformelle deler. Som presentert i teorien kommer den uformelle påvirkningen fra normer, vaner, rutiner og interaksjoner mellom individer (Edquist, 2006).

7.1.1 Funn: Positiv holdning

Gjennom analysen av den uformelle institusjonen er et av funnene at flertallet av respondentene har en positiv holdning til kjernekraft som energikilde. En felles oppfatning i samfunnet vil kunne bidra til endring i hvilke politisk partier som styrer Norge, dette på bakgrunn av at Norges styresystem baseres på demokrati (Thorsen, 2022). Politisk usikkerhet er et av funnene som fremkommer som en hemning i flere av funksjonene. Derfor antas det at en politisk endret retning ville påvirket flere funksjoner, blant annet ressursmobilisering og markedsdannelse som er vanskelige å styrke uten en politisk interesse. Dette siden en ny teknologi har behov for trygge rammer eller insentiver for å kunne vokse frem (Hekkert & Negro, 2009).

Det antas at påvirkningen av funnet «positiv holdning» kan sett i sammenheng med F1 øke styrken og hvordan dynamikken mellom samfunnet og aktørene er. Dette gjennom at flertallet har positive holdninger og dermed felles verdier og oppfatning rettet mot kjernekraft. Antagelsen baserer seg på Edquist (2006) som sier at felles verdier kan påvirke innovasjonssystemet. Basert på dette tolkes det at positive holdning kan føre til at det blir enklere for aktørene å kommersialisere teknologien på bakgrunn av at de dermed ikke vil stå overfor en stor motstand blant samfunnet.

Sett i sammenheng med F4 kan funnet «positiv holdning» bidra til endring av politisk retning. Dette kan medføre at det styrende politiske partiet har en positiv tanke om kjernekraft og dermed frafaller den politiske usikkerheten. Dette kan også bidra til at insentiver og hjelp til implementering av kjernekraft blir igangsatt. Det vil også kunne bidra til at kjernekraft blir inkludert i fremtidig forskningsstøtte som blant annet FME-utlysninger og derfor også bidra til økt aktivitet innenfor F2.

Funnet om at det foreligger en positiv holdning til kjernekraft kan sees i sammenheng med det arbeidet som er utført innen F7. Dette er basert på at F7 omhandler arbeid omkring legitimitetsbygging og lobbyvirksomhet rundt en ny teknologi (Hekkert, et al., 2007). Det legitimitetsbyggende arbeidet som er utført frem til nå kan ha bidratt med opplysning til samfunnet som kan ha påvirket holdningen. Hekkert et al (2007) nevner at nye teknologier ofte må velte eller ta del i et eksisterende teknologisk regime for å kunne implementeres i markedet. Innenfor energimarkedet i Norge er det teknologier som vannkraft, vindkraft og solkraft som er størst. Funn tyder på at det er større aksept for kjernekraft blant befolkningen enn hva det er for sol og vind. Dette er indikatorer på at utført lobbyarbeid har bidratt til at kjernekraft har potensialet til å bli en del av det eksisterende teknologiske regimet.

F2 omhandler å skulle utvikle kunnskap og F3 baseres på distribuering av kunnskapen (Hekkert, et al., 2007). Basert på dette kan det antas at den positive holdningen kan påvirke F2 gjennom at samfunnet ønsker mer informasjon og fakta om kjernekraft. Dette kan også øke størrelsen på nettverket gjennom at en større andel av befolkningen ønsker å delta i nettverket, noe som antageligvis kan styrke F3. Den økte aktiviteten innenfor F2 kan også forekomme basert på økt utdanningsetterspørsmål og økt behov for menneskelige ressurser. Dette vil da kunne bidra til et økt behov av artikler og forskning på kjernekraft, noe som bidrar til å styrke F2.

Det viktigste som kan trekkes frem ved funnet «positiv holdning» er at respondentenes svar tyder på en felles positiv verdi til implementering av kjernekraft. Felles verdier er en del av den uformelle institusjonen noe som kan påvirke innovasjonssystemet (Edquist, 2006). Med dette antas det at den positive holdningen kan fungere som en indirekte pådriver til at ulike funksjoner styrkes, som igjen fører til at funksjonene påvirker hverandre (Hekkert, et al., 2007).

7.1.2 Funn: lav grad av kompetanse

Gjennom analysen av den uformelle institusjonen viser funn at kunnskapsnivået blant flertallet av respondentene er lavt.

Den lave graden av kompetanse kan sees i sammenheng med den middels styrken av F2. Lavt kunnskapsnivå blant befolkningen medfører flere negative påvirkninger på systemet. Denne antagelsen baseres på at kunnskap er moderne økonomis mest grunnleggende ressurs (Hekkert, et al., 2007). En negativ påvirkning dette funnet kan ha på TIS'et er at aktørene innenfor kjernekraft bruker mer energi på å drive opplysende kunnskapsutvikling enn ny FoU. Denne antagelsen om negativ påvirkning kommer fra det at kunnskapsutvikling er viktig for å tilpasse teknologien mot å endre eller innføre nye reguleringer (Hekkert & Negro, 2009). Derfor kan et lavt kunnskapsnivå blant befolkningen også påvirke den helhetlige implementeringsstyrken til kjernekraft.

7.2 Det teknologiske innovasjonssystemet og interaksjoner

Drøftingen av TIS'et som vokser frem rundt kjernekraft innenfor Norge baserer vi på det at interaksjonen mellom funksjonene i TIS er mange, og man forventer derfor en ulineær modell (Hekkert, et al., 2007). Dette medfører at vi gjennom drøftingen baserer oss på at det ikke foreligger et eksakt startpunkt, men en ulineær prosess.

