



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Industriell Økonomi	Vårsemesteret, 2020 Åpen / Konfidensiell
Forfatter: Katrine Fredagsvik	
Veileder(e): Kristin Engh	
Tittel på masteroppgaven: Norges potensial for å oppnå netto nullutslipp av CO ₂ i 2050 Engelsk tittel: Norway's potential to achieve zero emission of CO ₂ by 2050	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Klimamål, fornybar energi, energiløsninger, nullutslippssamfunn, CO ₂ , vindkraft, solkraft, hydrogen, klimaendringer	Sidetall: 84 + vedlegg/annet: 0 Stavanger, 11.06.20

Masteroppgave

Industriell økonomi

«Norges potensial for å oppnå netto nullutslipp av CO₂ i 2050»



Universitetet
i Stavanger

Katrine Fredagsvik
Stavanger, Juni 2020

Forord

Denne avhandlingen skrevet som avsluttende del av masterstudiet Industriell Økonomi, ved det Teknisk-naturvitenskaplige fakultet ved Universitetet i Stavanger.

Jeg vil å takke min veileder, Kristin Engh, for sin kontinuerlige støtte og god veiledning i løpet av dette semesteret. Jeg ønsker også å takke venner og kjære som har støttet meg gjennom denne studieperioden.

Arbeidet med denne avhandlingen har gitt meg en bratt lærekurve og gitt meg en bredere forståelse rundt fornybar energi, energiløsninger og potensialet for et netto nullutslippssamfunn i Norge. Det har virkelig vært et privilegium å jobbe med et svært dagsaktuelt og givende tema. Dette tar jeg med meg videre inn i arbeidslivet.

Sammendrag

Det har lenge vært anerkjent at energisystemene i verden går mot fornybare energikilder og nye energiløsninger for å redusere klimagassutslipp og bremse global oppvarming. Det er stort fokus på å utvikle teknologier og metoder for å begrense klimagassutslipp for å oppfylle forpliktelsene gitt av Norske myndigheter. Den største barrieren for å kunne lykkes med dette er at utviklingen og implementeringen av fornybare energikilder ikke går raskt nok. Problemer knyttet til blant annet politikk, økonomi og sosiale faktorer bremser veksten av fornybare energier, og kommer til å spille en viktig rolle dersom Norge skal oppnå en realistisk overgang til fornybare energikilder og energiløsninger i sitt fremtidige energisystem. Det er dermed behov for å innføre tiltak for å akselerere overgangen til fornybare energiløsninger som kan kutte utslipp av klimagasser i Norge.

Avhandlingens hovedfokus er å studere hvordan fremtidsutsiktene ser ut for klima og energisystemer, både nasjonalt og internasjonalt, og hvordan Norge kan oppnå netto nullutslipp. I tillegg, er det gjennomført en kvalitativ analyse av eksisterende data gjennom en PESTEL analyse. Hensikten med å gjennomføre en PESTEL analyse er å identifisere faktorene som kan ha innvirkning på Norges potensial om å bli et netto nullutslippssamfunn innen 2050. Det er essensielt å få forståelse for de faktorene som er muliggjørere for at Norge kan bli et netto nullutslippssamfunn, samt vise til ulike klimautfordringer som må håndteres for å nå målet. I tillegg til PESTEL analysen benyttes en enkel modell som illustrerer utslippsbildet i Norge, og av hva som må til for at regnestykket skal bli netto nullutslipp.

Basert på funnene i denne avhandlingen kan mengden klimagassutslipp øke med 0,77% i året frem til 2050 dersom Norge fortsetter sin virksomhet uten betydelige klimatiltak og uten forbedring i teknologi. Økningen av klimagassutslipp skyldes det økte energibehovet som følge av økt befolkningsvekst og levestandard. Sannsynligvis vil utslippsmengden av CO₂ til luft i Norge øke med 27,6% innen 2050, med mindre det skjer en radikal omstilling av energisystemet som innbefatter mindre fossilt brensel og mer fornybar energiproduksjon. Funnene viser også at Norge kan oppnå netto nullutslipp i 2050 dersom energibehovet reduseres innen 2050 sammenlignet med energibehovet i 2018. Det er derimot lite sannsynlig å oppnå netto nullutslipp ved å gå over til en 100% fornybar energiproduksjon med dagens teknologi. For at Norge skal bli et netto nullutslipp samfunn må betydelig utvikling og implementering iverksettes av både fornybare energikilder og CO₂-håndtering, i tillegg til å skape nye energiløsninger som ikke eksisterer i dag.

Innhold

1. Innledning	1
1.1. Bakgrunn for avhandlingen	1
1.2. Formål og problemstilling	2
1.3. Rammer og betingelser	3
1.3.1. Covid-19.....	3
1.4. Teoretisk rammeverk.....	4
2. Klimaforskning	5
2.1. Scenarier for temperaturutvikling.....	6
3. Energibildet.....	11
3.1. Energibildet i Norge	11
3.2. Energibildet internasjonalt.....	12
3.3. Energiovergang.....	14
4. PESTEL rammeverk	15
5. PESTEL analyse	16
5.1. Politiske faktorer.....	16
5.1.1. Energi- og klimapolitikk i Norge	16
5.1.2. Internasjonal klimapolitikk	19
5.2. Økonomiske faktorer	19
5.2.1. Strømpriser	20
5.2.2. Kommuner.....	21
5.2.3. Investeringer innen fornybar energi	21
5.2.4. Skattelegging av energinæring og kraftnæring	22
5.2.5. Kostnader	22
5.3. Sosiale og kulturelle faktorer.....	22
5.4. Teknologiske faktorer.....	24
5.4.1. Fossilt brensel.....	25
5.4.2. Vindkraft	25

5.4.3.	Solkraft	26
5.4.4.	Hydrogen	28
5.4.5.	Kjernekraft	30
5.4.6.	Karbonfangst	31
5.4.7.	Oppgradering av eksisterende vannkraftverk.....	32
5.5.	Miljømessige faktorer.....	32
5.6.	Juridiske faktorer	35
5.6.1.	Energiloven	35
5.6.2.	Konsesjoner.....	35
6.	Resultat fra PESTEL.....	37
7.	Enkel modell for netto nullutslipp	39
7.1.	Energiproduksjon.....	39
7.1.1.	Befolkningsvekst.....	39
7.1.2.	Energieffektivisering.....	40
7.1.3.	Fremtidig energibehov	41
7.2.	CO ₂ -produksjon og utslipp i Norge	42
7.2.1.	Eksportert CO ₂ -utslipp	43
7.3.	CO ₂ -reduksjon	46
7.3.1.	CO ₂ -reduksjon globalt.....	46
7.3.2.	CO ₂ -reduksjon i Norge.....	47
8.	Metode	49
8.1.	Induktiv vs. deduktiv tilnærming.....	49
8.2.	Validitet og reliabilitet.....	49
8.3.	Kvalitativ vs. kvantitativ metode.....	50
8.3.1.	Kvantitativ metode	50
8.3.2.	Kvalitativ metode	50
8.3.3.	Anvendt metode	51
8.4.	Primær data vs. sekundær data	51

8.5.	Datainnsamling med tilhørende krav	51
8.6.	Kritikk av datainnsamling	52
9.	Diskusjon	53
9.1.	Strukturen av kapittelet.....	53
9.2.	PESTEL-analysen.....	53
9.2.1.	Politiske faktorer	53
9.2.2.	Økonomiske faktorer.....	54
9.2.3.	Sosiale og kulturelle faktorer	55
9.2.4.	Teknologiske faktorer.....	56
9.2.5.	Miljømessige faktorer	57
9.2.6.	Juridiske faktorer.....	58
9.3.	Modellen.....	59
9.3.1.	Scenario A.....	59
9.3.2.	Scenario B	60
9.3.3.	Scenario C	64
10.	Konklusjon.....	65
11.	Fremtidig arbeid.....	66
12.	Referanser	67

Figurliste

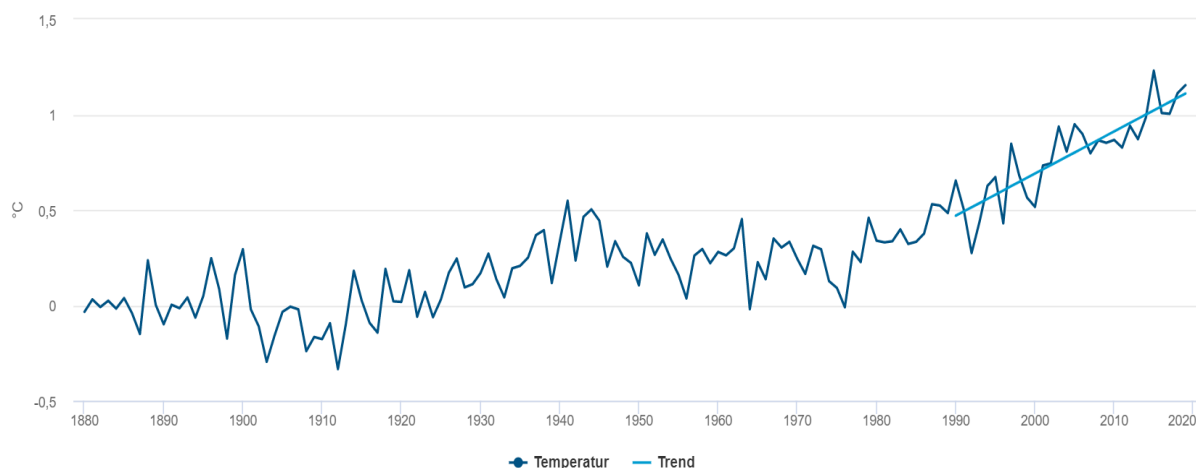
Figur 1.1: Global årlig gjennomsnittstemperatur, målt med avvik fra gjennomsnittet for 1880-1930(Øvrebø, 2020a)	1
Figur 2.1 IPCC Rapporter	5
Figur 2.2 Temperaturutvikling i nåværende oppvarmingshastighet (IPCC, 2020c)	6
Figur 2.3 Global utslipp (IPCC, 2020b)	8
Figur 2.4 Temperaturutviklings scenarier P1-P4 (IPCC, 2018c, 2020c)	9
Figur 3.1 Fremtidige energikilder for Norge (Dreamstime, 2020).....	11
Figur 3.2 Årlige energi relaterte CO ₂ utslipp og reduksjoner, 2010-2050 (IRENA, 2019)	13
Figur 3.3 Andel av fornybar og ikke-fornybar energi av totale energibildet frem til 2050 (IRENA, 2019)	13
Figur 4.1 PESTEL analyse med tilhørende faktorer (Granstrøm & Brun, 2019)	15
Figur 5.1 De ti viktigste klimatiltakene som regjeringen har gjennomført (Regjeringen, 2019b, 2020a).....	18
Figur 5.2 Forventet kostnadsutvikling (Enerwe, 2017).....	20
Figur 5.3 Antall vindturbiner ferdigstilt per år (NVE, 2020f)	26
Figur 5.4 Nøkkeltall 2019 for solkraft i Norge (NVE, 2020d)	27
Figur 5.5 Hydrogen produksjon (DNVGL, 2019).....	28
Figur 5.6 Grått hydrogen.....	29
Figur 5.7 Blå hydrogen.....	29
Figur 5.8 Grønt hydrogen.....	30
Figur 5.9 Karbonfangst (CCS) prosess, (Shell, 2016).....	31
Figur 5.10 Globale CO ₂ - utslippsreduksjoner (NHO, 2018).....	33
Figur 5.11 Vekst i global energibruk (NHO, 2018)	33
Figur 5.12 Equinor's plan for kutt av klimagassutslipp mot 2050 (Equinor, 2020a)	33
Figur 6.1 Resultat av PESTEL analyse	38
Figur 7.1 Befolkningsframskriving 2020-2060.....	40
Figur 7.2 Sluttbruk av energi 1990-2015 (OED, 2019f)	41
Figur 7.3 Sluttbruk av energi vs. befolkningsvekst vs. energibruk per innbygger (OED, 2019f)	41
.....	41
Figur 7.4 Scenarier for utviklingsbaner for energietterspørsel i 2050 (Thronsen et al., 2019)	42
.....	42
Figur 7.5 Fremtidige scenarier for energietterspørsel i 2050 (Thronsen et al., 2019).....	42

Figur 7.6 Utslipp av CO ₂ i Norge (SSB, 2019).....	43
Figur 7.7 Utslipp til luft på norsk sokkel sammenlignet med internasjonal gjennomsnitt (Norskoljeoggass, 2019).....	44
Figur 7.8 Utslipp av CO ₂ til luft i Norge vs. gjennom eksportert olje og gass	46
Figur 7.9 Utslippsbaner frem mot 2100(SINTEF, 2019c)	47
Figur 9.1 Veien til mål er ikke rett frem (Andersson, 2019).....	55
Figur 9.2 Utslipp av CO ₂ 1990-2050E.....	60
Figur 9.3 Energibehovet i Norge i 2050 med 100% fornybar energi.....	62

1. Innledning

1.1. Bakgrunn for avhandlingen

Fornybare energiløsninger har vokst kraftig frem det siste tiåret og har konsekvent overgått forventningene, med nye rekorder som blir satt hvert år (Carrington, 2020; GCI, 2019; IEA, 2020). Et økende antall land forplikter seg til sine respektive mål for energiovergang og enkelte land forsterker sine klimamål. Årsaken til kraftig vekst innen fornybar energi og nye energiløsninger skyldes effektiv politikk med virkemidler, reduserte teknologiske kostnader og omfattende planlegging, kombinert med ambisiøse mål (Aguirre & Ibikunle, 2014; IEA, 2020).



Figur 1.1: Global årlig gjennomsnittstemperatur, målt med avvik fra gjennomsnittet for 1880-1930 (Øvrebø, 2020a)

Til tross for økende grønn investering og bedre kunnskap har verden opplevd en økende global gjennomsnittstemperatur, som illustrert i Figur 1.1. Det ble i 2019 målt en gjennomsnittstemperatur 1,11°C høyere enn førindustriell tid, og dermed det neste varmeste året som er målt (Øvrebø, 2020a). Dersom den globale gjennomsnittstemperaturen øker med mer enn 2°C vil planeten sannsynligvis få irreversible klimakonsekvenser som ubeboelige områder, økning i havnivå og tap av økosystemer (IPCC, 2018b).

For å bekjempe temperaturøkningen vedtok klimakonvensjonen den internasjonale Parisavtalen i 2015 for å skape forpliktelser og samarbeid mellom land og styrke responsen på klimatrusselen (FN, 2020). Denne avtalen symboliserer en stor milepæl i kampen mot klimaendringene. Målet med avtalen er først og fremst å begrense økningen i den globale gjennomsnittstemperaturen til et nivå under 2°C pre-industrielt nivåer, og å forsøke å begrense temperaturøkningen ytterligere til 1.5°C (Øvrebø, 2020b). Ved å begrense global oppvarming til 1.5°C ved midten av århundret (2050) vil det kunne redusere eksponeringen betydelig for både klimarelaterte konsekvenser og tilhørende økonomiske byrder. Implisitt i klimamålene er det behov for en energiovergang til

netto nullutslippssamfunn med en klimanøytral energisektor, som i dag står for to tredjedeler av de globale utslippene (IRENA, 2020a). Det vil kreve raske og grunnleggende endringer på tvers av alle karbon utsendende sektorer, spesielt innen energinæringer, som er primær bidragsyter til klimagassutslipp.

Fremtidsutsiktene har vist til økende etterspørsel etter energi på grunn av en økning i både verdensbefolkning og levestandard (IPCC, 2018a). FNs prognoser viser at den globale befolkningen fortsetter å øke, men med en redusert hastighet. Verdens befolkning forventes å nå 9,7 milliarder i 2050, noe som vil føre til at energietterspørselen forventes å øke i årene fremover (FN, 2019). I tillegg har klimadebatten skapt et stort globalt engasjement i kampen mot klimaendringer. Dette har ført til en sterk forandringskraft som utøver et kraftig press på myndigheter, selskaper og enkeltpersoner for å redusere forurensing og utslipp. For å hindre at gjennomsnittstemperaturen på kloden stiger vil det være nødvendig å håndtere energiproduksjon og CO₂-utslipp gjennom nye klimavennlige energiløsninger.

Regjeringen i Norge ønsker at nasjonen skal fortsette sin rolle som et foregangsland innen fornybar energi og være en pådriver i det internasjonale klimaarbeidet (Regjeringen, 2019d). I 2019 satte Norge et lovfestet mål om å bli et lavutslippssamfunn i 2050. Målet innebærer å redusere klimagassutslipp med 90-95% og et samfunn som ikke vil bidra til økte globale utslipp (Lovdata, 2017; Regjeringen, 2019d). Rapporten «Veikart for fremtidens næringsliv» legger frem at olje og gass, som er Norges viktigste næring i form av inntekter, trolig vil ha en viktig rolle i den globale energimiksen og energimarkedet i flere tiår fremover (SINTEF, 2019c). I tillegg til olje og gass legger rapporten frem at fornybare energikilder som vannkraft, vindkraft og solkraft viser et globalt markedspotensial i fremtiden og vil trolig være en del av Norges fremtidige energimiks (SINTEF, 2019c). For å kunne drive industrien fremover og samtidig jobbe for å bli et netto nullutslippssamfunn, vil det kreve identifikasjon av pådrivere og barrierer i samfunnet som er avgjørende for Norges klimamål.

1.2. Formål og problemstilling

Formålet med denne avhandlingen er å belyse og gi innsikt i Norges posisjon i henhold til sine klimamål om å bli et netto nullutslippssamfunn i 2050 og analysere hvorvidt ligger satsingen på CO₂ håndtering og fornybar energi i Norge. I tillegg skal avhandlingen identifisere hvilke implikasjoner og elementer driver eller hindrer utviklingen av et samfunn med netto nullutslipp.

For å kunne vurdere og estimere mulige framtidsscenarier og hva som skal til for å oppnå et netto nullutslippssamfunn i Norge i 2050, er historiske data benyttet i matematiske utledninger.

Avhandlingen vil fortrinnsvis gjennomgå teoretisk bakgrunnsinformasjon om klimabildet i Norge og internasjonalt, klimaforskning og ulike framtidsscenarier for netto nullutslipp i 2050. Deretter, en PESTEL analyse av den sentrale faktorer som er avgjørende for energiutviklingen i Norge etterfulgt en resultatoversikt av PESTEL analysen. Dette utgjør det teoretiske grunnlaget som vil bli diskutert videre i avhandlingen. Etter PESTEL analysen tar kapittel 8 for seg metodikken benyttet for innsamling av informasjon og data samt selvreflekterende kritikk. Til slutt en diskusjonsdel som er basert på funn presentert i PESTEL analysen som legger grunnlaget for konklusjonen i kapittel 10. Avslutningsvis presenteres en anbefaling for fremtidig arbeid i kapittel 11, som kan bidra til å utvikle fremtidig arbeid ut ifra funn fra denne avhandlingen.

1.3. Rammer og betingelser

Tematikken rundt fornybar energi med vurdering av Norges potensial til å oppnå netto nullutslipp i 2050 er et stort og omfattende tema. På grunn av tid og ressursbegrensninger er avhandlingen begrenset til en gjennomførbar størrelse. Avhandlingen tar dermed for seg energibruk og CO₂-utslipp som slippes ut i luft nasjonalt med årlige data fra Statistisk Sentral Byrå. Hovedfokuset vil omhandle om Norge i sin virksomhet kan bli netto nullutslipp. Problemstillingen inkluderer ikke utslipp gjennom norsk eksport som globalt sett kan bidra til global oppvarming. Avhandlingen tar hensyn til norske lover og regelverk, samt klimaforpliktelser i henhold til EU og Parisavtalen. Teknologiene som er inkludert i avhandlingen er eksisterende teknologier som trolig vil spille en viktig rolle i Norges fremtidige energimiks.

1.3.1. Covid-19

Denne avhandlingen er skrevet under Covid-19 utbruddet som oppsto i slutten av 2019. Informasjon, data og prognoser som er inkludert i avhandlingen kan dermed avvike fra eventuelle ringvirkninger og utslag som følge av Covid-19.

1.4. Teoretisk rammeverk

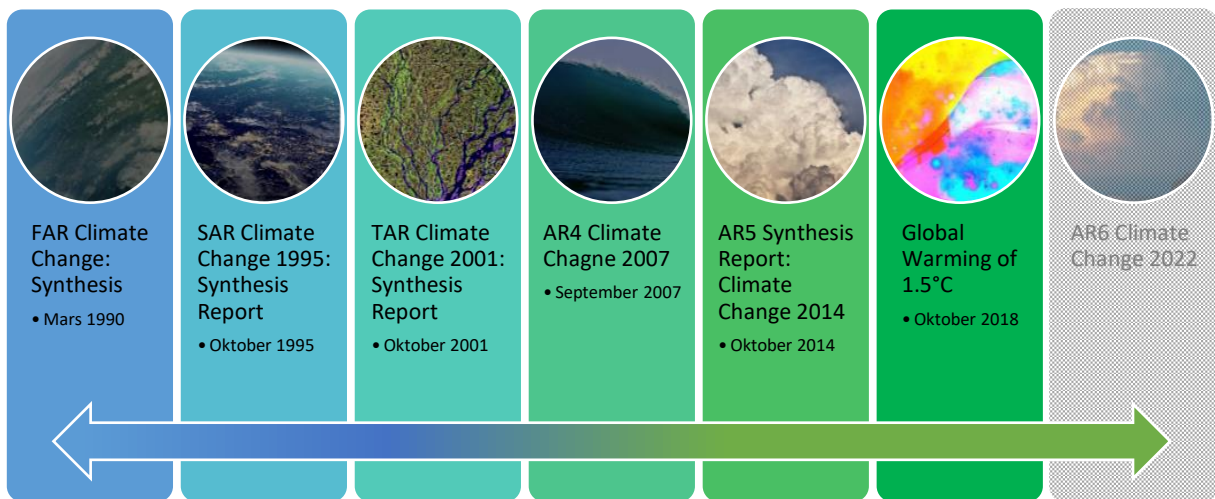
Følgende spørsmål skal undersøkes og bli besvart gjennom avhandlingen:

1. Sentrale faktorer som inngår i en realistisk satsing av fornybar energi og energiteknologier i Norge mot målet om netto nullutslipp
2. Hvorvidt det er mulig å for Norge å oppnå klimamål om netto nullutslipp innen 2050

For å kunne besvare spørsmål nummer 1 vil en vurdering av sentrale faktorer innen politikk, økonomi, teknologi, lovverk, sosiale holdninger og miljø bli gjennomført i en PESTEL analyse. Hensikten med å gjennomføre analysen er å gi en bedre forståelse av hvor Norge er posisjonert i henhold til energi løsninger og hvorvidt satsingen på fornybar energi i Norge er tilstrekkelig. Det vil innebære å undersøke om støtten fra norsk regjering er bygget på eksisterende finansiering, eller kun oppmuntrende uttalelser med liten forpliktelse. I tillegg vil analysen identifisere ulike typer klimavennlige teknologier som er tilgjengelige i dag og hvor modne disse teknologiene er i henhold til problemstillingen. Det andre forskningsspørsmålet vil ta for seg historiske data og fremtidige prognoser for energibehovet i Norge i 2050. Denne delen av avhandlingen vil baseres på de funnene som presenteres i PESTEL analysen som videre vil bygge grunnlaget for diskusjonsdelen.

2. Klimaforskning

I 1988 ble FNs Klimapanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) etablert for å vurdere vitenskapen relatert til klimaendringer (IPCC, 2020a). IPCC er en organisasjon av regjeringer som er medlemmer av FN (Forente Nasjoner) eller WMO (World Meteorological Organization). IPCC består av 195 medlemmer hvorav tusenvis av mennesker fra hele verden bidrar til IPCCs arbeid (IPCC, 2020b). Det er frivillige forskere fra IPCC som vurderer tusenvis av vitenskapelige artikler som publiseres hvert år for å kunne gi et omfattende sammendrag av hva som er kjent om driverne for klimaendringer, dens virkninger og fremtidige risikoer, og hvordan tilpasning og tiltak kan redusere disse risikoer. Sammendraget går deretter gjennom en grundig prosess før den blir publisert offentlig, som en fullstendig og objektiv rapport fra eksperter og myndigheter. Figur 2.1 illustrerer IPCC sine synteserapporter siden 1990.



Figur 2.1 IPCC Rapporter

IPCC sin første synteserapport kom ut i 1990 og denne rapporten ga en bred oversikt over klimaendringvitenskap med en diskusjon av usikkerhetsmomenter og bevis på oppvarming (IPCC, 1990a, 1990b). Den neste synteserapporten ble publisert i 1995 hvor IPCC konkluderte at balansen av bevis antydte at menneskelig innflytelse kunne sees på det globale klimaet (IPCC, 1995). Noen år senere ble kom en rekke nye bevis på at mesteparten av oppvarmingen observert de siste 50 årene kan kobles til menneskelige aktiviteter og at oppvarmingen blir tydelig sterkere. Atmosfæren og havet har blitt varmere, mengden snø og is har gått ned, og havnivået har steget. I synteserapporten fra 2001 blir det fastsatt at mennesker påvirkning på klimasystemet er et faktum (IPCC, 2001). Den kontinuerlige kunnskapsutviklingen er basert på forbedringer relatert til observasjoner, flere observasjoner, mer tillit til modeller, bedre prosessbasert og forståelse av mer sofistikerte modeller. I etterkant av Parisavtalen i 2015 ferdigstilte IPCC en spesial rapport om virkningene av en gjennomsnittlig temperaturøkning på

mennesker vil bli utsatt for risiko ved økende havnivå (IPCC, 2018c). I tillegg vil det være mindre innvirkning på biologisk mangfold og arter for global oppvarming på 1.5°C sammenlignet med oppvarming på 2°C. Det vil også være mindre reduksjon av korn, mais, ris og hvete, og den globale befolkningen utsatt for økt vannmangel vil være opptil 50% mindre i en 1.5°C verden sammenlignet med en 2°C verden (IPCC, 2018c). Mindre global oppvarming vil også kraftig redusere sjansen for isfrie hav om sommeren. Ved 2°C oppvarming vil jordkloden ha havisfrie om sommeren en gang per tiår, men ved 1.5°C grader vil det kun skje en gang per århundre (IPCC, 2018c). Det er dermed en enorm forskjell når det gjelder havis i Arktis mellom disse to oppvarmingsnivåene.

Klimaforskning basert på IPCC sine modeller legger frem at for å begrense oppvarmingen til 1.5°C, må CO₂-utslippene falle med 45% innen 2030 sammenlignet med 2010-nivået, og nullutslipp innen 2050 (IPCC, 2018c). Dersom man derimot sikter på 2°C graders oppvarming, bør reduksjon av CO₂-utslipp være på 25% innen 2030 (IPCC, 2018c). For å begrense oppvarmingen til 1.5°C grader, må CO₂-utslipp nå netto null i midten av århundret. Dette betyr at for hvert tonn utslipp må det kompenseres med et tonn absorbert fra atmosfæren som er netto null-konseptet. Så rundt 2050 vil netto null være nødvendig for kunne holde den globale gjennomsnittstemperaturen på 1.5°C. For 2°C scenariet blir utviklingen noe forskjøvet til 2070 (IPCC, 2018c). Det er derimot viktig å påpeke at CO₂ er ikke den eneste gassen som forårsaker global oppvarming. Det er nødvendig å redusere ikke-CO₂-gasser som metan, nitrogendioksid og andre utslipp, som videre vil til føre til forbedret luftkvalitet og helsemessige fordeler (IPCC, 2018c).

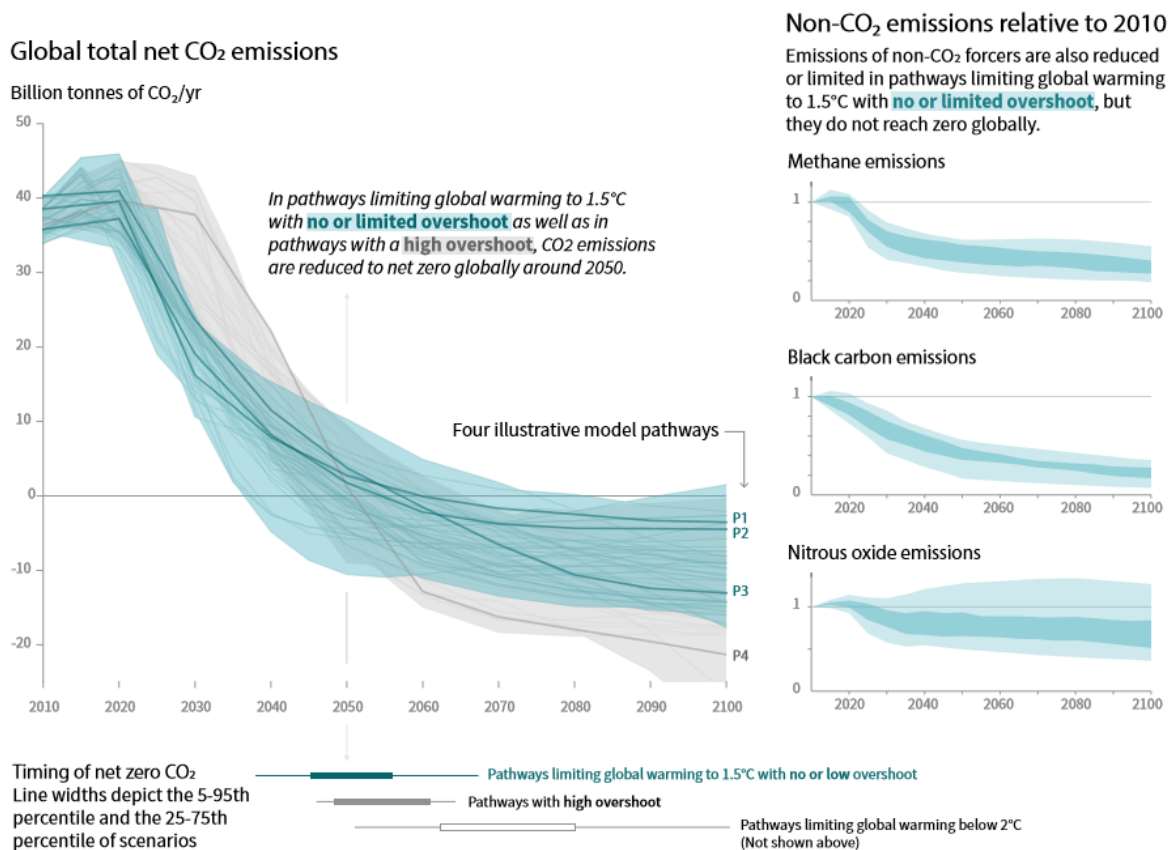
Klimaforskning fra IPCC kommer med tydelige og nødvendige anbefalinger (IPCC, 2018a).

Kort oppsummert, så trenger Norge:

- Betydelige utslippskutt i alle sektorer
- Å ta i bruk en rekke teknologier
- Atferdsendringer
- Økte investeringer i lav-karbon løsninger
- Å oppnå omfattende endringer raskt
- Vi har sett fremgang innen fornybar energi, og vi må se det også i andre sektorer
- Begynne å ta ut CO₂ fra atmosfæren, men dette kan ha konsekvenser for økosystemer for matsikkerhet og biologisk mangfold.

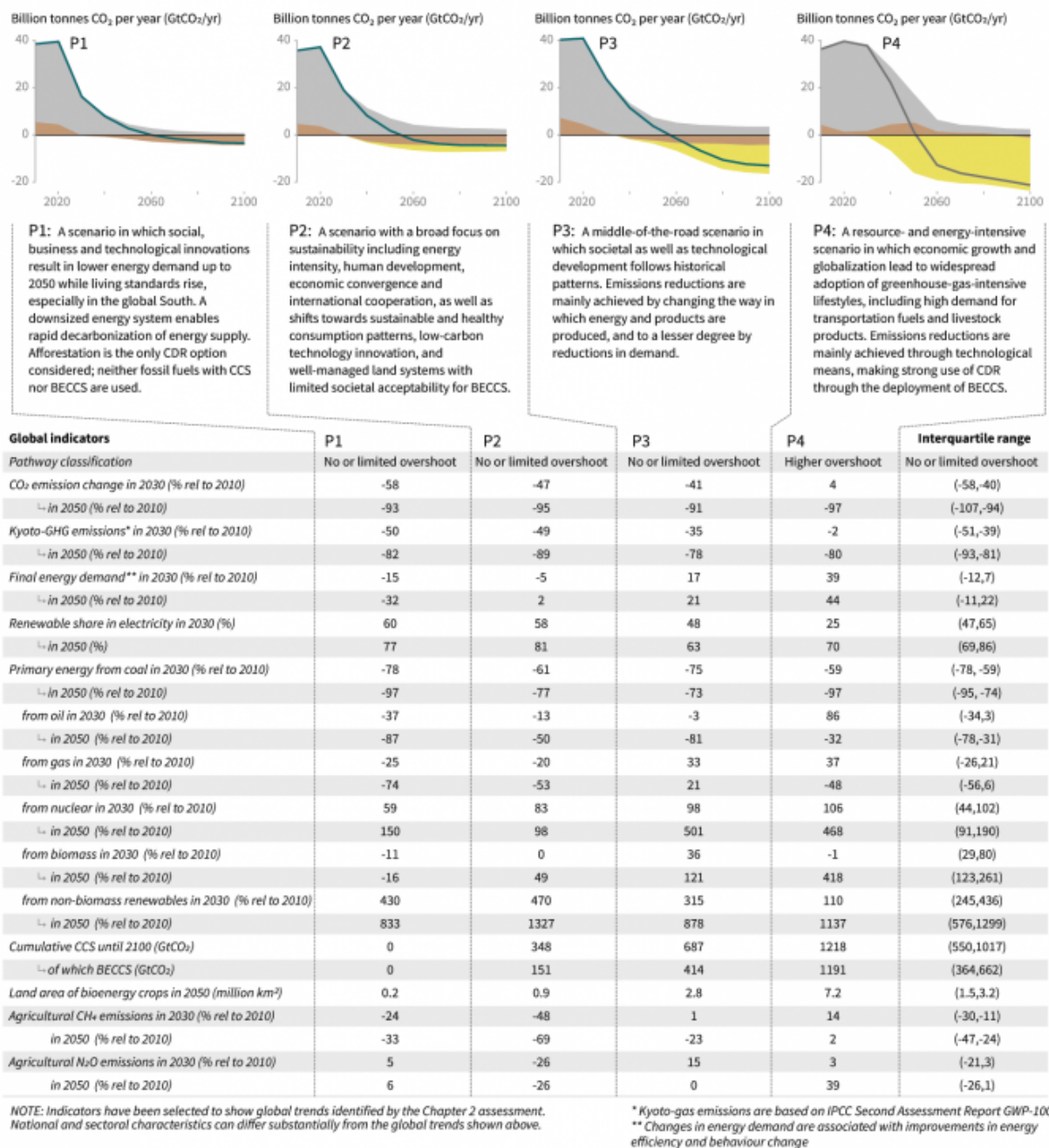
Dersom man midlertidig lar global oppvarming gå forbi 2°C-grensen for så senere gå tilbake til en oppvarming på 1.5°C, også kalt overskridelse, vil det komme med betydelig risiko. Det vil også innebære en fast forpliktelse til fjerning av CO₂ fra atmosfæren av enorm skala i fremtiden (IPCC, 2018c). Dersom CO₂-utslippene ikke blir redusert før 2030, er vi forpliktet til å finne løsninger på hvordan man kan kompensere for disse tidligere utslippene og få mer CO₂ ut av atmosfæren. Dette vil være i en skala som klimaforskning ikke har full forståelse for i dag (IPCC, 2018c).