Dersom man ser på Funksjon 1 er den kategorisert som svak for det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft, men det foreligger en økning i aktøraktiviteten. Det er fremdeles få aktører sett i sammenheng med at kjernekraft eventuelt skulle blitt implementert i nærmeste fremtid. Det antas at dette har en sammenheng med fravær av interesse fra myndighetene. Hadde det vært en større aksept og satsingsvillighet politisk ville nok antall direkte eller indirekte aktører innen kjernekraft vært høyere og den entreprenørielle aktivitet blitt forsterket. En økt styrke av F1 kan potensielt forsterke kunnskapsutvikling F2 og øke F3. F2 blant annet med at eksisterende forskningsmiljøer vil kunne ha flere aktører som anvender og etterspør ny kunnskap. F3 med at det vil være behov for flere fora for distribusjon av kunnskapen.

Kartleggingen av F2 viser at funksjonen innehar styrkene «IFE sin forskning» og «IFE sin reaktorsimulator» og økt mengde utdanningsløp. IFE sin reaktorsimulator vil kunne bidra til en økt trygghet for aktørene som ønsker å starte opp kjernekraft. Dette på bakgrunn av at det vil være mulig for arbeiderne og operatørene å teste operasjon og drift av en reaktor gjennom simulatoren. En slik kunnskapstrygghet for aktørene vil også kunne bidra til økt styrke i funksjonen F6 «ressursmobilisering». Kunnskapstryggheten kan føre til en økt investeringsvillighet og derfor en økt mengde økonomiske ressurser som kan allokere. Dette finner vi igjen i F6 som gjennom denne oppgaven er analysert frem til styrken middels, dette selv om kjernekraftindustrien er underfinansiert slik situasjonen er nå. Det viser seg gjennom funnene at innenfor investormiljøer er investeringsviljen høy, noe som øker mengden kapital som er tilgjengelig for kommersialiseringsaktører. Funn gjennom analysen tyder på at det som stanser investeringen og igangsettingen av kommersialiseringen er den politiske usikkerheten og det manglende vedtaket. Mangel på kommersialiseringsselskaper svekker også mengden menneskelige ressurser som er tilgjengelig med den etterspurte kompetansen. Dette kan også kobles sammen med at det i lengre tid har vært mangel på utdanningsløp rettet mot drift og operasjon av kjernekraft på bakgrunn av politikk og fraværende arbeidsplasser.

Det er i løpet av analysen oppdaget at F5 er svak selv om mengden energibehov som er spådd for fremtiden er mye større enn dagens produksjonsmengde. De funnene som er gjort innenfor F5 er mangelen på insentiver eller bestemte avkastningskrav for implementering av kjernekraft, samt den politiske motstanden. Mangel på insentiver er en stor svakhet som videre påvirker aktiviteten som foregår innenfor F1. Aktørene innenfor F1 er avhengig av en trygghet fra myndighetene, blant annet ved at det foreligger insentiver. Dersom en økning i insentiver for kjernekraft blir innført vil dette kunne bidra til en økning av antall aktiviteter og nye aktører innen F1. Antagelsen om økt F1 baseres på at dette fører til en større trygghet for nyetablerte aktører. Økt F1 vil videre kunne føre til at aktivitetsmengden innenfor F2 øker. Denne økningen innenfor F2 er basert på at det er et samspill mellom akademia og aktørene som ønsker å utvikle og implementere kjernekraft i Norge. Implementering av insentiver for å hjelpe kjernekraftteknologi til å penetrere et marked, vil også kunne øke styrken av F4. Dette på bakgrunn av at insentiver for kjernekraft påvirker veiledningen av søket i positiv retning og FoU-institusjoner kan sette søkelys på ny forskning. Funnet om manglende avkastningskrav som kom frem i F5 bidrar også til en usikkerhet for aktører. Ettersom utbyggingen av kjernekraft er en kostnadskrevende industri å bygge opp, men med lave driftskostnader, vil det at det ikke er satte avkastningskrav også påvirke den entreprenørielle aktiviteten. Denne påvirkningen baserer seg på at kostnaden de ulike aktørene står overfor ved implementering av kjernekraft er usikker. Dersom man fremlegger konkrete avkastningskrav, vil dette trolig kunne bidra til en økning i antall kommersialiseringsprosjekter.

Den politiske usikkerheten og risikoen som foreligger rundt kjernekraft har en direkte påvirkning på hvordan de ulike komponentene i innovasjonssystemet blir påvirket. F4 er en funksjon som skal bidra til å hjelpe aktører, investorer og akademia med å blant annet foreta teknologiske valg (Hekkert, et al., 2007). Den svake F4 bidrar til at hele det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft ikke får noe konkret veiledning i hva de skal satse på. Dette fører til en generell usikkerhet for alle aktørene, både innenfor akademia og kommersialisering. Mangelen på veiledning av søket kan også bidra til at ressursmobiliseringen innen investormiljøer begrenses. Dette på bakgrunn av at investeringsvillige investorer ikke har mulighet eller vet hvilke(n) teknologi det skal satses på.

7.3 Konklusjon

Gjennom drøftelsen og analysen er det fremkommet flere funn som påvirker TIS'et rundt kjernekraft og dermed også implementeringen. Funnene påvirker både i positiv og negativ retning. Det er gjennom studien blitt undersøkt hvilke aktiviteter eller faktorer som fremmer eller hemmer implementeringen.

Det er ikke den kommende konklusjonen som er denne oppgavens viktigste bidrag. Det er hvordan den i helhet bidrar til å belyse flere faktorer som fremmer og hemmer implementeringen ved hver enkelt funksjon som igjen skaper et helhetlig inntrykk av styrken til TIS. Dette sett i sammenheng med en potensiell implementering av kjernekraft i Norge resulterer i en studie som presenterer hva som fremmer og hemmer implementeringen.

7.3.1 Det som fremmer implementeringen av kjernekraft som energikilde i Norge

Basert på funnene som er gjort tyder mye på at det som fremmer implementeringen i størst grad er arbeidet som foreligger hos de få aktørene som er involvert i kommersialisering og utvikling av kjernekraft. Arbeidet utført av aktørene er med på å fremme forståelsen og er med på å påvirke samfunnet og den politiske retningen innenfor kjernekraft i en positiv retning.

Det andre funnet som er fremkommet og som bidrar til å fremme implementeringen er samfunnets positive holdning. Dette gjennom at befolkningens ønsker kan føre til et folkevalg som bidrar til å få inn et politisk styresett som ønsker kjernekraft.

Det tredje funnet som fremmer implementeringen er kunnskapen Norge besitter innen atomsikkerhet som er en anerkjent kunnskap globalt. Dette vil derfor kunne være en positiv faktor dersom en eventuell implementering skjer ved at sikkerhetsstandarder raskt kan implementeres.

7.3.2 Det som hemmer implementeringen av kjernekraft som energikilde i Norge

Gjennom analysen og drøftingen er det fremkommet funn som bidrar til en felles konklusjon om at det politiske er det som hemmer implementeringen av kjernekraft i størst grad. Dette er på bakgrunn av at det politiske påvirker en stor andel av funksjonene i negativ retning. Dette får etterfølger for ytterligere tilknyttede funksjoner, noe som fører til at TIS i helhet blir svak. Det kan konkluderes at de faktorer som blir sterkest påvirket av mangel på et politisk vedtak er aktørmengden og mengden forskning.

Det som også hemmer implementeringen er at kjernekraft blir utelatt av forskningsubsidier som blant annet blir gitt av FME. Dette medfører at vi går glipp av muligheten til å utføre pilotstudier som inneholder kostnadsoverslag på bygging og oppstart, men også at vi ikke får utviklet ny kunnskap.

7.4 Generalisering av funn

I denne studien er funnene basert på en drøftelse og analyse av TIS'et rundt kjernekraft for å undersøke hva som fremmer eller hemmer implementeringen av kjernekraft i Norge. Funnene som er kommet frem i denne studien kan generaliseres til andre teknologier. Dette er på bakgrunn av at de fleste teknologier vil være avhengig av en aksept i samfunnet og det politiske for å bli tatt i bruk eller implementert.

7.5 Drøfting og diskusjon av videre forskning og implikasjoner

Det er gjennom denne studien forsket på implementeringen av kjernekraftteknologien i den norske energimiksen gjennom å utføre en casestudie av det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraftteknologien i Norge. Det fører til at denne studien bidrar med forskning på implementeringen av en teknologi ved å analysere det teknologiske innovasjonssystemet.

7.5.1 Videre forskning

I tidligere forskning er det å bruke det teknologiske innovasjonssystemet som rammeverk for å forstå implementeringen av en teknologi begrenset. Dette medfører at funnene som er kommet frem i denne studien også kan gjelde andre teknologier som skal implementeres i den norske energimiksen eller i andre typer industrier. Det ville derfor vært interessant om det blir utført en lik studie for andre energikilder som skal inn i den norske energimiksen. Dette for å kunne kartlegge hvilke likheter og ulikheter det er i funn som fremmer eller hemmer implementeringen av ulike teknologier. Det vil i tillegg være interessant å se på forskjellen i TIS'et rundt kjernekraft og et TIS rundt en allerede implementert teknologi.

Denne studien tar ikke for seg hele den institusjonelle påvirkningen på implementeringen av kjernekraft i Norge. Det ville derfor vært nyttig å utføre en studie på hvordan Norge som institusjonen påvirker implementeringen av kjernekraftteknologien i energimiksen. En slik

studie vil kunne vise til andre elementer og funn som påvirker implementeringen, enn hva denne studien har gjort.

Gjennom oppgaven er det kommet frem funn som indikerer at man kan utnytte og adaptere kunnskapen og ressursene man har innenfor petroleumsindustrien over til kjernekraftindustrien. Derfor vil en studie som tar for seg dette opp mot kryssinnovasjonsteori eller lignende være en lærerik og nyttig studie for å forstå hva vi har tilgjengelig for å implementere kjernekraft.

7.5.2 Teoretiske implikasjoner

Den empiriske analysen i studien er bygget opp basert på rammeverket TIS. Rammeverket gjør det mulig å tolke utviklingsprosesser og endringsprosesser som hendelsesforløp (Hekkert, et al., 2007). TIS tar for seg de viktigste prosessene som må være til stede i et innovasjonssystem for at det skal føre til vellykket teknologiutvikling eller spredning (Hekkert, et al., 2007). Det medfører at bruken av rammeverket ikke tar for seg alle momentene som kan påvirke en implementering av en prosess eller industri. For denne studien ville det vært nyttig å også ta for seg hele institusjonens påvirkning, både den formelle og den uformelle. Dette for å kunne forstå hvordan ulike hendelser, politiske standpunkt og andre faktorer påvirker implementeringen.

7.5.3 Praktiske implikasjoner

På bakgrunn av oppgavens problemstilling er det naturlig å komme med noen praktiske implikasjoner som kan forenkle implementeringsprosessen av kjernekraft. Det er gjennom analysen av TIS fremkommet funn som indikerer blant annet at et politisk vedtak vil kunne styrke det helhetlige systemet og dermed også implementeringen. Det samme vil en innarbeidelse av forskning på kjernekraftteknologien i FME og insentiver for markedsimplementering bidra med. Både politisk vedtak, FME-utlysning og insentiver vil bidra til å styrke veiledning i søket, entreprenøriell aktivitet, kunnskapsutviklingen og det kan tenkes at kunnskapsspredningen vil endre seg til å være konferanser for befolkningen til å bli et nettverk for forskere.

8 Oppgavens begrensninger, kritikk og feilkilder

Denne studien er basert på en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ datainnsamling. Det er hovedsakelig utført datainnsamling gjennom spørreundersøkelse, dybdeintervjuer og dokumentanalyse. Valgene av både metode og teoretisk rammeverk for denne oppgaven medfører at studien både har begrensninger, feilkilder og svakheter basert på metoden. I dette kapittelet vil vi derfor gå gjennom noen av begrensningene, feilkildene og mulige svakheter innenfor metodevalgene.