Figur 2.3 illustrerer hvordan raske reduksjoner i begynnelser fører til netto nullutslipp rundt midten av århundret, etterfulgt av netto negative utslipp. Ved overskridelse/utsettelse av tiltak (illustrert som grå sone over utslippsveier) vil kurvene være brattere ettersom raskere reduksjoner vil være nødvendig. I et slikt scenario er det nødvendig med nye metoder for å oppnå større negative utslipp i andre halvdel av århundret. Dette vil bli en enorm utfordring (IPCC, 2018c). De fire scenarier merket P1, P2, P3 og P4 representerer følgende scenarier: lavt energibehov, bærekraftfokustert, mellom-scenario som følger historiske mønstre og ressurs- og energikrevende scenarioet. Som tidligere nevnt, må andre gasser i tillegg til CO₂ reduseres. Disse er illustrert i panelene på høyre side i Figur 2.3.



Figur 2.3 Global utslipp (IPCC, 2020b)

Figur 2.4 illustrerer karakteristikken bak de fire scenariene. Det grå området representerer fossilt brensel og industri, brunt området representerer jordbruk, skogbruk og arealbruk og det gule området representerer bioenergi med karbonfangst og lagring, altså negative utslipp. Alle disse scenariene oppnår 1.5°C graders oppvarming og viser at det er forskjellige måter å oppnå dette på. P1 scenariet og P4 scenariet er svært ulike, hvorav det grå området i P4 (fossilt brensel) blir kompensert for av et stort gult område (bioenergi med karbonfangst) mot andre halvdel av århundret. Det er viktig å huske at det er store usikkerheter og store spørsmål knyttet til hvordan vi kan oppnå negative oppdrag i en så stor skala (Hardy, 2018; IPCC, 2018c).



Figur 2.4 Temperaturutviklings scenarier P1-P4 (IPCC, 2018c, 2020c)

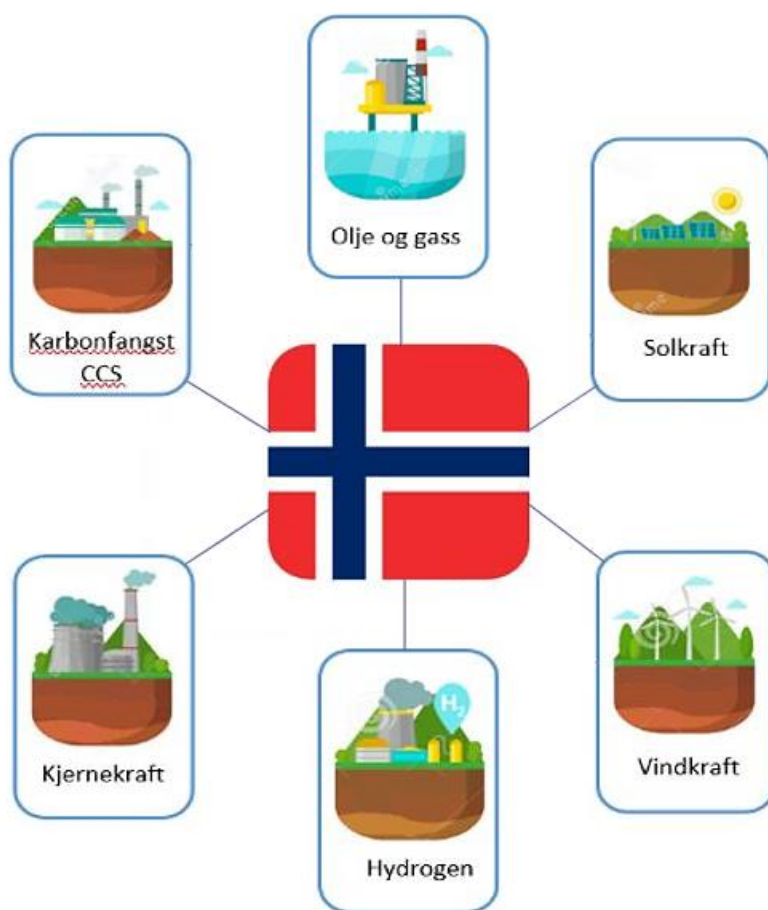
Under grafene i Figur 2.3 er det en tabell som viser kjennetegn ved scenariene. Fra tabellen viser utviklingen av temperatur og utslipp, konsekvensene for energisystemet, omfanget av fjerning av karbondioksid og implikasjoner for landbruket. Tabellen viser potensielle endringer av indikatorer i 2030 og 2050, begge med referanse mot 2010 verdier.

- P1-scenariet omhandler bærekraft med store reduksjoner av olje og gass som akselererer avkarboniseringen av energiforsyningssystemet. Samtidig skjer en rask økning i fornybar energi sammen med anvendelse av skogplanting (Hardy, 2018; IPCC, 2018c).
- P2-scenariet har et bredt fokus på bærekraft, inkludert energieffektivitet, menneskelig utvikling, økonomisk vekst og internasjonalt samarbeid, samt skift mot bærekraftige og bedre forbruksmønstre, lav-karbon teknologi og innovasjon (Hardy, 2018; IPCC, 2018c)
- P3-scenariet er referert til et "midt på veien" -scenario som ser videreføring av historiske sosiale og økonomiske trender med utslippsreduksjoner som kommer fra nye metoder for å produsere energi snarere enn en nedjustering av etterspørsel. Dette scenariet krever en aktiv og ekspansiv bruk av karbonfangst (Hardy, 2018; IPCC, 2018c)
- P4- scenariet tar for seg globalt forbruk med en økende etterspørsel for energi. I et slik scenario er det behov for store negative utslipp i andre halvdel av århundret. Bruken av olje og gass dermed fortsette å vokse frem mot 2050 før utslippsreduksjoner oppnås etter 2050 gjennom bruk av karbonfangst. Med dette scenariet anses det som en stor sjanse for å overskrive 1,5 °C før den utjevnes i den senere delen av århundret (Hardy, 2018; IPCC, 2018c).

3. Energibildet

3.1. Energibildet i Norge

Norge er en av de største eksportørene av energi i verden og fremmer energisikkerhet til mange forbrukerland, men fortrinnsvis til europeiske land (NorskPetroleum, 2020a). Samtidig som Norge er en stor leverandør av olje og gass i det globale markedet, er Norge en forkjemper for miljømessig bærekraft og solid klimapolitikk (Regjeringen, 2019d). Norge har som mål om en kontinuerlig forbedring og forvaltning av sine fossile energiresurser og inntekter på en bærekraftig måte. Prognosene for etterspørsel av fossilt brensel varierer veldig avhengig av de ulike scenariene som er utarbeidet innen klimaforskning. Ettersom pris og etterspørselen av olje og gass i utlandet er usikkert i fremtiden, bør Norge vurdere iverksettelse av tiltak for å forberede seg på en fremtid med potensielt lavere olje- og gassinntekter (Bjartnes, 2017; SINTEF, 2019c).



Figur 3.1 Fremtidige energikilder for Norge (Dreamstime, 2020)

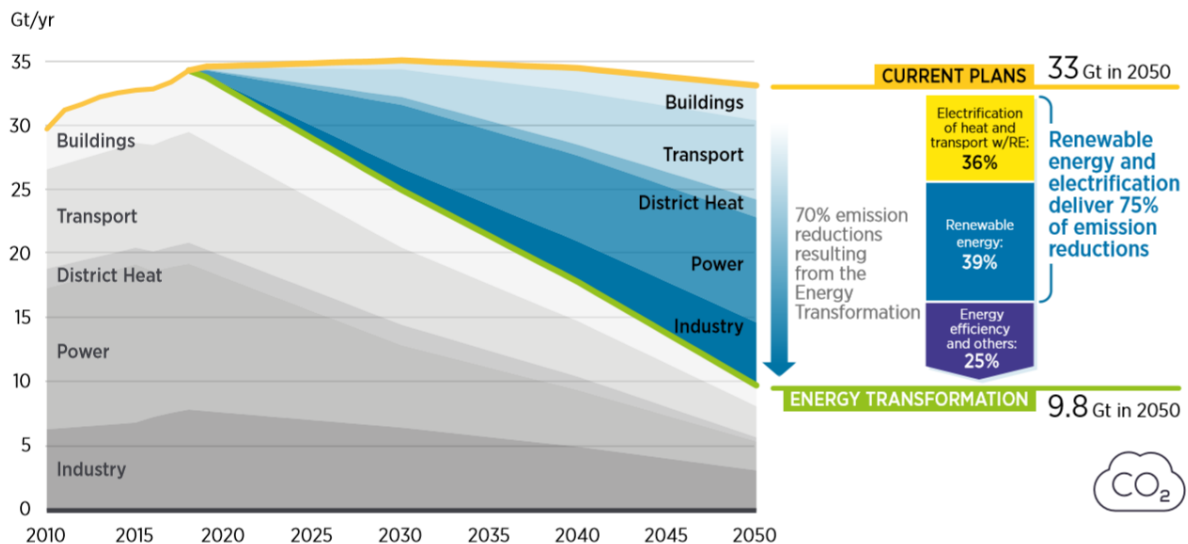
Norge er et land med stort potensial for fornybar energiproduksjon og energiløsninger med følgende energiteknologier, som illustrert i Figur 3.1. Årlig normalproduksjonen av elektrisk

energi i Norge ligger på omtrent 147 TWh, hvorav 144TWh (98%) er fornybar energi (NVE, 2020c; OED, 2019b). Energiproduksjonen i norsk petroleumsindustri utgjør omtrent 2500 TWh, noe som tilsvarer halvparten av all fornybar kraftproduksjon i verden (Gundersen, 2017). For å forsikre tilstrekkelig energiproduksjon i Norge i fremtiden, er det behov for satsing og vekst innen andre fornybare energi teknologier, særlig i en tid hvor europeiske elektrisitetsmarkeder integreres, oljeprisen svinger, økonomiske kriser og behovet for en energiovergang fra olje og gass næringen til en næring med fornybare energier stadig øker (EU, 2020).

3.2. Energibildet internasjonalt

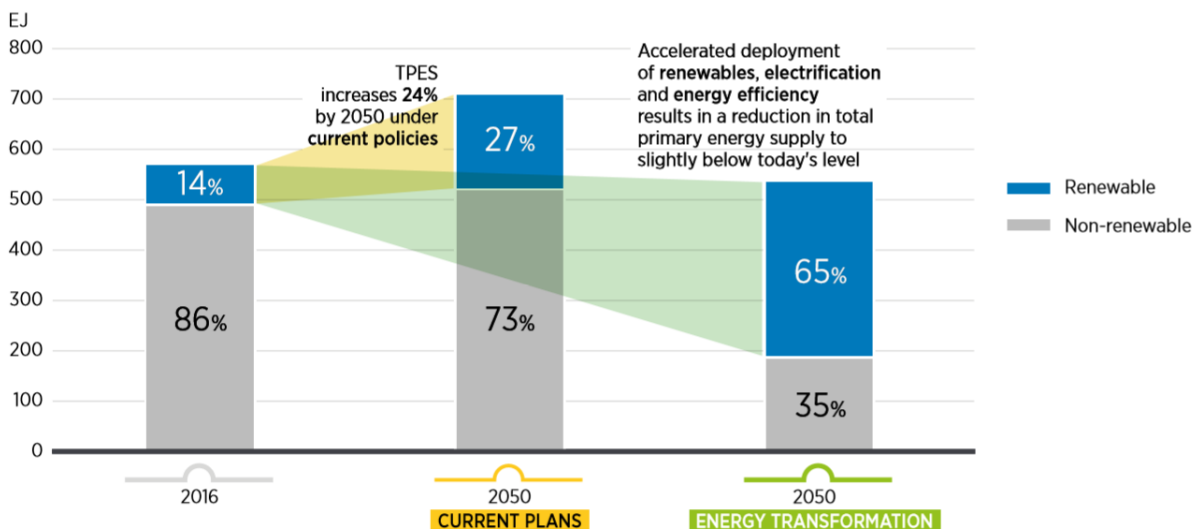
Det er blitt gjort flere prognoser innen klimaforskning om veien mot netto nullutslipp. Det er relevant å inkludere til de globale energitrendene ettersom disse vil spille en innvirkende rolle i energiutviklingen i Norge. Avhandlingen vil videre gå gjennom ulike prognosene med ulike klimatiltak, klimascenarier og hvordan veiene til netto nullutslipp er predikert mot 2050.

Energi er betraktet som den viktigste faktoren for å holde verden i gang og mye av denne energien kommer gjennom energiproduksjon fra energikilder som olje og gass, vindkraft, solkraft, kullkraft og kjernekraft. Disse energikildene er en del av verdens energimiks som dekker de mest grunnleggende behovene til mennesker (ExxonMobil, 2019). Ifølge rapporten «Global Status Report 2019», dekket energiresurser i form av kull, olje og gass 79,8% av det globale energiforbruket i 2017 (REN21, 2019). I de senere årene har mer kunnskap rundt klimaendringer ført til større fokus på miljøskader, energieffektivisering, kostnader og begrensningene rundt energikilder. Det internasjonale byrået for fornybar energi, IRENA, har utforsket to ulike globale energiscenarier frem mot 2050 (IRENA, 2019). Scenario 1 er basert på nåværende planer og tiltak, mens Scenario 2 er basert på en energitransformasjon for å oppnå 1.5°C-målet i Parisavtalen. Rapporten legger frem at nåværende tiltak vil medføre at verden bruker opp sitt “budsjett” for energirelaterte CO₂-utslipp innen 2037 (IRENA, 2019). Figur 3.2 viser scenariene til årlige energirelaterte CO₂ -utslipp og reduksjoner i både nåværende planer (scenario 1) og energitransformasjon (scenario 2). Prognosene for scenario 1 viser at CO₂-utslipp relatert til energiproduksjon kommer til å øke hvert år frem til 2030, før en reduksjon innen 2050 til et nivå rett under dagens nivå (IRENA, 2019). Scenario 2 viser at en energitransformasjon til fornybar energikilder kan gi en utslippsreduksjon på 70% innen 2050 sammenlignet med scenario 1 (IRENA, 2019).



Figur 3.2 Årlige energi relaterte CO₂utslipp og reduksjoner, 2010-2050 (IRENA, 2019)

Videre legger IRENA frem at bruken av fornybar energi kan firedobles innen 2050 dersom energiutviklingen blir betydelig preget av elektrifisering med fornybar energi (IRENA, 2019). Figur 3.3 illustrerer forskjellen mellom de to energiscenarier i 2050 med nåværende planer (current plans) og dersom en energitransformasjon (energy transformation) blir oppnådd. For å oppnå målet for 1.5°C, må andelen fornybar energi i den totale primære energitilførselen (TPES) øke fra 14% i 2016 til minst 65% innen 2050 (IRENA, 2019).



Figur 3.3 Andel av fornybar og ikke-fornybar energi av totale energibildet frem til 2050 (IRENA, 2019)

Det er imidlertid uvisst om veksten av fornybar energi vil føre til en nedgang i bruken av fossilt brensel eller om det representerer et nytt tilskudd i den eksisterende energimiksen (Equinor, 2019). Indikasjoner fra klimaforskning peker mot at det vil være energitilskudd i den totale energimiksen før en energiovergang er oppnådd (York & Bell, 2019). For Norge vil en

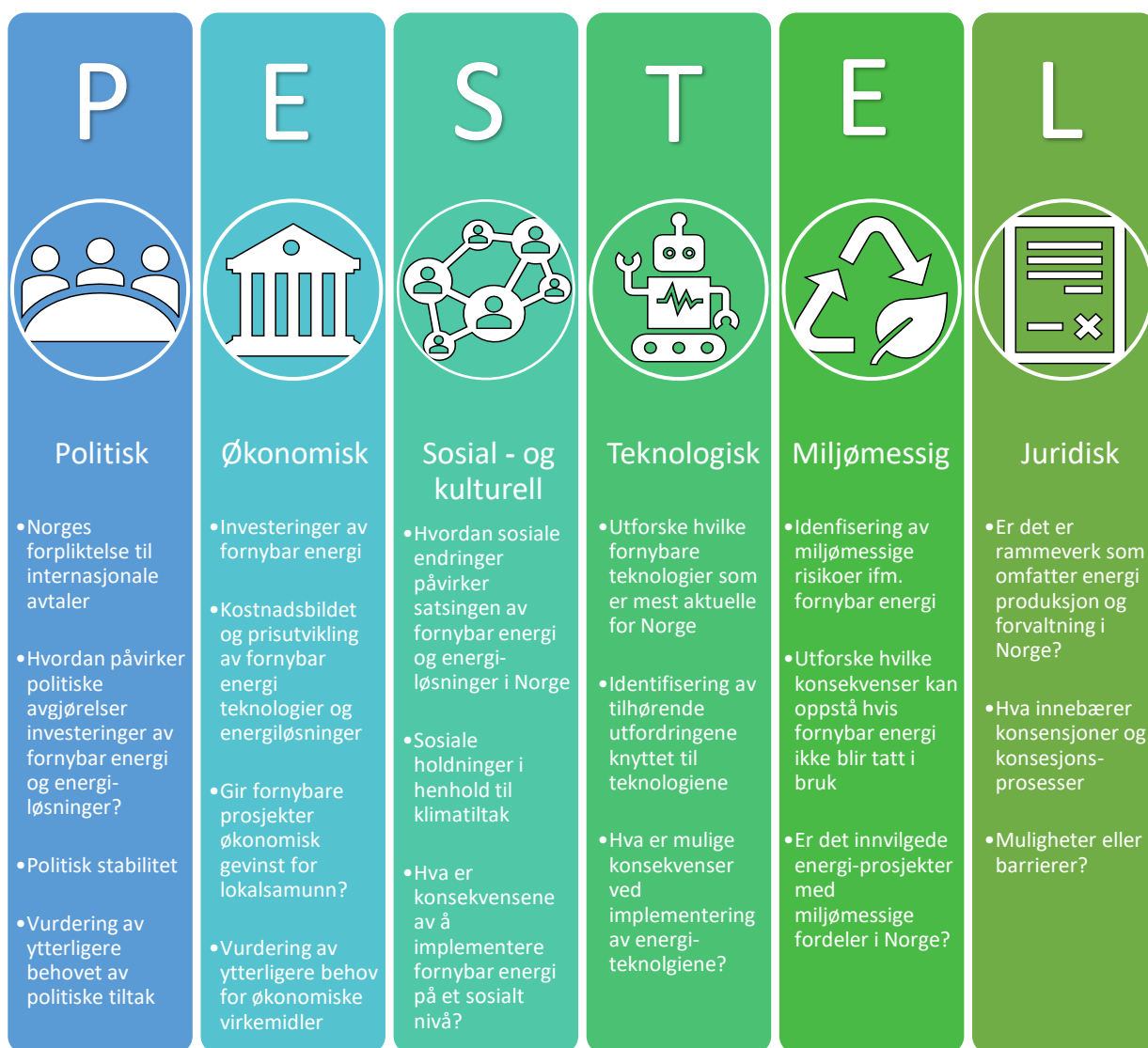
energiovergang gi betydelige konsekvenser da dette vil påvirke norsk næringsliv, politikk, eksport, sysselsetting, i bunn og grunn all verdiskaping i Norge (NHO, 2018; SINTEF, 2019c).

3.3. Energiovergang

Energibransjen gjennomgår nå sin største endringsperiode og det hele er drevet av teknologi (IEA, 2015). Prinsippet om en energiovergang omhandler å ta det energisystemet som eksisterer i dag og transformere det ved å kutte ned alt karbon, noe som må gjøres ved bruk av ulike teknologier. Det er flere tiltak må til for at dette skal være oppnåelig. For det første er det nødvendig gjøre energi bedre for forbrukerne. Dette er fordi ingen kommer til å gå for teknologier som gjør hverdagen til folk vanskeligere. For det andre må teknologiene være økonomisk fordelaktige, da dette er en bransje som investerer rundt 2000 mrd. dollar i året, noe som tilsvarer rundt 18.6 trillioner NOK (Edmond, 2019; IEA, 2019b). Hvis det ikke er konkurranse om kapital i denne bransjen, vil det ikke bli en fremgang i utviklingen av energiteknologier. Den tredje delen handler om teknisk beredskap. Teknologien må være moden nok til at den vil gi gevinst for investeringene.

4. PESTEL rammeverk

For å forstå potensialet for en ledende fornybar energi næring i Norge kreves mangfoldig kunnskap innen forskjellige felt og forståelse av de sentrale faktorer som inngår i en realistisk satsning på fornybar energi. For å analysere dette brukes PESTEL-rammeverket for å synliggjøre hvordan politiske, økonomiske, sosiale, teknologiske, miljømessige og juridiske aspekter påvirker mulighetene for å bli et null utslipps samfunn. Faktorene som utgjør analysen og hvordan de kan påvirke Norges klimamål om å bli et netto nullutslippssamfunn er oppført nedenfor i Figur 4.1:



Figur 4.1 PESTEL analyse med tilhørende faktorer (Granstrøm & Brun, 2019)

5. PESTEL analyse

5.1. Politiske faktorer

Politiske forhold og tiltak er stadig i forandring, og grad av satsing på nye klimanøytrale energiteknologier kan være svært avhengig av klimapolitikken både i Norge og internasjonalt. Politiske faktorer som er relevant for fornybar energi i Norge kan omfatte alt fra statlige aktiviteter, skattepolitikk, handelspolitikk til politiske forhold.

5.1.1. Energi- og klimapolitikk i Norge

Politiske innvirkninger og politiske retningslinjer rundt fornybar energi og energiløsninger er stadig i forandring. Norge har utnyttet fornybar energi siden 1800-tallet, først i form av vannkraft og etterfulgt av vindkraft i nyere tid. Dette har ført til en muliggjørelse av en solid og storstilt vekst i industrien og i velferdsstaten (Regjeringen, 2014b). Olje og Energidepartementet opprettet i 2008 den nasjonale strategien for forskning og utviklingsarbeid (FoU), innovasjon og kommersialisering av fornybar energi og nye klimavennlige energiteknologier (Regjeringen, 2014a), (Energi21, 2020). Den siste versjonen av Energi21 strategien er fra 2018 og har som mål om å effektivisere ressursbruken og øke verdiskapningen i petroleum og - energisektoren gjennom satsing på FoU og ny teknologi. Energi21 strategien er bygget på myndighetenes initiativ for en fremtidig bærekraftig næring og har følgende fokusområder innen energiteknologi (Energi21, 2020; Regjeringen, 2014a):

- Klimavennlige energiteknologier til maritim transport
- Klimavennlig og energieffektiv industri inklusive CO₂ håndtering
- Havvind for et internasjonalt marked
- Solkraft for et internasjonalt marked
- Vannkraft som ryggraden i norsk energiforsyning
- Digitalisering og integrering av energisystemer

Fokusområdene representerer områder hvor Norge har et fortrinn for en bærekraftig næring gjennom naturressurser, teknologi og solid kompetanse- og erfaringsgrunnlag (Regjeringen, 2014a).

I Granavolden januar 2019, la Regjeringen frem at den norske regjering skal støtte utvikling, bruk og spredning av nye energi løsninger og nullutslippsløsninger samt legge til rette for å skape markeder for nye energiløsninger og nullutslippsteknologi (Regjeringen, 2019d). Videre konstaterer regjeringen at de vil bruke midler basert på at det skal koste å forurense og at

klimamålene skal oppnås mest mulig effektivt ved å blant annet få til et grønt skatteskifte (Regjeringen, 2019d). Regjeringen har gjennom politiske tiltak innført økonomiske virkemidler for å få reduksjon av klimagass utslipp i Norge i form av at det skal koste å forurense og slippe ut klimagasser. Over 80 % av utslipp i Norge er med avgift eller en del av det felles europeiske kvotesystemet EU-ETS hvor alt utslipp fra industrier, luftfart, kraftverk og petroleum er gitt en maksimumsgrense. Denne grensen skal reduseres gradvis frem mot 2030 til et maksimalt utslipps nivå på 43% lavere enn det er i 2020 (Regjeringen, 2020a). I tillegg til økonomiske virkemidler har Regjeringen benyttet lovreguleringer og støtteordninger, og har allerede fått gjennomslag for 10 viktige klimatiltak som er vist i Figur 5.1. På statsministerens halvårslige oppsummerende pressekonferanse, juni 2019, ble det presentert en liste over de ti viktigste klimatiltakene som regjeringen har gjennomført (Regjeringen, 2019b).

10 Viktige klimatiltak gjennomført av regjeringen i Norge

1 Ambisiøse norske klimamål i Parisavtalen - avtale med EU

- Inngå forpliktende samarbeid for å oppnå klimamål om 40% kutt innen 2030.
- Regjeringen arbeider for å øke EUs samlede ambisjonsnivå til 55%

2 Elbilpolitikken videreføres

- 8% av personbiler i Norge er nullutslipp biler. Økt antall elbiler i Norge viser at politikken rundt elbiler har funkert. Fordeler i form av halv takst for bompenger, ferjer og parkering har bidratt til denne økningen. Regjeringen vil også videreføre fritakene for engangs- og medverdiavgift i forhold til elbiler.

3 Sterk innsats på grønn skipsfast

- Som følge av miljøkrav fra staten og fylkeskommunene har fergesektoren blitt omstilt for å redusere klimautslipp. Innen 2022 vil ca. 80 ferger ha installerte batterier. Regjeringen har videre satt mål om halvering av klimautslipp fra innenriks fiske og sjøfart innen 2030 og forsterker sin politikk for null og lavutslipp teknologier.

4 Flere reiser kollektivt

- Regjeringen investerer betydelig på kollektivtransport og jernbane i Norge på 1,5 mrd kroner i byer med byvekstavtaler. Regjeringen ønsker videre å oppnå fossilfri kollektivtransport innen 2025.

5 Mer avansert biodrivstoff

- Mer avansert biodrivstoff med god klimaeffekt er endel av regjeringens biodrivstoffpolitikk. Så langt er 40% av biodrivstoff avansert*. Ved å bruke avansert biodrivstoff hindrer man bruk av palmeolje i biodrivstoff som tærer på regnskogen.

6 Økt bevilning til klima- og miljørettet bistand

- Bevilningene til klima og miljørettet bistand økte med over 1 mrd kroner fra 2018 til 2019. Dette omfatter blant annet arbeid for fornybar energi.

7 Forbud mot oljefyring

- Fra 2020 er det forbudt å benytte mineralolje til oppvarming av bygninger.
- Fra 2025 vil det bli forbudt med bruk av mineralolje til oppvarming av driftsbygninger i landbruk.

8 Grønne offentlige innkjøp

- Ny lov om offentlige anskaffelser som inneholder nye miljøbestemmelser med mål om å redusere skadelige miljøkonsekvenser og fremme klimavennlige - og lavutslipp løsninger
- Regjeringen vil videre utarbeide en handlingsplan for å oppnå klimavennlige offentlige anskaffelser

9 Styrking av Enova

- Enova gir støtte til klimatiltak. I samarbeid med Enova vil regjeringen innføre en ny støtteordning innen Enovas rammer. Denne støtteordningen er et CO2 fond med intensjon om nullutslipp for kjøretøy og fartøy i næringstransport.

10 Økt Støtte til bedrifter og kommuner

- Regjeringen har og skal finne innovative selskaper med fremtidsrettede og klimavennlige løsninger.
- Nysnø, Miljøteknologiordningen/Innovasjon, Klimasats og Enova er støtteordninger hvorav regjeringen har økt bevilgningen på totalt 79% fra 2013-2019.

* Avansert biodrivstoff er produsert av avfall fra næringsmiddelindustrien

Figur 5.1 De ti viktigste klimatiltakene som regjeringen har gjennomført (Regjeringen, 2019b, 2020a)

Til tross for den betydelige fremgangen som har blitt gjort i Norge det siste tiåret og veksten i politisk støtte, har industripotensialet for fornybare energi et stykke igjen å gå. Sentrale faktorer som gjør en fornybar energikilde mulig vil være teknologisk modenhet, kapasitet, kostnader, infrastruktur og offentlig aksept. Andre muliggjørere er politiske, regulatoriske, institusjonelle og administrative ordninger som kan drive den fornybare industriutviklingen i Norge. Det er derimot mange usikkerhetsmomenter som kan endre Norges satsing på fornybar energi. Endringer innen politikk, samfunnsøkonomiske investeringer og juridiske rammeverk kan oppstå gjennom politiske valg og videre endre utviklingen av energibildet i Norge. Endringer i olje og gass industrien kan føre til tapte arbeidsplasser og endringer i velstand som igjen kan føre til politisk endring. Det samme kan kobles til Stortingsvalget i 2021 som kan gi et politisk skifte dersom det blir velferdsendringer som resultat av Covid-19.

5.1.2. Internasjonal klimapolitikk

Norge er ikke er upåvirket av sine omgivelser, noe som gjør Norge deltakelse og forpliktelse innen internasjonal klimapolitikk svært betydelig. Fra før er Norge sterkt forpliktet til Parisavtalen og en del av EU kvotesystem som setter en maksimumsgrense av klimagassutslipp. I tillegg vedtok Norge i 2019 klimaavtale med EU med mål om å kutte klimagassutslipp med minst 40% fram til 2030 (Regjeringen, 2019e). Avtalen innebærer at Norge får et årlig utslippsbudsjett med forpliktelse om rapportering for hvordan Norge skal innfri sine forpliktelser. Klimakrisen er kun mulig å løse gjennom et internasjonalt og globalt samarbeid. Det er nødvendig med en solid politisk front i Norge til støtte for mer samarbeid med Europa og verden (Bjartnes, 2019b). Regjeringen ønsker at Norge skal gå frem som en pådriver for klimaløsninger i det internasjonale klimaarbeidet (Regjeringen, 2020a).

IRENA, IEA og REN21 har utarbeidet og utgitt rapporten «Renewable Energy Policy in a Time of Transition» i 2018 som identifiserer sentrale barrierer og fremhever politiske alternativer for å øke distribusjonen av fornybar energi (IRENA, 2018b, 2020b). Rapporten fremhever at det er nødvendig med en helhetlig politikk med fokus på direkte støtte, integrering og muliggjørende miljø for å kunne oppnå en fornybar energiovergang.

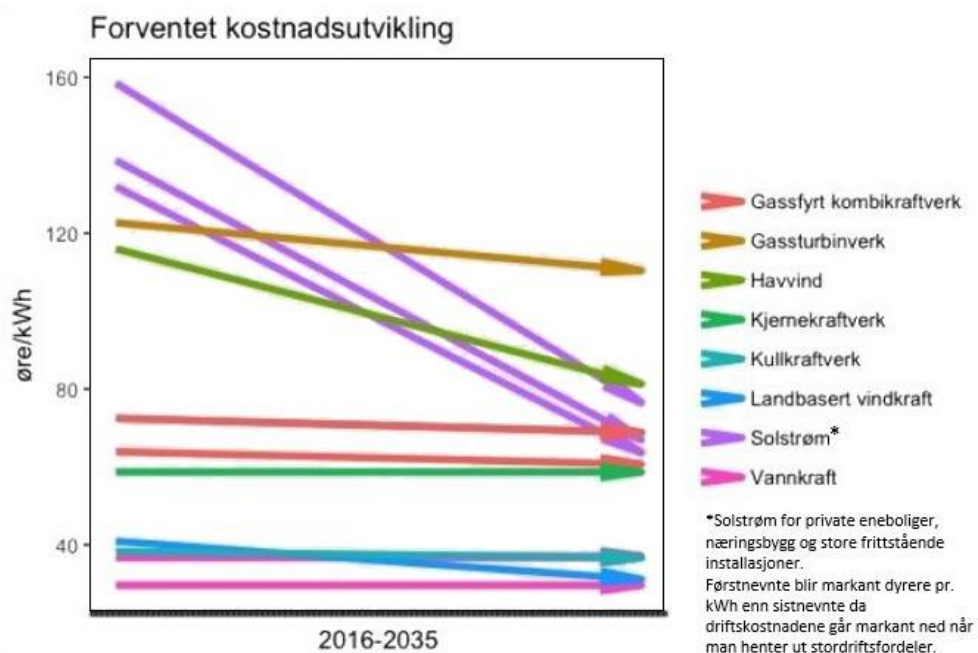
5.2. Økonomiske faktorer

En av de største usikkerhetene når det gjelder fornybar energi i Norge er om prosjektene er økonomisk fornuftige å gjennomføre. For å klare å gjennomføre en null-utslippsstrategi må

mengden CO₂ produsert være lik eller mindre enn mengden CO₂ som blir fanget eller fjernet. World Energy Investment rapporten av IEA gir en årlig målestokk for å spore energiinvesteringer, og gir et overblikk rammeverk og strategier utarbeidet av myndigheter, energi industrien og finansielle institusjoner (IEA, 2019b). I 2019-utgaven blir det presentert trender innen investeringer og finansiering i 2018 på tvers av sektorene som driver trendene, energi forsyning, viktige markeder, effektivitet, forskning og utvikling. Her kommer det frem at dagens politikk ikke gir insentiver til kapitalallokering til lav-karbon løsninger som underbygger en bærekraftig fremtid (IEA, 2019b).

5.2.1. Strømpriser

En rapport fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) med kostnader i energisektoren viser at det er betydelige forskjeller på kostnader for vindkraft og solkraft (NVE, 2015, 2019a). For at investeringen skal komme i pluss legger NVE frem at vindkraft i form av onshore vind trenger en pris på 40.9 øre/kWh, mens offshore vind trenger en pris på 116 øre/kWh. For investering av solkraft skal gi profitt trenger solkraft en pris mellom 132 øre/kWh. og 158 øre/kWh (Enerwe, 2017). Rapporten viser derimot til tydelige kostnadsendringer for energikildene frem til år 2035 (Enerwe, 2017; NVE, 2015). Figur 5.2 er basert på NVE sine kostnadstall og viser forventet kostnadsutvikling med tydelige kostnadsreduksjon for solkraften og offshore vind. Dette kan indikere at disse energitypene kan bli mer og mer attraktive og konkurransedyktige på pris mot 2035 (Enerwe, 2017; NVE, 2015).



Figur 5.2 Forventet kostnadsutvikling (Enerwe, 2017)

5.2.2. Kommuner

Ofte blir det hevdet at utplassering av vindkraftanlegg vil være økonomisk fordelaktig for lokalområdet gjennom regionalt BNP per innbygger. Forskning utført av NHH legger frem funn som indikerer at installasjon av vindkraft gir en ubetydelig verdi for lokal samfunnets økonomi (May & Nilsen, 2015). Motstanden mot vindkraft i norske kommuner har økt i den senere tid, hvor kun 5 av 101 potensielle vindkraftkommuner har svart ja til utbyggingsprosjekter (Pedersen, 2019). Klimaforskning fra NHH viser at det tilsynelatende er liten verdiskapning for norske lokalsamfunn som sier ja til å bli vindmøllekommuner (Folkestad, 2018). Konklusjonen fra denne studien er basert på mangel på statistisk signifikant effekt på verdiskapning målt i bruttonasjonalprodukt (Folkestad, 2018; May & Nilsen, 2015). Dermed vil trolig vekst av fornybar energi i form av vindkraft bli brukt for å bidra til felleskapet fremfor lokale økonomier gjennom reduksjon av klimagassutslipp og økonomisk vekst for Norge. Årsaken til dette er at vindkraftselskapene ikke blir skattlagt like mye som andre energikraftverk. Finansdepartementet har uttalt at dette skyldes lavere inntekt i vindkraftselskapene (DN, 2019). Som følge av dette vil vindkraftkommuner sitte igjen med lavere øre per kilowattime (KWh) enn vannkraftkommuner (DN, 2019). I 2018 satt vindkraftkommuner igjen med 1,9 øre/KWh, mens vannkraftkommuner satt igjen med 4,1 øre/KWh (DN, 2019; Figved, Borge, Kleppe, & Hermansen, 2019). I tillegg kommer en betydelig lavere energiproduksjon ved vindkraftanlegg (OED, 2019b). En potensiell løsning som kan øke vindkraftkommunenes økonomiske gevinster kan være å innføre naturressursskatt på lik linje som vannkraftprodusenter (DN, 2019).