8.1 Oppgavens begrensninger

Denne studien har sine begrensninger. Den første er at det er en enkeltcase-studie, noe som har medført at slutningene som er blitt tatt i oppgaven kun er basert på dette enkeltcaseet. Samtidig er denne casestudien betinget av én bransje og én type energikilde og oppgaven er begrenset til å kun se på utviklingen og innovasjonsnettverket innenfor Norge. Studien er også begrenset til å kun se på det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft og deler av den uformelle delen av institusjonen og dens påvirkning. Dette medfører at studien blant annet ikke tar for seg de formelle delene av institusjonen.

8.2 Kritikk til metoden

Det er i denne oppgaven brukt et begrenset utvalg av informanter. En slik begrensning kan medføre at det er utfordrende å ta en generell konklusjon under analysen, på bakgrunn av mengden tilgjengelig innhentet data.

Å bruke bekvemmelighetsutvalg som metode i innsamling av den kvantitative dataen er en metode som gjør det vanskelig å få en slutning og oversikt som gjelder flertallet, dette på bakgrunn av at det er de respondentene som er enklest å få tak i som svarer (SurveyMonkey, u.d.).

8.3 Feilkilder

Flertallet av respondentene i surveyen er lokalisert på Vestlandet og er under 30 år. Dette medfører at det å trekke en generell konklusjon om holdningene i Norge er vanskelig og dette vil derfor være en feilkilde.

Videre er det teknologiske innovasjonssystemet rundt kjernekraft i Norge under kontinuerlig endring og vekst. Det kan være en feilkilde i datagrunnlaget, grunnet at etter datainnsamlingen startet har det kommet frem endringer i nyhetsbildet. Dette kan ha påvirket slutninger i denne oppgaven i form av at den politiske påvirkningen og samfunnets påvirkning er annerledes nå enn da datainnsamlingen ble utført.

Bibliografi

- Aasland, Terje, og Halde Rasmus Bjuland. 2023. *Stortinget*. 11 01.
<https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Sporsmal/Skriftlige-sporsmal-og-svar/Skriftlig-sporsmal/?qid=92172>.
- Bergek, Anna, Staffan Jacobsson, Bo Carlsson, Sven Lindmark, og Annika Rickne. 2008.
«Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis.» *Research Policy*, 407-429.
- Bhat, Adi. u.d. *Questionpro*. <https://www.questionpro.com/blog/types-of-survey/>.
- Brenna, Anders Lie. 2023. 06 03.
<https://energiwatch.no/nyheter/fornybar/article15263451.ece>.
- Bukve, Oddbjørn. 2021. *Forstå, Forklare, Forandre . Om desing av samfunnsvitenskapelige forskningsprosjekter 2 utgåve*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Bye, Anders. 2023. *Teknisk ukeblad*. 22 03. <https://www.tu.no/artikler/verden-trenger-kjernekraft-og-norsk-kunnskap/527972>.
- Bye, Andreas, og Lars Johannessen. 2023. «Teknisk Ukeblad.» *TU*. 22 mars.
<https://www.tu.no/artikler/verden-trenger-kjernekraft-og-norsk-kunnskap/527972>.
- Dahlum, Sirianne. 2021. *Store Norske Leksikon*. 09 03. <https://snl.no/validitet>.
- Easterby-Smith, Mark, Lena J. Jaspersen, Richard Thorpe, og Danat Valizade. 2018.
Managment and business research.
- Edquist, Charles. 2006. «Systems of Innovation: Perspectives and Challenges.» I *The Oxford Handbook of Innovation*, 1-24.
- Emblemsvåg, Jan, og Jørgen M.B Grønneberg. 2023. *Aftenposten*. 01 01. Funnet 02 02, 2023.
<https://www.aftenposten.no/meninger/debatt/i/XbRWWW/svensk-kjernekraft-og-norsk-vannkraft-gir-nok-stroem>.
- Energi21. 2022. «Energi21- strategi 2022.»
- Energifakta Norge. 2022. *Energifakta Norge*. 13 05. Funnet 02 02, 2023.
<https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftforsyningen/#kraftbalansen>.
- Fagerberg, Jan. 2009. «A Guide to Schumpeter.» *Centre for Advanced Study*,, 2022.

- Fagerberg, Jan. 2004. «Innovation: A Guide to the Literature.» I *The Oxford Handbook of Innovation*, 1-26. Oxford: Oxford University Press.
- FME. 2023. *Forskningsrådet*. 17 03.
<https://www.forskningsradet.no/utlysninger/2023/fme/#sub87452>.
- Fremskrittspartiet. u.d. *Fremskrittspartiet*. <https://www.frp.no/var-politikk/energi-og-miljo/kjernekraft>.
- Glitre. 2022. <https://www.glitreenergi.no/strom/artikler/energikrise-i-europa/>.
- Halleland, Terje, Marius Arion Nilsen, og Erlend Wiborg. 2023. *Stortinget*. 31 01.
<https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Representantforslag/2022-2023/dok8-202223-107s/>.
- Halse, Karl Henning, Øivind Kjerstad, Jan-Petter Hansen, Jonas Kristiansen Nøland, Geir Anton Johansen, Bjarne Stugu, Joakim Nystrand, et al. 2023. *Universitetsavisa*. 07 03.
<https://www.universitetsavisa.no/forskning-kjernekraft-miljoennlig-energi/det-kan-ikke-sokes-forskningsmidler-til-kjernekraft-et-sjansespill-med-norges-energifremtid/377056>.
- Hanssen, Sturla Smári. 2022. *Dagsavisen*. 08 10. Funnet 02 02, 2023.
<https://www.dagsavisen.no/nyheter/navn-i-nyhetene/2022/10/08/derfor-vil-hun-ha-kjernekraft-i-norge/>.
- Haugstad, Tormod. 2019. «Teknisk ukeblad.» *tu.no*. 25 April. <https://www.tu.no/artikler/ife-atomreaktoren-pa-kjeller-stenges/463710>.
- Hekkert, Marko P., og Simoa O. Negro. 2009. «Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims.» *Technological forecasting & social change Vol.76*, 584-594.
- Hekkert, M. P., R. A.A. Suurs, S. Kuhlmann, S. O. Negro, og R.E. H.M. Smits. 2007. «Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change.» *Technological Forecasting and Social Change*, Mai: 413-432.
- Hellevik, Ottar. 2019. *Forskningsetikk*. 13 3. Funnet 2023.
<https://www.forskningsetikk.no/en/resources/the-research-ethics-library/methods/questionnaire-surveys/>.