5.2.3. Investeringer innen fornybar energi

I 2019 vedtok Stortinget at Oljefondet kunne investere til sammen 100 mrd. NOK i fornybare infrastrukturer i perioden 2020 til 2022. Oljefondet har fått et samlet mandat på 120 mrd. NOK og har allerede investert rundt 79 mrd. NOK i fornybare prosjekter (Hovland, 2020). Det betyr at Oljefondet må gjøre plass til nye investeringer innenfor tillatt investeringsramme for fornybare energi. Energiutviklingen i verden gir mange investerings- og utviklingsmuligheter i Norge, og med riktig strategi kan Norge akselererer sin satsing på fornybare virksomheter (J. O. Andersen, 2019). Det er dermed viktig at økonomiske midler, skatt og insentiver bidrar for å stimulere til ytterligere kostnadsreduksjoner og investeringer av klimavennlige energiløsninger i årene fremover.

5.2.4. Skattelegging av energinæring og kraftnæring

Petroleumsnæringen blir skattlagt med 78% av sin samlede inntekt, som til gjengjeld lar dem avskrive 78% av sine totale investeringer. Av de 78% utgjør ordinær skattesats på 22% og særskattesats på 56% (OED, 2019c). I 2019 ble samlede skatteinntekter omtrent 126 milliarder kroner og antatt 132 milliarder kroner i 2020 (OED, 2019c). Vannkraftnæringen har flere skatteordninger i tillegg til konsesjonsordninger og konsesjonsavgift (Regjeringen, 2019g). I 2019 var grunnrenteskatten på 37%, naturressursskatt på 1,3 øre/KWh, inntektsskatt, eiendomsskatt og konsesjonsavgift (OED, 2019d). Inntektene fra vannkraftnæringen har i løpet av det siste tiåret variert mellom 8 og 18 milliarder kroner. Vindkraftnæringen er ikke skattlagt like mye som andre næringer da den ikke har særlige skatter, konsesjonskraft eller konsesjonsavgift (Regjeringen, 2019g). Vindkraftnæringen betaler selskapsskatt og eiendomsskatt i kommunene hvor vindkraftverk er plassert (Regjeringen, 2019g). Vindkraftnæringen har i tillegg kortere avskrivningstid, noe som gjør at nåverdien av skattefradrag øker, og det er en økonomisk fordel for eiere av vindkraftverk (Regjeringen, 2019g).

5.2.5. Kostnader

Kostnader for utvikling, implementering og drift av nye energiløsninger er krevende å forutse og bærer med seg høy investeringsrisiko. Normalt vil kostnadene avhenge av økonomiske midler, teknologisk status og distribusjonspotensialet av energiteknologien. Indikasjoner om hvor mye en energiteknologi vil koste vil baseres på forskning, produsentene og lignende prosjekter som er tidligere utført. Estimer for samlede kostnader gjennomgående fra pilot til demonstrasjon og videre til kommersiell lansering vil dermed være krevende å estimere (Gielen et al., 2019). Hvor mye det vil koste Norge å utvikle og iverksette nye energiløsninger er dermed uvisst. Modne teknologier som vannkraft vil dermed være mer pålitelige i henhold til kostnadene per produsert kilowatt strøm (NVE, 2015).

5.3. Sosiale og kulturelle faktorer

Sosiale og kulturelle faktorer er faktorer som angår normer, skikker, verdier og andre demografiske egenskaper i befolkningen. De inkluderer trender som alder og inntektsfordeling, helsebevissthet, karriere- og livsstils holdning, kulturelle barrierer og befolkningsvekst.

Det er en tydelig trend i disse dager som får folk til å lene seg mer mot en grønnere levestandard og fornybare energikilder. Befolkningsvekst, klimaendringer og økt bevissthet har ført til

massive endringer i befolkningen generelt til synet på ikke-fornybare energikilder; spesielt når det gjelder olje- og gassindustrien. Endringer er merkbare i sosiale forventninger og normer, spesielt blant unge. Det såkalte grønne skiftet, oljeskam og "grønt er bra og svart er dårlig" - holdningen har ført til at mange ikke ønsker å være en del av olje- og gassindustrien lenger, og selskapene har gjennomgått et stort tilbakeslag som følge av sosiale endringer. Historien viser derimot at når sosiale normer endres, vil politiske endringer følge etter. Vi ser allerede bemerkelsesverdige innstramminger i lovgivninger hvorav Equinor (Norges delvis statseide og største energiselskap) har ambisjoner om å bli karbonnøytrale innen 2050 og setter dette inn i økonomiske og juridiske rammer. Investorer øker også eiendelsspørsmål rundt klimanøytrale tiltak, noe som igjen kan påvirke ESG (environment, social and governance criteria). ESG kan brukes for å vurdere investeringsrisiko for selskaper, som igjen kan knyttes til klimarelatert risiko som kan sette sektorens verdsettelse og attraktivitet i fare. På toppen av dette blir markedet stadig utfordret og transformert gjennom teknologier og innovasjon. Det trengs en helhetlig plan for å tilnærme seg dette for å holde seg konkurransedyktig og lendende innen teknologier. Norge er i dag ekstremt godt posisjonert og kan fange opp interessante forretningsmuligheter i fremtiden, også innenfor fornybar energi og energiløsninger (Regjeringen, 2019d).

Holdninger rundt klimautfordringen og klimagassutslipp påvirker hvordan man vurderer sin egen levemåte, avgjørelser og virksomhet i samfunnet som det å reise med fly, resirkulering, spise mindre kjøtt og kollektivtransport. En internasjonal undersøkelse viser at nordmenn er godt informert om klimautfordringen med dets konsekvenser, men er ikke alarmerte (Bardon, 2019). Fra undersøkelsen kommer det også frem at Norge har klimaendringer og miljø høyt prioritert og at nordmenn ser på olje og kull som minst positivt og fornybar energi som noe positivt. Professor ved Universitetet i Bergen, Gisela Böhn viser også til et image-dilemma blant den norske befolkning, hvorav en del er nordmenn med sterke verdier for miljøvern og klimavennlig image og resten står for næringspositive og klimavennlige image som leter etter nye løsninger (Bardon, 2019).

Det kan ofte virke som klimaendringer påvirker resten av verden mer enn det påvirker Norge. Dermed kan det komme som et sjokk for mange når Norge går mot en fornybar energinæring som følge av global oppvarming og globale energitrender. En av de mest kontroversielle faktorene som vurderes når det gjelder fornybar energi er inngrep i naturen. Til tross for klimatiltak for å redusere klimagassutslipp på veien mot et lav-karbon samfunn, er norsk

lokalbefolkning ofte tilbakeholdne med fornybare prosjekter da dette er nytt og kan ta endre eller muligens skade omgivelsene, både det visuelle aspektet og det lokale dyrelivet og fauna (Fjeld & Vissgren, 2019).

Miljøbevegelser som Natur og Ungdom, Norges naturvernforbund og Motvind er natur- og miljøorganisasjoner som kjemper mot inngrep i naturen og ulønnsomheten rundt fornybare energikilder, spesielt vindkraft på land. Den økte motstanden mot utbygging av fornybare prosjekter kan skyldes mange faktorer. Det er en utvikling i Norge som viser at det er en stor andel utenlandske selskap som eier og bygger ut vindkraft på land. Ifølge NVE er 49.2% av all eierskap i vindkraft i Norge eiet av internasjonale selskaper (NVE, 2020a). Videre blir all krafteksport betalt av norske kraftforbrukere gjennom nettleien for at kraften av fornybar strøm skal kunne transporteres og selges til utlandet. Dette har ført til en økende motstand mot fornybare energiprojekter fordi lokalsamfunn sitter igjen med industripregede naturomgivelser og marginal eller ingen økonomisk gevinst. Å unngå skjevfordeling av verdier kan betraktes som et viktig sosialt og miljømessig virkemiddel, og gjøre veien til et netto nullutslipp samfunn enklere og tryggere.

5.4. Teknologiske faktorer

I Norge er 98% av all strømproduksjon klimavennlig og fornybar gjennom vannkraftverk, vindkraft og varmekraftverk (NVE, 2019f; Regjeringen, 2014b). I 2018 utgjorde energibruken av strøm 136TWh av den totale energibruken på 235 TWh (NVE, 2019i). Norge er derfor i en særskilt posisjon i et globalt perspektiv for å kunne videreutvikle fornybare teknologier. Det er et globalt behov for bedre teknologiske løsninger, enten en eller flere, av betydelig skala og stor pålitelighet. Vindkraft, solkraft, vannkraft, CCS og hydrogenproduksjon er klimavennlige energiteknologier med store industripotensialer i Norges fremtidige energimiks. Både eksisterende og nye energikilder har vokst frem og utviklet seg med en akselererende fart. Fornybar energi-teknologier har de siste årene blitt teknologisk mulige, økonomisk attraktive og ikke minst bærekraftige. Som følge av at kostnadene ved fornybar energiteknologi har falt, har fornybar energi blitt en viktig drivkraft for endring (Øvrebø, 2019). Modne fornybare energiteknologier som vannkraft har vært konkurransedyktige i mange år der de opererer. Teknologier som sol og vind har også etter hvert fått et stort konkurransefortrinn som følge av teknologiske fremskritt og økte investeringer (Øvrebø, 2019). Når disse energi kildene på et tidspunkt ble avvist som for kostbare til å utvide utover nisjemarkeder, kan sol og vind nå slå

konvensjonelle generasjonsteknologier på pris i mange av verdens toppmarkeder, selv uten subsidier (Bjartnes, 2019a). I en tid hvor klimaendringer har blitt mer og mer kritisk og fornybar energi kontinuerlig øker i kapasitet til å møte energibehovet i samfunnet, vil en global overgang til bærekraftig og miljøvennlig energi fortsette å akselerere (Korpås, 2019).

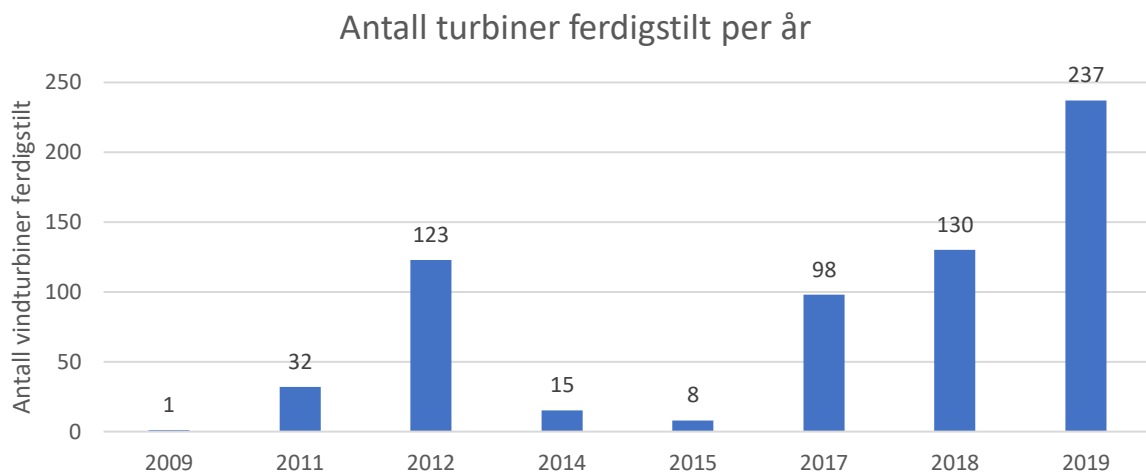
5.4.1. Fossilt brensel

Petroleumsnæringen har vært en fundamental del av norsk økonomi siden 1960-tallet, og kommer fremdeles til å være en bærebjelke når det gjelder inntekter til statsbudsjettet, oljefondet og et betydelig bidrag til annen verdiskapning (Freiberg, 2019; Regjeringen, 2019f). Den globale etterspørselen for fossilt brennstoff fra Norge avhenger av ulike lands klimatiltak for å nå sine klimamål i henhold til Parisavtalen. På lang sikt ser vi at den globale etterspørselen for olje og gass vil gå ned, noe som vil få stor betydning for petroleumsindustrien og norsk økonomi dersom en energiomstilling ikke er iverksatt (SINTEF, 2019c). Derfor er klimaverdier og klimarisiko innarbeidet i petroleumsindustriens strategier, planer, beslutningsgrunnlag, reguleringer og arbeidsprosesser.

5.4.2. Vindkraft

Den globale vindproduksjonskapasitet på land og offshore hoppet fra 7,5 gigawatt (GW) i 1997 til noen 564 GW innen 2018 (IRENA, 2020c). Det globale markedet for havvind vokste nesten 30% per år mellom 2010 og 2018 og førte til 150 havvindprosjekter som er i aktiv utvikling over hele verden (IEA, 2019a). Flere områder i verden har sterke vindhastigheter, men de beste stedene for å generere vindkraft er noen ganger avsidesliggende, spesielt for havvind som har et enormt industripotensial. Dette skyldes at vindturbiner som plasseres til havs tar større nytte av vindressurser enn vindturbiner plassert på landbaserte steder da kapasiteten til havvindturbiner er større, som igjen gir større ytelser og kostnadsforbedringer. Havvind leverer hittil 0,3% av den globale kraftproduksjonen (Olsson, 2020). Ifølge IEA sine beregninger kan teknologisk utvikling av havkraft potensielt gi en samlet kraftgenerering på mer enn 420 000 TWh per år over hele verden – noe som tilsvarer mer enn 18 ganger den globale etterspørselen etter strøm i dag (IEA, 2019a; Olsson, 2020). Ut ifra dette kan det være en stor fordel for Norge å arbeide for å tilføye mer vindkraft inn i Norges fremtidige energimiks.

Vindkraft i Norge består hittil av 833 vindturbiner fordelt på 42 vindkraftverk med en total gjennomsnittlig produksjon på 8,190 TWh (NVE, 2020f). Antall vindturbiner ferdigstilt per år har i løpet av det siste tiåret økt betydelig, som illustrert i Figur 5.3.



Figur 5.3 Antall vindturbiner ferdigstilt per år (NVE, 2020f)

Forbedret teknologi og bratte kostnadsreduksjoner setter mer av vindteknologiens potensial innen rekkevidde. Det gjenstår derimot mer teknologisk utvikling for at vindkraft skal kunne bidra til å «avkarbonisere» andre sektorer, som for eksempel petroleumsnæringen og produksjon av hydrogen (Energis Norge, 2020; SINTEF, 2016). Hovedsakelig kreves det politisk tilrettelegging og investeringer for å stimulere havvind utviklingen videre.

Selv om teknologien behøver ytterligere utvikling har vindkraftteknologien utviklet seg raskt og ført til at de nye vindturbinene produserer mer kraft enn eldre vindturbiner. En typisk vindturbin i 2012 hadde et produksjonsnivå på 7 GWh, mens en typisk vindturbin i 2019 kan produsere 14 GWh (NVE, 2019d). Til tross for en betydelig utvikling innen vindkraftteknologi, er det utfordrende å øke produksjonskapasiteten til vindturbiner da det fører til utfordringen for transport, installasjon og drift av vindturbinene. Det vil kreve mer forskning, teknologiutvikling på dette området (NVE, 2019d).

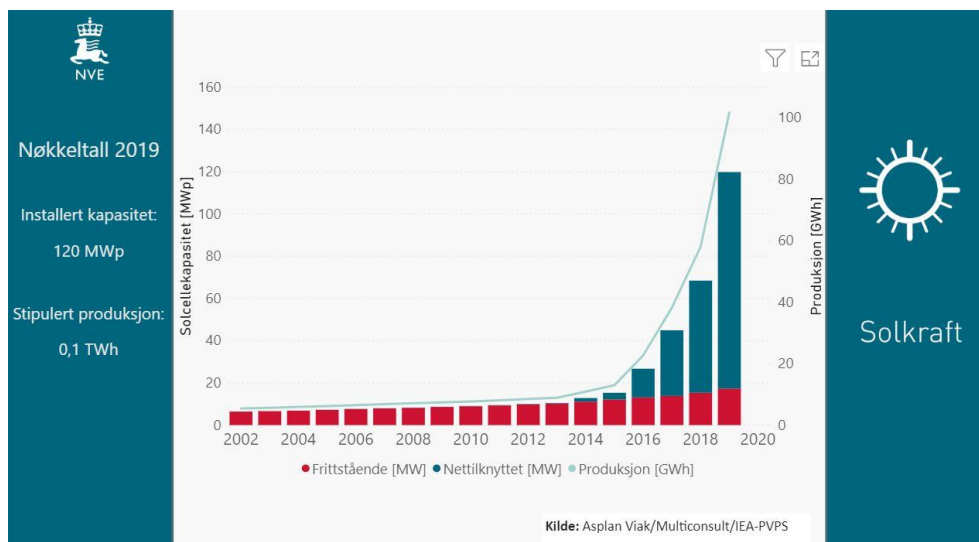
5.4.3. Solkraft

I teorien har solkraft potensialet til å tilfredsstille alle fremtidige energibehov (Ashok, 2020). I Norge er solkraft svært lite utbredt og kostnadene er fremdeles høye for forbrukere. Likevel har det skjedd en relativt rask økning av installasjoner for solkraft de senere årene. I 2018 økte solkraft med 29% med bidrag til å forsyne rundt 1058 boliger (Multiconsult, 2019). Solkraft har tidligere blitt betraktet som en begrenset energikilde i Norge på grunn av varierende

energitilførsel, krevende klimaforhold mange steder i landet og dårlig solforhold på grunn av mye skyer. Gjennom forbedret teknologi kan solkraft ha et potensial for bygninger og hus (passivhus, nullhus og plussus) i Norge i fremtiden (Hofstad, 2019).