- Helstrup, Håvard, og Knut Hofstad. 2023. *Store Norske Leksikon*. 24 Januar. <https://snl.no/kjernekriftulykker>.
- Hesthammer, Jonny. 2020. *Teknisk ukeblad*. 27 05. Funnet 02 02, 2023. <https://www.tu.no/artikler/gass-og-vannkraft-er-billigst-kjernekrift-mest-stabilt-mens-kullkraft-er-avfallsverstingen/492851/>.
- Hofstad, Knut. 2022. <https://snl.no/kjernekrift>.
- . 2018. *Store Norske Leksikon*. 12 November. <https://snl.no/f%C3%B8rstegenerasjonsreaktor>.
- . 2023. *Store Norske Leksikon*. 16 Januar. <https://snl.no/annengenerasjonsreaktor>.
- . 2019. *Store Norske Leksikon*. 26 September. <https://snl.no/tredjegenerasjonsreaktor>.
- . 2018. *Store Norske Leksikon*. 17 Januar. <https://snl.no/fjerdegenerasjonsreaktorer>.
- . 2021. *Store Norske Leksikon*. 27 Desember. https://snl.no/INES_-_gradering_av_kjernekriftulykker.
- Holtebekk, Trygve. 2020. https://snl.no/fisjon_-_fysikk.
- Holtebekk, Trygve, og Jacob Linder. 2020. https://snl.no/fusjon_-_kjernefysikk.
- Hongset, Hogne. 2022. *NRK*. 27 07. Funnet 02 02, 2020. <https://www.nrk.no/ytring/kjernekrift-gjor-vindkraft-overflodig-1.16050134>.
- . 2021. *Teknisk ukeblad*. 22 10. Funnet 02 02, 2023. <https://www.tu.no/artikler/kjernekrift-i-nytt-perspektiv/514474/>.
- Hovland, Kjetil Malkenes. 2023. *e24*. 12 03. <https://e24.no/energi-og-klima/i/bg4X3g/kommuner-aapner-doeren-for-kjernekrift-personlig-tror-jeg-ikke-vi-kommer-utenom?referer=https%3A%2F%2Fwww.aftenposten.no>.
- IFE. u.d. *Institutt for energiteknikk*. <https://ife.no/nukleaerteknologi/>.
- Irani, Elliane. 2018. «The Use of Videoconferencing for Qualitative Interviewing: Opportunities, Challenges, and Considerations.» I *Clinical Nursing Research*, 3-8. SAGA Publications.
- Klimavenner. u.d. *Klimavenner*. <https://klimavenner.no/om-oss/>.

- Kristiansen, Håvard, og Steffen Oliver Sæle. 2023. *Teknisk ukeblad*. 01 01.
<https://www.tu.no/artikler/det-er-ikke-forbudt-a-bygge-kjernekraftverk-i-norge/524601>.
- Krouwel, Matthew, Kate Jolly, og Sheila Greenfield. 2019. «Comparing Skype (video calling) and in-person qualitative interview modes in a study of people with irritable bowel syndrome – an exploratory comparative analysis.»
- Lea, Ada. 2023. «Rolls-Royce vil bygge kjernekraft i Norge.» *E24*, 10 Mars.
<https://e24.no/energi-og-klimateknologi/i/APx2a5/rolls-royce-vil-bygge-kjernekraft-i-norge>.
- Lynnebakken, Hilde. 2023. 22 03. <https://www.titan.uio.no/naturvitenskap/2023/uio-satser-tungt-pa-kjerneforskning.html>.
- Marcussen, Mia, og Mikkel Sundin. u.d. *Finansavisen*.
<https://www.finansavisen.no/energi/2023/04/02/7998741/kjernekraft-er-bedre-enn-vindmoller-og-sameklaging>.
- Norges offentlige utredninger. 2023. *Mer av alt – raskere, Energikommisjonens rapport*. Oslo: Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon, Teknisk redaksjon.
- Norges vassdrags- og energidirektorat. 2021. «NVE.no.» *NVE*. 23 Februar.
<https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/stromforbruk-i-norge-har-lavt-klimagassutslipp/>.
- Norsk kjernekraft As. u.d. *Norsk kjernekraft As*. Funnet 02 02, 2023.
<https://www.norskkjernekraft.com/Om/>.
- . u.d. *Norsk Kjernekraft As*. Funnet 02 02, 2023. <https://www.norskkjernekraft.com>.
- NOU. 2023. *Mer av alt- raskere, Energikommisjonens rapport*. Utredning fra et utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon 11. februar 2022., Norges offentlige utredning 2023:3. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2023-3/id2961311/?ch=2>.
- npf. u.d. *Norsk petroleums forening (npf)*.
<https://npf.no/konferansen/energynorway2023/#program>.
- NVE. 2022. *NVE*. 04 01. Funnet 02 02, 2023.
<https://www.nve.no/energi/energisystem/kraftproduksjon/hvor-kommer-strommen-fra/>.