En rapport av NVE «Kraftproduksjon i Norge til 2040» legger frem at produksjon av solkraft kan mer enn tidobles i Norge i løpet av de neste 20 årene.

I tillegg er solkraft både svært attraktiv i pris og konkurransedyktig uten subsidier mange steder i Europa (NVE, 2019e). For Norge vil solkraft også være aktuelt i en fremtidig energimiks, spesielt når solkraft er på vei til å bli en av de største energikildene for produksjon av elektrisitet i verden. Figur 5.4 viser betydelig økningen av solkraft i Norge i løpet av perioden 2002 til 2019 (NVE, 2020d). Det er tydelig at Norge midlertidig har relativt lite solkraft installert, men at implementeringen øker kraftig.

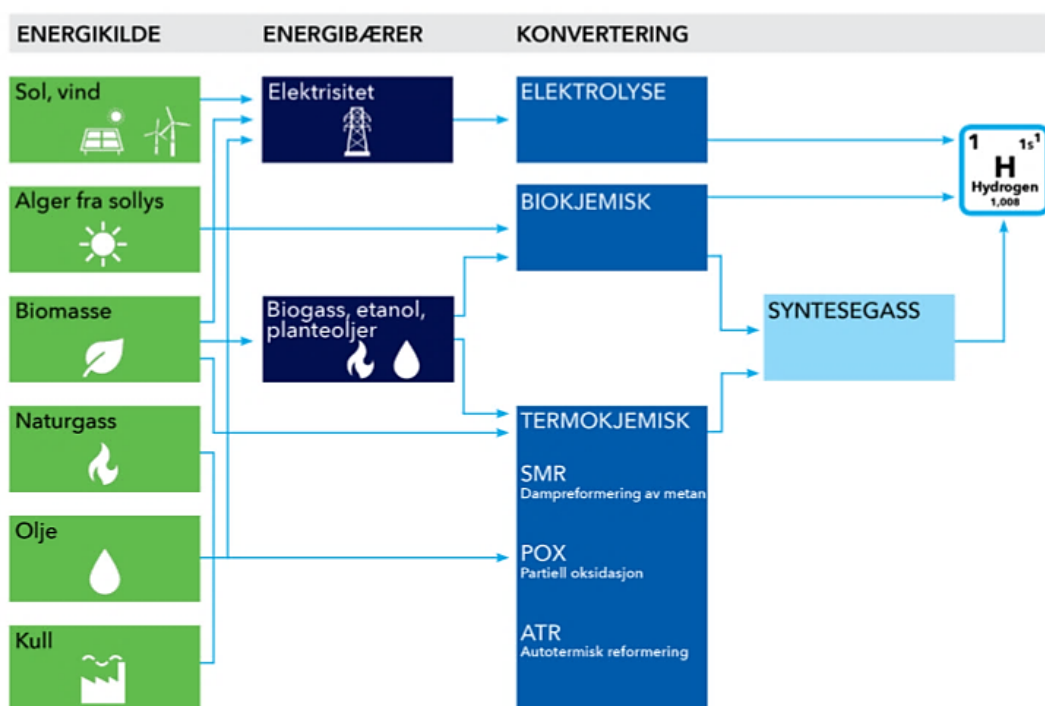


Figur 5.4 Nøkkeltall 2019 for solkraft i Norge (NVE, 2020d)

Utviklingen og behovet for solkraft i 2050 vil avhenge av mange faktorer, som for eksempel skatter og avgifter, begrensning i vindkraft som følge av sosial motstand, og CO₂-avgift. Ifølge rapporten «Solskinnslandet Norge: en reise mot 2050» kan en kombinasjon av økt energiforbruk og reduserte kostnader føre til en økning i kraftproduksjon til 20TWh solkraft i Norge i 2050. Dette er med antagelser om å se bort ifra endringer i andre faktorer som kan påvirke utviklingen av solkraft. For å oppnå 20TWh må kostnadene reduseres med en fjerdedel av dagens kostnader (Thronsen, Rosenberg, Skjølvold, Sørheim, & Kari Aamodt Espegren, 2019). Rapporten legger også til, at for å nå målet om 20TWh solkraft er det behov for 5 millioner solkraft anlegg gjennom private husholdninger med kapasitet på mellom 3500 og 5500 kWh i året (Thronsen et al., 2019).

5.4.4. Hydrogen

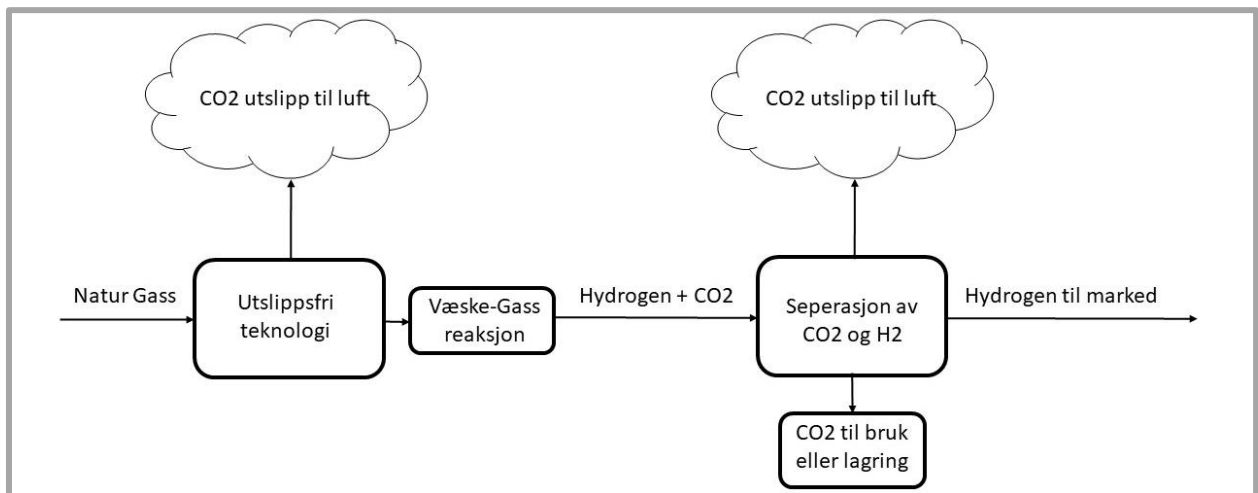
Hydrogen (H_2) har det høyeste kjemiske energiinnholdet i massen av alle gassformige og flytende brensler. H_2 kan dermed bli ansett for å ha industripotensial og en fremtredende rolle i et fremtidig energisystem. Hydrogen har lenge vært mye brukt som materiell tilførsel innen en rekke bransjer, inkludert kjemiske prosesser, oljeraffinering, metallproduksjon og kunstgjødselproduksjon (SINTEF, 2016). Derfor er hydrogen konvensjonelt tilgjengelig som et biprodukt av en rekke industrielle prosesser. Til nå har hydrogen sjeldent blitt oppfattet som en daglig energikilde. Det er mange som ikke er klar over dets potensial som en ren og nullutslippsenergi når hydrogen produseres fullstendig fra fornybar energi. Hydrogen som energibærer kan spille en viktig rolle for avkarbonisering i samfunnet ved å erstatte gassen som leveres til norske hjem, bedrifter og erstatte fossile energibærere i industrielle prosesser (SINTEF, 2016). Energiintensitet i hydrogengass er høyere enn bensin, hvorav fem kilo hydrogen kan opprettholde kjøring opptil 650km (IEA, 2015). Bruken av hydrogen kan også være svært brukervennlig, hvorav tanking av hydrogen kan gjøres på samme måte som med bensin og diesel. Disse to fordelene gjør den spesielt egnet for langturer, jordbruk eller tungtransport, for eksempel busser og levering av varer med lastebiler. Hydrogen kan også produseres på forskjellige måter, spesielt fra rene og lokalt tilgjengelige kilder som sol, vind, vannkraft, kjernekraft og biomasse, som vist i Figur 5.5. Lagring av hydrogen er i tillegg svært fleksibel når det gjelder skala, transport, beliggenhet og tidspunkt.



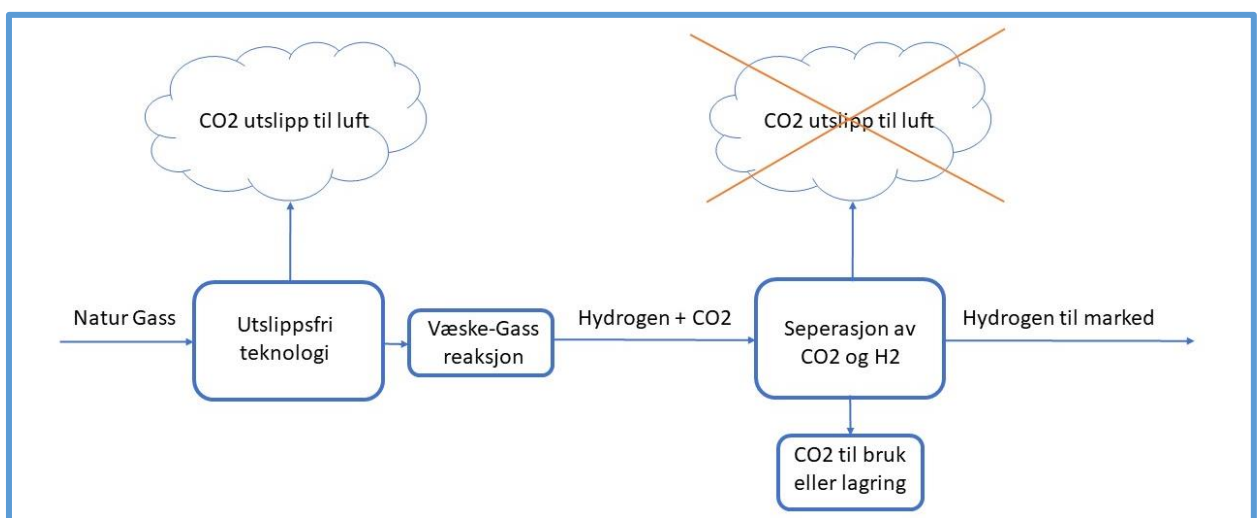
Figur 5.5 Hydrogen produksjon (DNVGL, 2019)

Effekten av avkarbonisering ved produksjon av hydrogen avhenger av hvordan hydrogen produseres. Nåværende og fremtidige innkjøpsalternativer kan deles inn i grått hydrogen (fossilt brennstoffbasert), blå hydrogen (fossilt brennstoffbasert produksjon med karbonfangst, utnyttelse og lagring) og grønt hydrogen (fornybarbasert), som illustrert respektivt i Figur 5.6, Figur 5.7 og Figur 5.8. Blått og grønt hydrogen kan være spesielt viktige i en fremtidig energimiks.

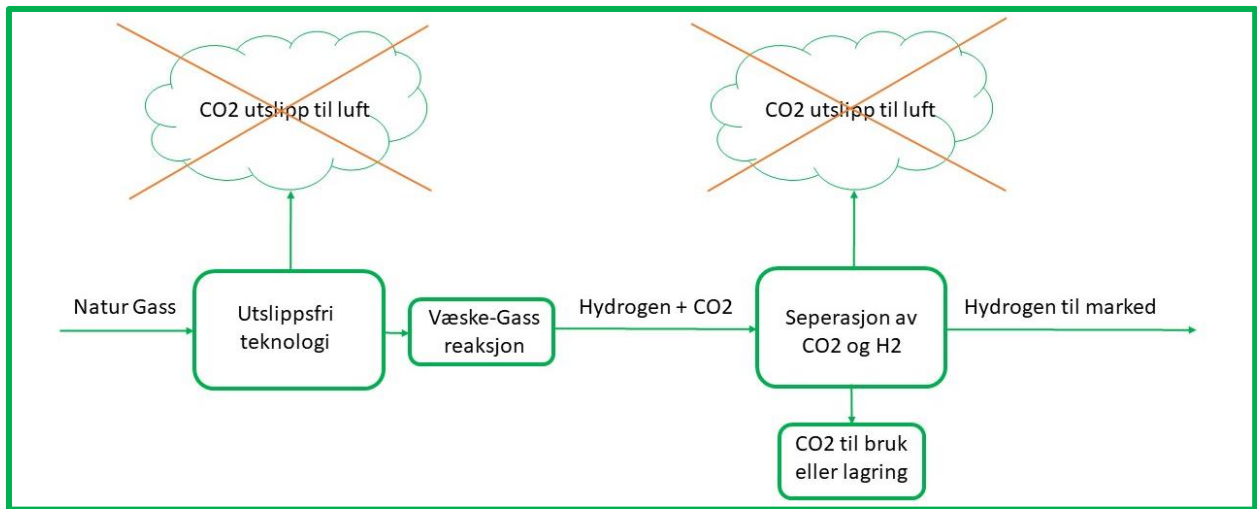
For at hydrogen skal bli et avkarboniseringsmiddel, må det enten være grønt (produsert fra fornybar energi) eller blått (produsert fra fossilt brensel med CCS). Blå hydrogen vil i stor grad brukes til oppvarming i bygninger og industri, mens grønt hydrogen hovedsakelig vil brukes til mobilitet (DNVGL, 2019). Når hydrogen er produsert, kan det transporteres på land (som flytende naturgass) som en global råvare som ikke er begrenset av elektriske nettforbindelser.



Figur 5.6 Grått hydrogen



Figur 5.7 Blå hydrogen



Figur 5.8 Grønt hydrogen

På lang sikt kan hydrogen bli et sentralt element i 100% fornybare energisystemer. Det er derimot en dyr teknologi, noe som gjør at hydrogen ikke er konkurransedyktig i forhold til andre energikilder på kort sikt (DNVGL, 2019). Teknologien er dermed avhengig av å få redusert kostnadene og trenger økonomiske midler. Det er midlertidig ingen tydelig strategi for hvordan Norge planlegger å satse på hydrogen (DN, 2020). Uten en tydelig hydrogenstrategi vil det være utfordrende for Norge å stimulere investeringer for en fremtidig hydrogenproduksjon som igjen kan gi kostnadsreduksjon, utvikling og teknologi modenhet.

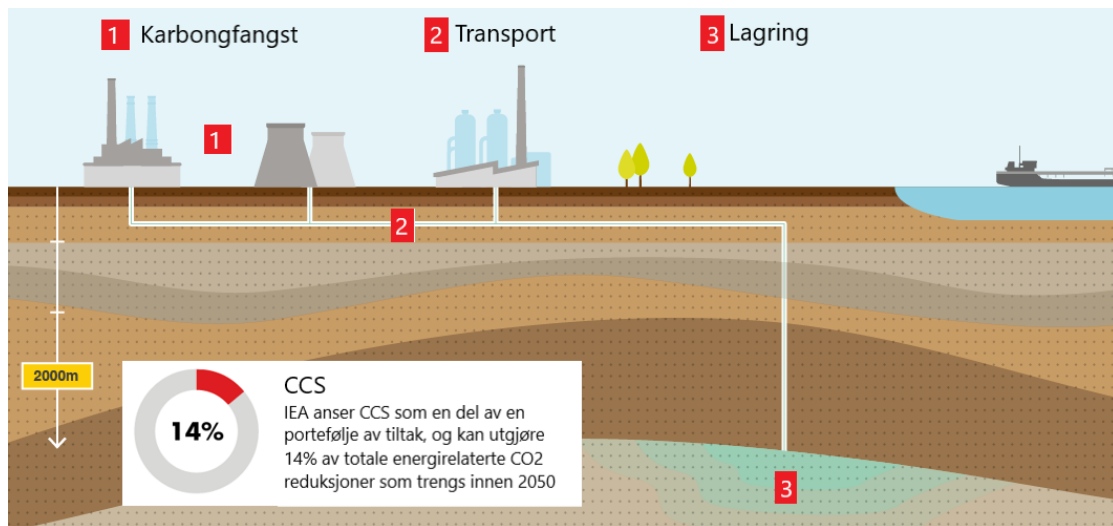
5.4.5. Kjernekraft

Kjernekraft er en av fornybare energikildene med stort potensial for å være en del av det globale energibildet da det utgir mye energi gjennom fusjonsprosessen av Uran-235 uten CO₂-utslipp. Det er derimot tre store problemer som må løses med tanke på kjernekraft. Først og fremst høye kostnader, spesielt i sterkt regulerte land. Deretter, sikkerhet; forsikring om at ingenting kan gå galt og at drivstoffet ikke blir brukt til våpen. Til slutt er dilemmaet om avfallet fra kjernekraft fremdeles uløst. Selv om det ikke er veldig stort, er det mange bekymringer rundt bruken av kjernekraft.

I Norge eksisterer det to kjernekraftverk lokalisert på Kjeller ved Lillestrøm og i Halden. Disse kjernekraftverkene brukes utelukkende til studier og forskning rundt kjernekraft og kjernefysikk (Persson, 2018). Etersom Norge er godt posisjonert i henhold til naturressurser og potensial for fornybar energiproduksjon, har norske myndigheter bestemt at det ikke behov for videre utvikling for kommersiell energiproduksjon fra kjernekraftverk. Kjernekraft er dermed ikke tatt videre i betraktning i energibildet for Norges fremtidige energimiks.