- PTK. u.d. *Fornybar Norge*. https://www.fornybarnorge.no/kurs-og-konferanser/2023/konferanser-2023/PTK_2023/program/.
- Regjeringen. 2022. *Regjeringen*. 22 10. [https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/klimatilpasning/id2344803/#:~:text=Klimaendringene%20merkes%20allerede%20i%20Norge,vi%20klarer%20%C3%A5%20redusere%20utslippene](https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/klimatilpasning/id2344803/#:~:text=Klimaendringene%20merkes%20allerede%20i%20Norge,vi%20klarer%20%C3%A5%20redusere%20utslippene.).
- . 2022. *Regjeringen*. 11 10. Funnet 02 02, 23. <https://www.regjeringen.no/no/tema/naringsliv/forskning-og-innovasjon/Norsk-atomavfall-og-atomanlegg/om-nukleare-anlegg-i-norge/id2484230/?expand=factbox2623062>.
- . 2023. *Regjeringen*. 22 03. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/200-millioner-til-nasjonalt-senter-for-nuklear-forskning/id2967760/>.
- . 2022. «regjeringen.no.» *regjeringen.no*. 11 Oktober. <https://www.regjeringen.no/no/tema/naringsliv/forskning-og-innovasjon/Norsk-atomavfall-og-atomanlegg/om-nukleare-anlegg-i-norge/id2484230/?expand=factbox2826531>.
- Roopa, S, og M Rani. 2012. «Questionnaire Designing for a Survey.» *Journal of Indian Orthodontic Society*, 273-277.
- Rose, Sunniva, Håvard Kristiansen, og Jonny Hesthammer. 2023. *Forskersonen*. 30 01. Funnet 02 02, 2023. <https://forskersonen.no/energi-kjernefysikk-kronikk/radioaktivt-avfall-kan-handteres-trygt/2147874>.
- Rosvold, Knut A., og Knut Hofstad. u.d. <https://snl.no/kjernekraftverk>.
- Stortinget. 2023. «Stortinget.» *stortinget.no*. 9 februar. <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Representantforslag/2022-2023/dok8-202223-129s/?all=true>.
- SurveyMonkey. u.d. *Surveymonkey*. <https://no.surveymonkey.com/mp/non-probability-sampling/>.
- Thor energy. u.d. *Thor energy*. <http://thorenergy.no/>.

- Thorsen, Dag Einar. 2022. *Store Norske Leksikon*. 28 12.
https://snl.no/Norges_politiske_system.
- Thunberg, Sara, og Linda Arnell. 2022. «Pioneering the use of technologies in qualitative research – A research review of the use of digital interviews.» *INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL RESEARCH METHODOLOGY*, 757-768.
- TU. u.d. *Teknisk ukeblad*. <https://www.tu.no/tumstudio/energi/annonse-sma-modulaere-reaktorer-en-viktig-kilde-til-ren-energi/521421>.
- Unge Høyre. u.d. *Unge Høyre*. Funnet 02 02, 2023. <https://ungehoyre.no/politikk/var-politikk/atomkraft/?fbclid=IwAR1-xBa8ePGakp0sUMQ-RCqMQXrTzIyKnxtne3IQhFq0C6YZg9HNQKTrGRE>.
- Vandbakk, Anne. 2022. *Det norske veritas*. 22 11. <https://www.dnv.no/news/ny-rapport-om-norges-energiomstilling-frem-mot-2050-235812>.
- Wang, Ningxin. 2017. *The SAGE Encyclopedia of Communication Research Methods*. 4 vols. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.
- Yin, Robert K. 2018. *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Sage.
- Zohrabi, Mohammad. 2013. «Mixed Method Research: Instruments, Validity, Reliability and Reporting Findings.» *Theory and Practice in Language Studies*, Vol. 3., 254-262.

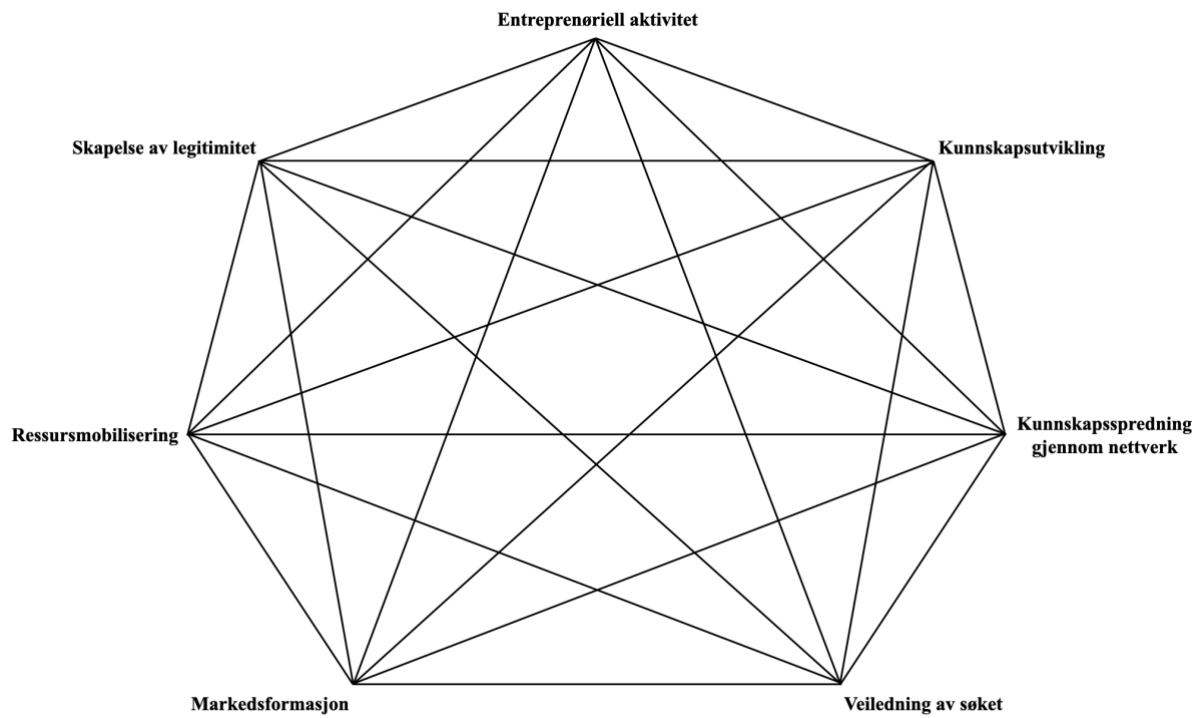
Vedlegg: Kartlegging av funksjonene i TIS

TIS indikatorer (Hekkert & Negro, 2009) (Hekkert, et al., 2007).