5.4.6. Karbonfangst

De klimanegative aspektene rundt fossilt brensel som eksisterer i dag virker i teorien svært enkle å løse ved å ta i bruk CCS (Carbon Capture and Storage) teknologi. CCS går ut på å ta all CO₂, transformere gass til væske ved å sette gassen under trykk før den blir transportert og lagret under bakken med intensjonen at den blir der uten videre konsekvenser, som illustrert i Figur 5.9.



Figur 5.9 Karbonfangst (CCS) prosess, (Shell, 2016)

CCS er betraktet som en viktig del av den industrielle teknologiporteføljen. Karbonfangst har siden 1930-tallet bidratt globalt for å rense atmosfære for CO₂ og andre klimagasser i industrielle omgivelser. Den globale fangst- og lagringskapasiteten til prosjekter som for tiden er i drift eller under bygging, ligger på rundt 40 millioner tonn per år (GCI, 2019). Teknologien har til dags dato fanget og lagret over 260 millioner tonn CO₂-utslipp fra menneskelig aktivitet på global basis (GCI, 2019). SINTEF har gjennom et samarbeid med NHO, NTNU, LO, Fellesforbundet, Industri Energi og Norsk olje og gass presentert et omfattende norsk fullskalaprojekt for CO₂-håndtering (Sigmund Ø. Størset, Tangen, Wolfgang, & Sand, 2018). Prosjektet planlegges å kunne lagre inntil 1,4 millioner tonn CO₂ per år og kan potensielt være første steg mot å etablere storskala lagring av CO₂ på norsk sokkel (Sigmund Ø. Størset et al., 2018).

Til tross for at teknologien for karbonfangst er utviklet og fungerer, er det fremdeles dyrt å fange, transportere og lagre CO₂ (COWI, 2019). Ifølge SINTEF er CO₂-fangstteknologien blitt noe billigere og kan potensielt få en kostnadsreduksjon i tilsvarende vindkraft og solkraft (Sigmund Ø Størset et al., 2019). Det krever mer forskning, og med verdens største testanlegg

for forskning av CO₂-fangstteknologi lokalisert på Mongstad, er Norge godt posisjonert til å kunne utvikle og forbedre å forbedre teknologien (SINTEF, 2019a).

5.4.7. Oppgradering av eksisterende vannkraftverk

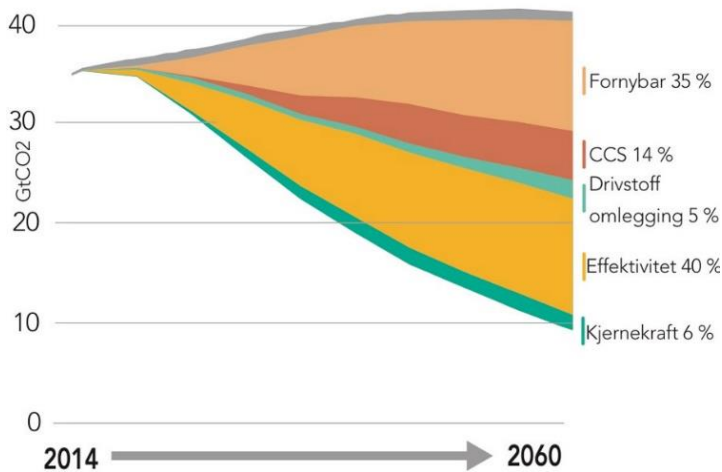
Normal årsproduksjon fra vannkraftsystemet har produksjonsnivå på 135 TWh (NVE, 2020e). I Norge er det svært mange eksisterende vannkraftverk hvorav disse utgjør et stort potensial for økt kraftproduksjon dersom det ble gjennomført en oppgradering av de gamle vannkraftverkene. Fordelen med dette vil være å forbedre vannkraftinstallasjoner med tilhørende koblingsanlegg og koblingsledninger som Norge allerede har fra før. Det er enighet om at det er potensial rundt oppgraderinger av eksisterende vannkraftverk, men uenigheter rundt størrelsen av potensialet, ifølge tidligere Olje- og energiminister Terje Sjøviknes (Naturfilmkanalen, 2020). Ifølge NVE sine beregninger vil en slik oppgradering og utvidelse av vannkraftverket i Norge vil gi et økt energipotensial på rundt 6 TWh (SINTEF, 2019b). NTNU har derimot sett på oppgraderingene som har vært gjort på eksisterende vannkraftverk og videre beregnet potensialet dersom dette overføres til de resterende vannkraftverkene som bør oppgraderes. NTNU legger frem at deres beregninger gir et potensial på 22 til 30 TWh i det de kaller opprustning og utvidelse av eksisterende vannkraftverk (Lia, 2019; SINTEF, 2019b). Dette tilsvarer all planlagt kraftproduksjon gjennom vindkraft på land i Norge (SINTEF, 2019b).

5.5. Miljømessige faktorer

Klimamålene og klimatiltak som er satt for å hindre natur- og klimaendringene fører med seg økt engasjement og behov for nye og alternative energikilder, bærekraftig verdiskaping og markedsskifte. Dette danner videre fundament for nye miljøvennlige teknologier, innovasjon og næringsutvikling med mer vektlegging av klima og bærekraft (NHO, 2018). I tillegg til klimaambisjonene gjennom Parisavtalen, står verden ovenfor to kritiske og hastende klimautfordringene: Klimagassutslipp må betydelig reduseres og verdens voksende energibehov må dekkes (NHO, 2018). Dersom veksten av utslipp ikke kuttes vil den økende konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren som forårsaker global oppvarming få alvorlige konsekvenser for blant annet mat- og vannforsyning, økosystemer, levemåte, høyere havnivå, næringsliv og skader på infrastruktur som følge av mer ekstremvær og naturkatastrofer (NASA, 2020a). Figur 5.10 viser de globale CO₂-utslippsreduksjonene i Gigatonn frem mot 2060 og Figur 5.11 viser den historiske veksten av den globale energibruken for respektive energityper.

Globale CO₂-utslippsreduksjoner

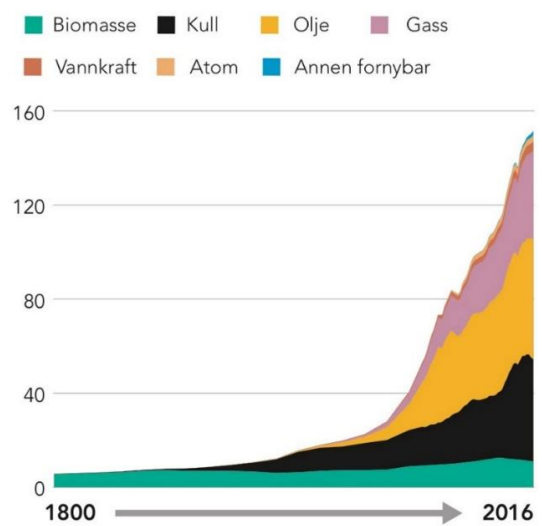
Fordelt på ulike teknologier i togradersscenariet



Figur 5.10 Globale CO₂- utslippsreduksjoner (NHO, 2018)

Global energibruk

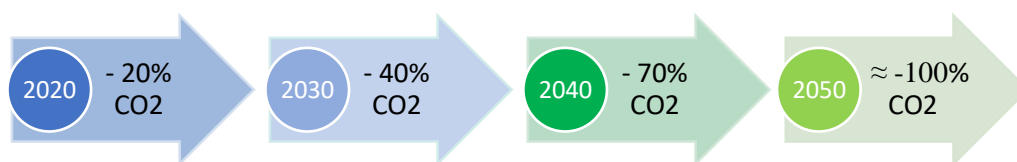
1000 TWh



Figur 5.11 Vekst i global energibruk (NHO, 2018)

Norge, som en stor energinasjon med naturgitte ressurser, solid ekspertise, bred kompetanse og et stort engasjement i flere næringer er godt posisjonert til å forholde seg til de overnevnte klimautfordringene verden står ovenfor (SINTEF, 2020). Dette kan gi Norge muligheten til å ligge i forkant av klima- og energiutviklingen og kan bidra til å både kutte i klimagassutslipp og dekke fremtidig energibehov (NHO, 2018) (Regjeringen, 2019d). Hvilke virkemidler norske myndigheter tar i bruk for å kutte i klimagassutslipp og stimulere teknologisk utvikling, kostnadsutvikling og markedsutvikling, er viktige faktorer som vil påvirke hvordan Norge kommer til å bestemme sin fremtidige energimiks og hvordan energibruken kommer til å påvirke klimagass utslipp (NHO, 2018).

Regjeringen er tydelig på at olje og gass vil være viktige komponenter i energimiksen i flere tiår fremover (Regjeringen, 2019d). I en verden hvor reduserte karbonutslipp blir en stadig viktigere driver, blir lavkarbonløsninger avgjørende for å nå klimamålene. For Norge kan det å benytte sin ekspertise og kompetanse i energisektoren gi fortrinn i fornybar teknologiutvikling og reduksjon i sine utslipp. Norges største og delvis statseide selskap Equinor gikk i januar 2020 ut med nye klimamål om å redusere de samlede klimagassutslippene fra sine opererte felt og landanlegg i Norge med 40% innen 2030, 70% innen 2040 og ned mot nullutslipp innen 2050, som illustrert i Figur 5.12 (Equinor, 2020a).



Figur 5.12 Equinor's plan for kutt av klimagassutslipp mot 2050 (Equinor, 2020a)

Equinor er i en særstilt posisjon ettersom staten eier rundt 2/3 av aksjene i Equinor (Tollaksen, Ryggvik, & Smith-Solbakken, 2020). Selskapet har gjennom en stor omstilling og store investeringer innen fornybare energikilder og energiløsninger blitt en forkjemper for avkarbonisering av olje- og gassproduksjonen og vokse innen fornybare energiteknologier. Med selskapets ambisiøse klimamål stiller de i forkant av energiutviklingene som ulike prognoser antyder, noe som påvirker engasjementet for energiomstilling blant sine konkurrenter. Equinor sine mål om klimakutt skal oppnås blant annet ved kontinuerlige tiltak innen energieffektivitet og elektrifisering av installasjoner, anlegg og felt i stor skala. Gjennom elektrifisering i næringen kan norsk industri redusere klimagassutslipp betydelig ved å erstatte fossilbasert kraftforsyning med fornybar energi (Equinor, 2020a). Som resultat er Equinor en av verdens mest CO₂ effektive produsenter av olje og gass og ledende innen karbonfangst-teknologi (Equinor, 2020b). Northern Lights er en del av et samarbeid mellom Equinor, Shell og Total som arbeider for etablering av den første fulle verdikjede for karbonfangst, transport og lagring av CO₂ (Equinor, 2020e) (NorthernLights, 2020; Regjeringen, 2019a). Dette er et enormt prosjekt som potensielt kan håndtere store mengder CO₂-gass fra hele Europa. Prosjektet er delt opp i flere faser. Fase 1 har lagringskapasitet på inntil 1.5 millioner tonn CO₂ per år og fase 2 med en ytterligere lagringskapasitet på 3.5 millioner tonn CO₂ per år. Dersom prosjektet får en positiv investeringsbeslutning av norske myndigheter i løpet av 2020 vil fase 1 komme i drift rundt årsskifte 2023/2024 (Regjeringen, 2020b). Equinor har gjennom andre prosjekter allerede fanget og lagret 23 millioner tonn CO₂ (Equinor, 2020e). I april 2020 godkjente norske myndigheter Hywind Tampen prosjektet som vil være første prosjektet noensinne der olje- og gassinstallasjoner (Snorre og Gullfaks plattformene) forsynes med strøm fra en flytende havvindpark (Equinor, 2020c). Både Northern Light og Hywind Tampen er banebrytende prosjekter, kommersielt utfordrende, og vil være avhengig av myndighetenes støtte (Equinor, 2020d). I tillegg til eksisterende prosjekter er Equinor i gang med å identifisere pilotprosjekter innen hydrogenproduksjon. Dette viser at Equinor arbeider på vegne av staten for å redusere klimagassutslipp, gjøre Norge klimanøytral og oppnå netto nullutslipp i fremtiden. Dette skaper igjen konkurranse blant andre energiselskapene og leverandører om å forbedre sine virksomheter, redusere sine utslipp samtidig effektivisere energiproduksjonen for fremtidig energietterspørsel.

5.6. Juridiske faktorer

Lover og forskrifter representerer et kritisk hinder i regjeringens politiske respons i arbeidet for støtte til fornybare prosjekter. Lovverket skal sørge for en sikker og effektiv forvaltning av Norges ressurser (OED, 2019a). I dag er det Norges Vassdrags- og Energidirektorat som ansvar for å forvalte vann og energiresursene i Norge, og NVE er underlagt Oljedirektoratet. Gjennom NVE blir det gitt tillatelse for tiltak som bygging av vannkraftverk og andre anlegg i vassdrag, vindkraft, fjernvarme, større kraftledninger og andre tiltak som behandles i henhold til energiloven.

5.6.1. Energiloven

Energiloven omhandler produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi (Lovdata, 1990). Formålet med loven er å sikre at produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi skjer på en på en rasjonell samfunnsmessig måte og at private interesser og allment hensyn blir ivaretatt (Lovdata, 1990). Alle konsesjoner for tekniske anlegg av størrelse 1000/1500 (AC/DC) kV skal gis etter energiloven (Regjeringen, 2014c). Dette gjelder blant annet konsesjoner for vindkraft, vannkraft og nettutbygging.

5.6.2. Konsesjoner

Alle installasjoner som skal produsere og overføre energi må ha tillatelse, også kalt konsesjon fra norske myndigheter (Regjeringen, 2019c). Det er Kongen i statsråd (regjeringen), Olje- og energidepartementet (OED) og NVE som har myndighet til å gi slike konsesjoner. I dag er det flere hundre gyldige konsesjoner som ikke blir utnyttet. En av årsakene til dette er at konsesjonsprosessen er tidkrevende og kan ta opptil mange år for å få innvilget konsesjon. Alle søknader skal gjennom en slik konsesjonsprosess, hvor konsesjon for et prosjekt skal gis i de tilfellene hvor det er tatt hensyn til samfunns- og miljøinteresser, samt samfunnsnyten er positiv (NVE, 2019g). Dette medfører større risiko for utbygger da mye kan endre seg i løpet av konsesjonsprosess perioden. For eksempel kan kraftprisen ha endret seg betydelig siden starten av søknadsprosessen, politisk skifte kan medføre nye regler for tildeling av konsesjoner eller at selskaper stiller seg dårlige økonomisk som følge av lang ventetid uten inntekter.

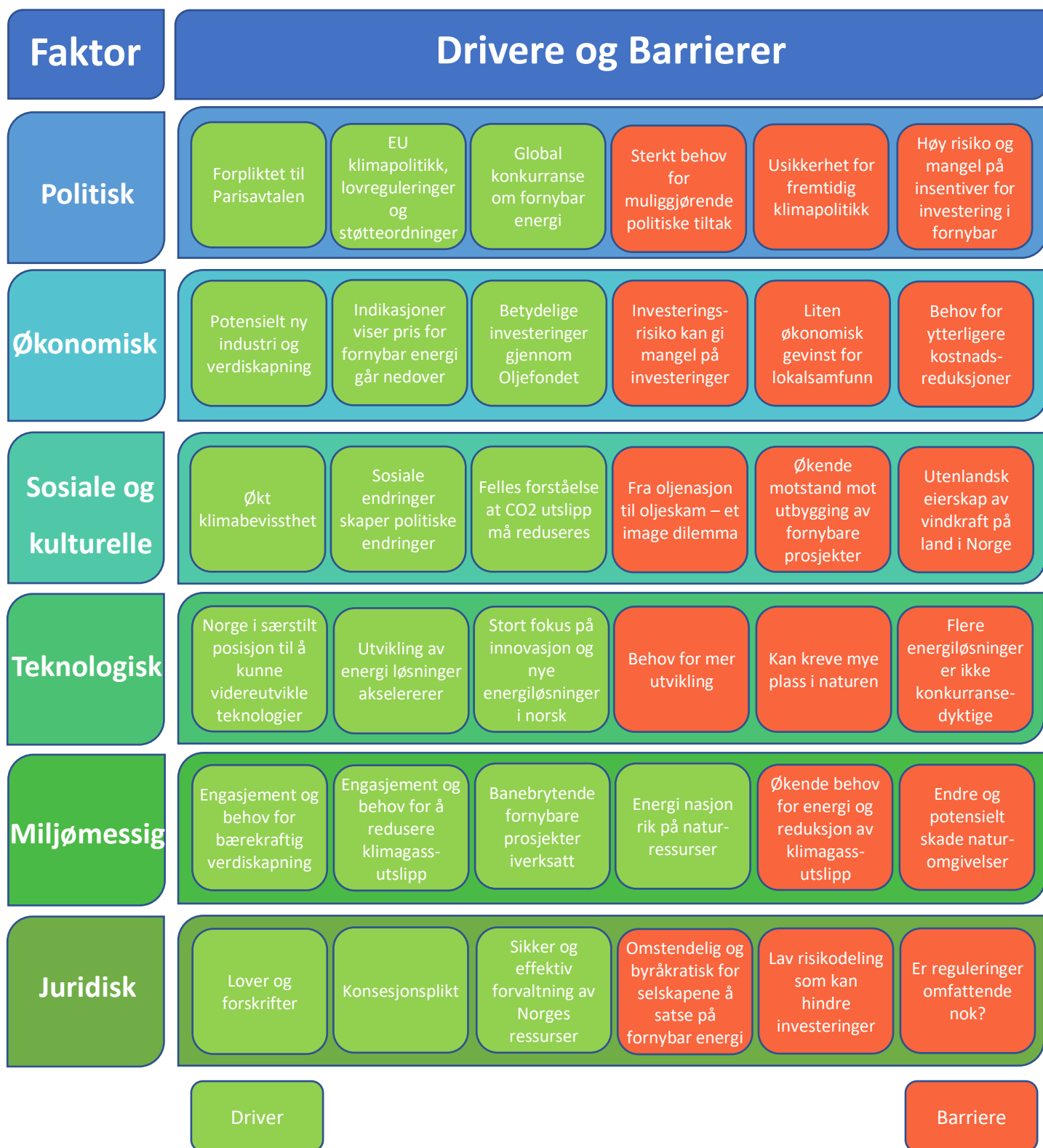
NVE har ansvar for konsesjoner som er mest relevant for denne avhandlingen som omhandler konsesjoner for vindkraftverk, områdekonsesjon og omsetningskonsesjon. Når det gjelder vindkraftverk for produksjon av elektrisitet er det omfattet av energiloven og dermed konsesjonspliktig, med mindre det er små anlegg på under 6 vindturbiner med en samlet effekt

på under 1 MW (NVE, 2019c). NVE bruker 8 ulike vilkår for omsetningskonsesjon avhengig av virksomhet. Virksomhetene blir da gjerne klassifisert som omsetningsvirksomhet, kommune, nettselskap, nettvirksomhet, nettvirksomhet i konsern, utenlandske foretak, utenlandske foretak uten rapportering og forenklede vilkår (NVE, 2020b). En områdekonsesjon er en tillatelse for å drive fordelingsnett opptil 22kV innenfor et geografisk avgrenset område (NVE, 2019h). For noen byer er det konsesjonen utvidet og gjelder opptil 132 kV(NVE, 2019h). Virksomheter med områdekonsesjon er nødt til å forsyne alle sine kunder i området med elektrisk energi.