TIS Funksjoner	Kartlegge
F1: Entreprenøriell aktivitet	Aktører Diversifiserende aktiviteter
F2: Kunnskapsutvikling	FoU-prosjekter FoU
F3: Kunnskapsutvikling gjennom nettverk	Workshops Seminarer
F4: Veiledning av søket	Aktørenes tanker om: Myndighetenes mål Den teknologiske utviklingen
F5: Markedsformasjon	Påvirkningen fra: Skatteregimer Avgifter Markedsstørrelse
F6: Ressursmobilisering	Aktørenes tanker om: Ressurstilgang Ressursmobilisering
F7: Legitimitet	Aktørenes tanker om: Lobbyvirksomhet Politiske arbeidet

Vedlegg tabell 1 TIS indikatorer

Vedlegg: Billedlig presentasjon av interaksjonene innad i TIS



Figur 2 Billedlig presentasjon av TIS interaksjoner (Hekkert, et al., 2007).

Vedlegg: Informasjonsskriv informanter (side 1)

Vil du delta i forskningsprosjektet: *Casestudie av kjernekraft i Norge*

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å se på statusen kjernekraft har i Norge. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med vår masteroppgave er å se på kjernekraftens status i Norge. Dette innebærer blant annet å se på holdninger, kunnskap og innovasjonsnettverk og andre faktorer som kan påvirke statusen. Problemstillingene for oppgaven er

1. Hva kan fremme eller hemme Norsk satsning på kjernekraftteknologien som en del av Norges energimiks?

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskolen på Vestlandet er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget som er valgt til å delta i som intervjusubjekter i all hovedsak nøkkelinformanter innenfor fenomenet. Dette kan være subjekter som innehar spesiell teknologiskkompetanse, kompetanse innenfor lover og regler, kompetanse innenfor ressursallokering osv.

Hva innebærer det for deg å delta?

Dersom du velger å delta i dette prosjektet vil det bli utført et personlig intervju av deg, intervjuet tar omkring en time. Utførelsen av intervjuet vil bli tatt opp på lydbånd eller videoopptak.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det er kun masterstudenter og veileder som vil ha tilgang til personopplysningene.
- Navnet, kontaktopplysningene til deg som respondent vil bli holdt adskilt fra øvrig data.
- Navnet og kontakinformasjon vil bli erstattet med en egen kode som lagres i navnelisten.
- Data vil bli lagret på en adskilt mappe som er passord beskyttet.
- I våres masteroppgave vil ikke respondenters navn eller personopplysninger bli brukt.
- I våres masteroppgave vil vi bruke opplysninger som
 - Aktør, forsker, politiker

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

- Prosjektet vil etter planen avsluttes når masteroppgaven er godkjent, sirka innen 1.07.2023
- All innhentet data vil bli slettet eller anonymisert etter prosjekt slutt.
- Videoopptak eller lydopptaket vil bli transkribert og deretter slettet.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Høgskolen på Vestlandet har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Vedlegg: Informasjonsskriv informanter (side 2)

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Høgskulen på Vestlandet
 - Jarle Aarstad
 - Tel: 55 58 79 26, Mail: Jarle.Aarstad@hvl.no
- Vårt personvernombud:
 - Trine Anikken Larsen
 - Tel: 55 58 76 82, Mail: Trine.Anikken.Larsen@hvl.no

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig (veileder)

Jarle Aarstad

Studenter

Joakim Oleivsgard Stenslund og Christian Sæle Michel

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Casestudie av kjernekraft i Norge* og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i Personlig intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg: Intervjueguide

Direkte spørsmål til subjektet

1. Hvorfor er du involvert i kjernekraft?

Aktørrelatert

1. Hvordan oppfatter du aktiviteten rundt kjernekraftteknologien i Norge?
2. Hvilke aktører vet du om som driver innenfor kjernekraft, enten FoU eller kommersialisering?
3. Har du oppdaget noe økning i antall aktiviteter, aktører eller lignende innenfor kjernekraftteknologien i Norge den siste tiden?
4. Hvor lett er det å satse på kjernekraftteknologien i Norge?

Kunnskap

1. Hva opplever du påvirker satsingen på å utvikle kunnskapen om kjernekraftteknologien?
2. Er det nok FoU-prosjekter innenfor kjernekraftteknologien?
3. Hvordan er samarbeidet mellom bedrifter og statlige organer?

Kunnskapsspredning

1. Hvordan oppleves forskningsnettverket innenfor kjernekraftteknologien i Norge?
2. Hvordan oppleves kunnskapsdelingen blant aktører og FoU innen kjernekraft i Norge?
3. Er statens satsing i takt med kunnskapsutviklingen?
4. Er det nok konferanser og workshops innenfor temaet?

Veiledning av søket

1. Hva er dine tanker om signalene for satsing på kjernekraftteknologien?
2. Når du nå tenker på retningen Norge tar innenfor energi, hva tenker du da?
3. Er den offentlige debatten vinklet riktig?

Markedsrelatert

1. Denne teknologien konkurrerer med allerede eksisterende energiteknologier, tror du det er nok plass og mulighet til å etablere seg i markedet?
2. Hvordan oppfatter du lovverket rundt kjernekraft?

Allokering av økonomiske ressurser

1. Opplever det at nok økonomiske ressurser allokeres til FoU?
2. Hvilke typer investorer er det innenfor kjernekraft, er det statlige eller private aktører?
3. Opplever du en redsel for å investere i kjernekraft blant investorer?
4. Hvordan oppfatter du statlig støtte, er det tilstrekkelig med ressurser tilgjengelig?

Legitimitetsrelatert

1. Hvilke begrensninger eller barrierer mener du er de største hindringene i implementeringen av kjernekraftteknologien?
2. Har dagens energikrise/ tilstand vært med å påvirke ditt arbeid innenfor kjernekraft?
3. Kan du snakke litt om hvordan aktører knyttet til kjernekraft og bruk av teknologien bruker ressurser til lobbyvirksomhet?

Regulativ

1. Hvordan er lovverket rundt bruken av kjernekraft som energikilde?
2. Hvordan påvirker dette ditt arbeid med kjernekraft?
3. Er det noen mangler av standarder, eller lovverk før implementering av teknologien?

Ekstra i tilfelle

1. Er det noe mer du vil si eller legge til som du anser viktig for vår oppgave?
2. Hva ønsker du å oppnå med ditt arbeid/ interesse innenfor temaet?

Vedlegg: Spørreundersøkelse

Hva er ditt kjønn?

Kvinne, Mann, Ikke oppgitt

Hvor er du bosatt?

Nord-Norge, Midt-Norge, Vest-Norge, Øst-Norge, Sør-Norge

Jeg bor for tiden i

Storby, Mellomstor by, Tettsted eller småsted

Fødselsår

Hva er ditt høyeste utdanningsnivå

Grunnskole, Videregående skole, Noe høyere utdanning, Bachelor/ cand.mag, Master/ Hovedfag, Doktor eller lignende

Strømprisene har stor innvirkning på min privatøkonomi

Svært enig, Noe enig, Nøytral, Noe uenig, Svært uenig

Jeg har høy kompetanse om kjernekraft

Svært enig, Noe enig, Nøytral, Noe uenig, Svært uenig

Kjernekraft har et høyt CO2-utslipp

Svært enig, Noe enig, Nøytral, Noe uenig, Svært uenig

Kjernekraft er en farlig måte å produsere energi på

Svært enig, Noe enig, Nøytral, Noe uenig, Svært uenig

Jeg er positiv til kjernekraft som en energikilde

Svært enig, Noe enig, Nøytral, Noe uenig, Svært uenig

Ranger følgende energikilder slik du vil Norge skal satse på dem

1. Vannkraft
2. Vindkraft eller solkraft
3. Olje og gass
4. Kjernekraft

Vedlegg Oppsummering analyse F1

Entreprenøriell aktivitet	Data	Datakilde
Fremmer implementeringen	Økende entreprenøriell aktivitet rundt kjernekraft	Intervju med aktør og nettsøk
Fremmer implementeringen	Økende mediedekning	Nettsøk
Hemmer implementeringen	Manglende politisk vedtak	Intervju med aktør
Hemmer implementeringen	Få antall pågående prosjekter for kommersialisering	Intervju med forsker og aktør
Hemmer implementeringen	Få antall pågående utviklingsprosjekter	Intervju med forsker og nettsøk

Vedlegg tabell 2 F1: Oversikt over funn

Vedlegg Oppsummering analyse F2

Kunnskapsutvikling	Data	Datakilde
Fremmer implementeringen	Økt mengde utdanningsløp	Nettsøk og intervju med aktør
Fremmer implementeringen	IFE sin forskning	Nettsøk og intervju med aktør
Fremmer implementeringen	IFE sin reaktorsimulator	Nettsøk og intervju med aktør
Fremmer implementeringen	Forskningscenter for kjernekraft	Nettsøk
Hemmer implementeringen	Kjernekraft er ikke en del av FME-utlysninger	Nettsøk og intervju med forker og aktør
Hemmer implementeringen	Politisk usikkerhet	Intervju med aktør
Hemmer implementeringen	Politisk risiko	Intervju med aktør

Vedlegg tabell 3 F2: Oversikt over funn

Vedlegg Oppsummering analyse F3

Kunnskapsspredning	Data	Datakilde
Fremmer implementeringen	Mer faktabasert kunnskap som deles	Intervju med politiker
Fremmer implementeringen	Økning i mengden konferanser	Intervju med aktør og forsker
Hemmer implementeringen	Ingen direkte forum for kjernekraft	Intervju med forsker
Hemmer implementeringen	Statens satsing er i utakt med kunnskapsutviklingen	Intervju med aktør

Vedlegg tabell 4 F3: Oversikt over funn

Vedlegg Oppsummering analyse F4

Veiledning av søket	Data	Datakilde
Fremmer implementeringen	Bevilget 200 millioner til forskningsinstitusjon	Nettsøk
Fremmer implementeringen	Flere partier ønsker å satse på FoU innen kjernekraft	Nettsøk
Hemmer implementeringen	Regjeringen ønsker ikke å satse på kjernekraft	Intervju med aktør fra energibransjen
Hemmer implementeringen	Energiministeren ønsker ikke kjernekraft	Nettsøk og intervju med aktør fra energibransjen
Hemmer implementeringen	Energikommisjonen fremlegger at kjernekraft ikke er løsningen for Norge	Nettsøk

Vedlegg tabell 5 F4: Oversikt over funn

Vedlegg Oppsummering analyse F5

Markedsetablering	Data	Datakilde
Fremmer implementeringen	Stort energibehov i fremtiden, stort nok til at kjernekraft kan etableres.	Intervju med aktør fra energibransjen og nettsøk
Fremmer implementeringen	Stortinget sitt representantforslag til regjeringen viser til et eventuelt behov for kjernekraft som del av energimiksen.	Nettsøk
Hemmer implementeringen	Ingen insentiver for kjernekraft i dag.	Intervju med aktør fra energibransjen
Hemmer implementeringen	Ingen spesifikke avkastningskrav eller renter presentert.	Intervju med aktør fra energibransjen
Hemmer implementeringen	Politisk motarbeid.	Intervju med forsker

Vedlegg tabell 6 F5: Oversikt over funn

Vedlegg Oppsummering analyse F6

Ressursmobiliseringen	Data	Datakilde
Fremmer implementeringen	Mange kunnskapspersoner innen atomsikkerhet.	Nettsøk
Fremmer implementeringen	Stor investeringsvillighet.	Intervju med forsker
Hemmer implementeringen	Norsk kunnskap blir lite omtalt.	Nettsøk
Hemmer implementeringen	Underfinansiert.	Intervju med forsker

Vedlegg tabell 7 F6: Oversikt over funn

Vedlegg Oppsummering analyse F7

Legitimering	Data	Datakilde
Fremmer implementeringen	Økt interesse fra det statlige og riksaviser.	Intervju med politiker
Hemmer implementeringen	Få profesjonelle lobbyister	Intervju med forsker
Hemmer implementeringen	Få aktive lobbyister	Intervju med forsker

Vedlegg tabell 8: F7: Oversikt over funn