6. Resultat fra PESTEL

PESTEL-analysen har avdekket både pådrivere og barrierer for en satsing på fornybar energi industri i Norge. Det er klare insentiver og muligheter som oppfordrer til økonomiske og politiske tiltak for en fornybar energinæring. Det er også betydelige utfordringer innen en fornybar energisatsning som må konfronteres etterfulgt av en omstendelig omstilling. Dette er avgjørende for å kunne oppnå nasjonale og globale målsettinger om bærekraft og forpliktet reduksjon av utslipp. Utformingen av nye energiløsninger i energisystemet skaper også et potensial for nasjonal og global verdiskaping. Norge har et sterkt grunnlag for fremtidig verdiskaping basert på at landet er rikt med tanke på naturressurser, industriell kompetanse og erfaring og økonomiske muligheter (SINTEF, 2020). Dette er faktorer som skaper muligheter innen innovasjon og utvikling av teknologier, samtidig som det skaper sikkerhet for forsyninger som gir rom for omstilling av samfunnet til et netto nullutslippssamfunn.

Utnyttelse av fornybar energi som supplement til fossil brensel er situasjonen i dag, mens den ideelle fremtiden er definert som total fornybar energiforsyning. Til tross for offentlig støtte og statlige subsidier relatert til disse ressursene, begrenser den nåværende situasjonen mulighetene for teknologisk utvikling av nye energi løsninger fordi teknologi og økonomi ikke tillater bruk og kommersialisering på en tilstrekkelig måte. Omfattende forskning og rask utvikling indikerer fortsatt en god mulighet for at flere teknologier vil bli konkurransedyktige i løpet av de neste tiårene, og som dermed kan øke utnyttelsen av fornybar energi (Gielen et al., 2019). Ettersom informasjonen i PESTEL-analysen er svært omfattende og detaljert, er det laget et sammendrag. Figur 6.1 gir en visualisering av resultatet som inkluderer drivere og barrierer fra selve analysen.



Figur 6.1 Resultat av PESTEL analyse

7. Enkel modell for netto nullutslipp

I henhold til avhandlingens problemstilling benyttes en enkel modell som omhandler energibalansen i Norge og landets nettoutslipp. Modellen er i sin enkelhet laget slik at man sitter igjen med energi samt et netto nullutslipp til miljøet. I tillegg tar modellen høyde for energi som produseres og den tilhørende CO₂-produksjonen. For å nå ønskede klimamål må mengden CO₂ som fanges være lik eller større den mengden som et biprodukt av energiproduksjon. I den forbindelse har jeg utarbeidet en enkel modell som skal brukes for å illustrere hva som skal til for at Norge kan bli klimanøytral i sin energiproduksjon i 2050.

Modellen er oppgitt under:

$$N_N + Energi = Energi + CO_{2,p} - CO_{2,f} \quad (1)$$

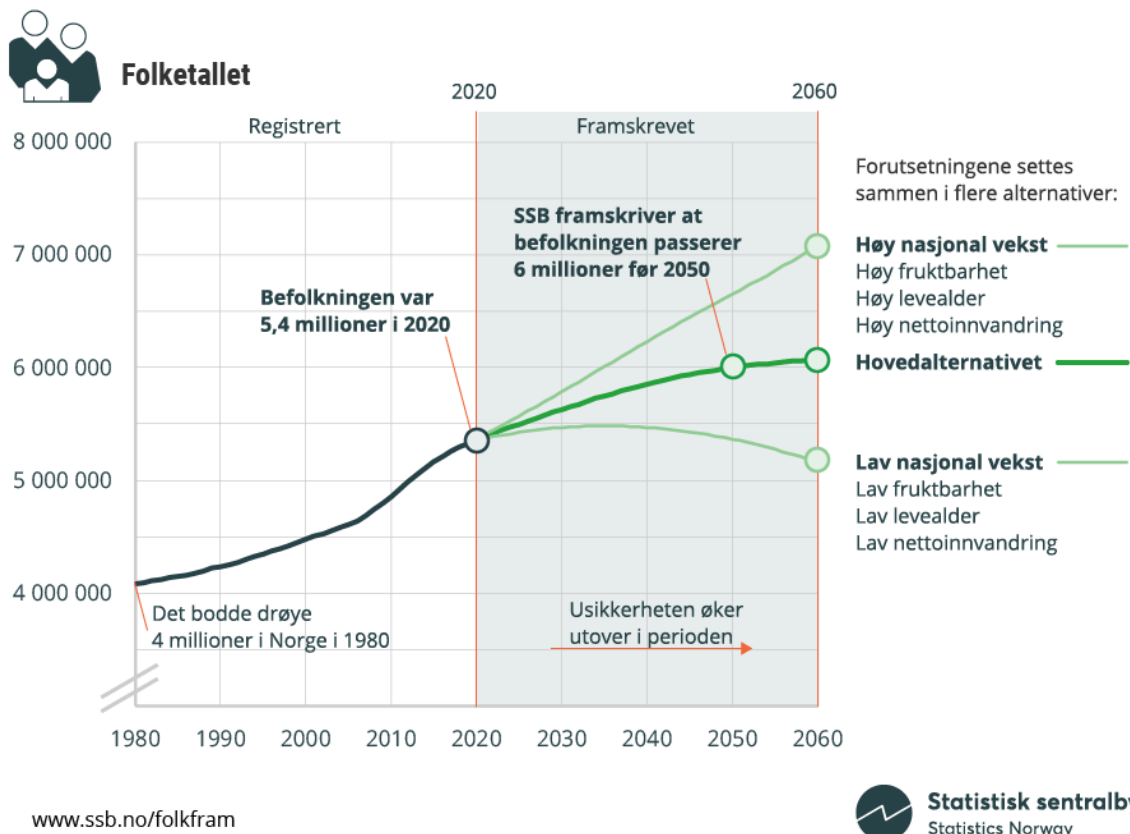
Her, står N_N for netto nullutslipp, $CO_{2,p}$ er CO₂ som produseres som et biprodukt i energiproduksjonen, $CO_{2,f}$ er CO₂ som fanges/lagres. Modellen betrakter korrelert forhold mellom energi og CO₂ produsert i et gitt tidsrom, og er en av barrierene som må håndteres for at Norge skal kunne oppnå netto nullutslipp innen 2050.

7.1. Energiproduksjon

For å kunne nå ønsket situasjon i 2050 er det viktig å kunne anslå energietterspørselen og hvordan utviklingen kommer til å være i fremtiden. Store klimautfordringer og økt søkelys på klimanøytral energi i andre land gjør at er det viktig å kunne forutse trender for å kunne møte den økte energietterspørselen. Faktorer som befolkningsvekst er med på å drive energietterspørselen opp, mens energieffektivisering reduserer energietterspørselen. Derfor vil en av de største utfordringene være å produsere nok energi når etterspørselen for fossile energikilder går ned og etterspørselen for rene, klimanøytrale energiløsninger går opp.

7.1.1. Befolkningsvekst

Befolkningsframskrivingene fra Statistisk Sentralbyrå viser at befolkningstallet i Norge er forventet til å økte til ca. 6 millioner innen 2050, noe som vil føre til økt energietterspørsel (SSB, 2020). Figur 7.1 viser SSB befolkningsframskrivinger mot 2060 med hoved-prognose og alternative prognoser for befolkningsvekst. Olje- og gassproduksjon er fremdeles Norges viktigste inntektskilde, og uten den kan ikke Norge opprettholde sin nåværende levestandard og velferdsstat (Regjeringen, 2019d).

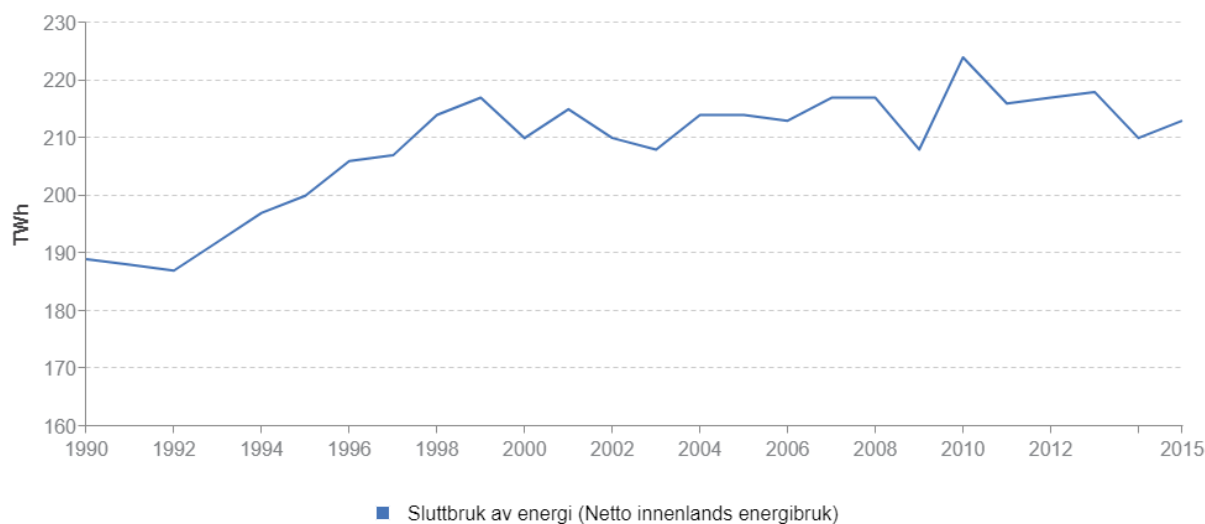


Figur 7.1 Befolkningsframskriving 2020-2060

7.1.2. Energieffektivisering

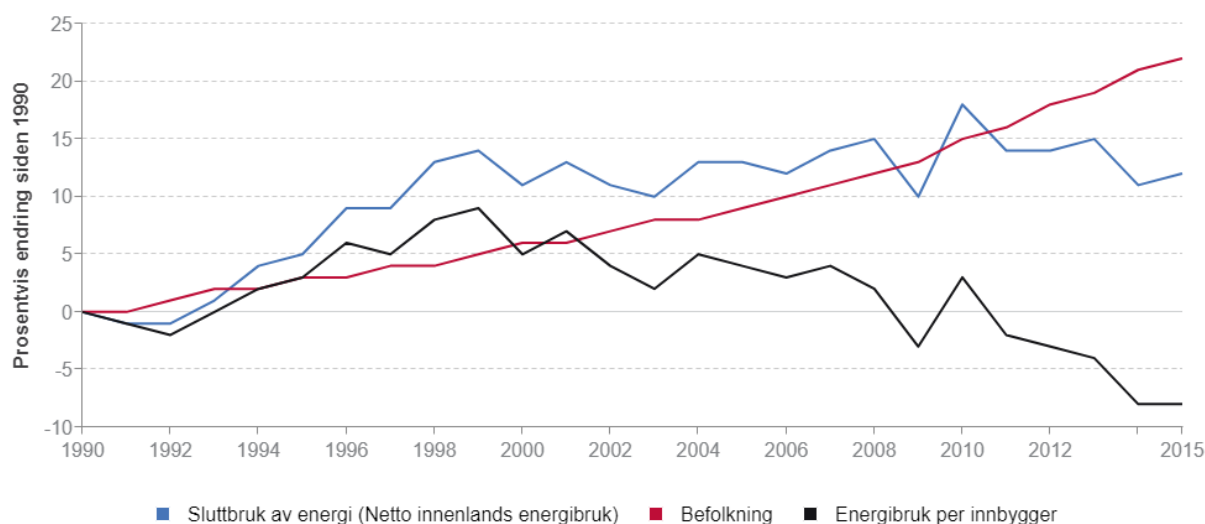
Fornybar energi og energieffektivitet kan fungere i synergi for å drive global avkarbonisering. Dette kan gi over 90% av reduksjonen i energirelaterte CO₂-utslipp (IRENA, 2018a). Ifølge studien «The Energy Transition: Investment Needs for a Low-Carbon Energy System» kan globale energirelaterte CO₂-utslipp reduseres 70% innen 2050, med et netto positive økonomiske utsikter (IRENA, 2017a, 2017b). Studien legger i tillegg frem at fornybar energi kan utgjøre omtrent 50% av de totale reduksjonen av utslippsgasser, og ytterligere 45% reduksjon fra økt energieffektivitet og elektrifisering (IRENA, 2017a, 2017b).

I Norge har sluttbruken av energi generelt holdt et konstant nivå mellom 210 og 220 TWh i perioden 1998 til 2015, som vist i Figur 7.2. SSB har gjennom historiske data funnet at den gjennomsnittlige årlige veksten av innenlands sluttforbruk av energi økte med 0,9% i løpet av perioden 1980 til 2012 (Hagem & Bjertnæs, 2016).



Figur 7.2 Sluttbruk av energi 1990-2015 (OED, 2019f)

Årsaken til at sluttbruken av energi i Norge ikke har økt i løpet av denne perioden skyldes en energieffektivisering som gir mindre energibruk i tillegg til mindre energiintensive aktiviteter, som betyr mindre energi per produsert enhet. Til tross for økende befolkningsvekst har effektiviseringen ført til en nedgang i energibruk per innbygger, noe som fører til at sluttbruken av energi i Norge har holdt seg på et stabilt nivå (OED, 2019f). Denne sammenhengen er illustrert i Figur 7.3.



Figur 7.3 Sluttbruk av energi vs. befolkningsvekst vs. energibruk per innbygger (OED, 2019f)

7.1.3. Fremtidig energibehov

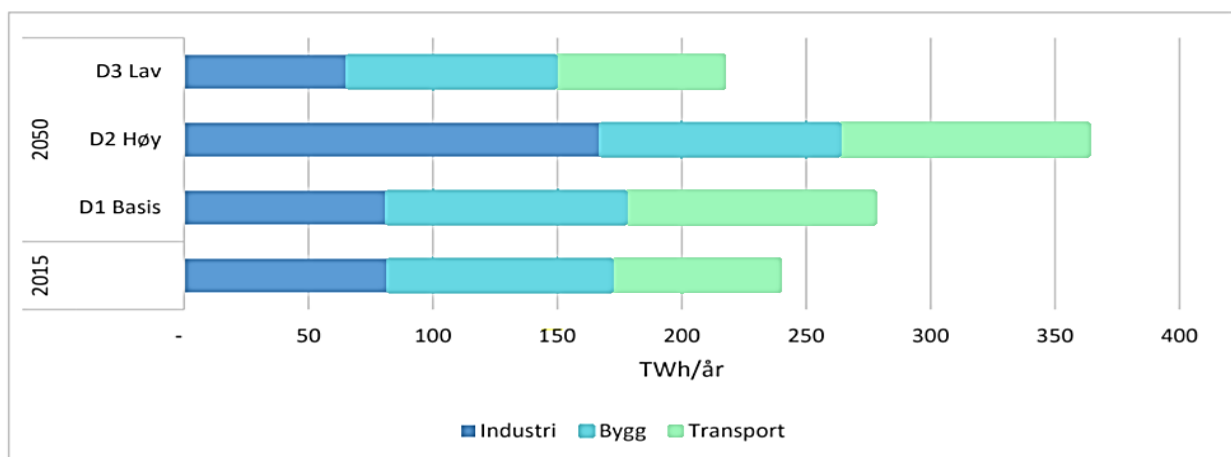
I 2018 var den samlede energibruken i Norge på 236 TWh. Gjennom et samarbeid mellom Norges Handelshøyskole (NHH), Universitetet i Oslo (UiO) Institutt for Energiteknikk (IFE),

SINTEF, Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet (NTNU), Høgskolen på Vestlandet og Vestlandsforskning er det lagt frem tre ulike scenarier for fremtidig energietterspørsel i Norge i 2050. Scenariene viser en tydelig økning i forventet energietterspørsel for to av tre scenarioer. Situasjonsbeskrivelser for D1, D2 og D3 er illustrert i Figur 7.4 (Throndsen et al., 2019):



Figur 7.4 Scenarier for utviklingsbaner for energietterspørsel i 2050 (Throndsen et al., 2019)

De ulike utviklingsveiene for energietterspørselen i 2050 er vist i Figur 7.5.

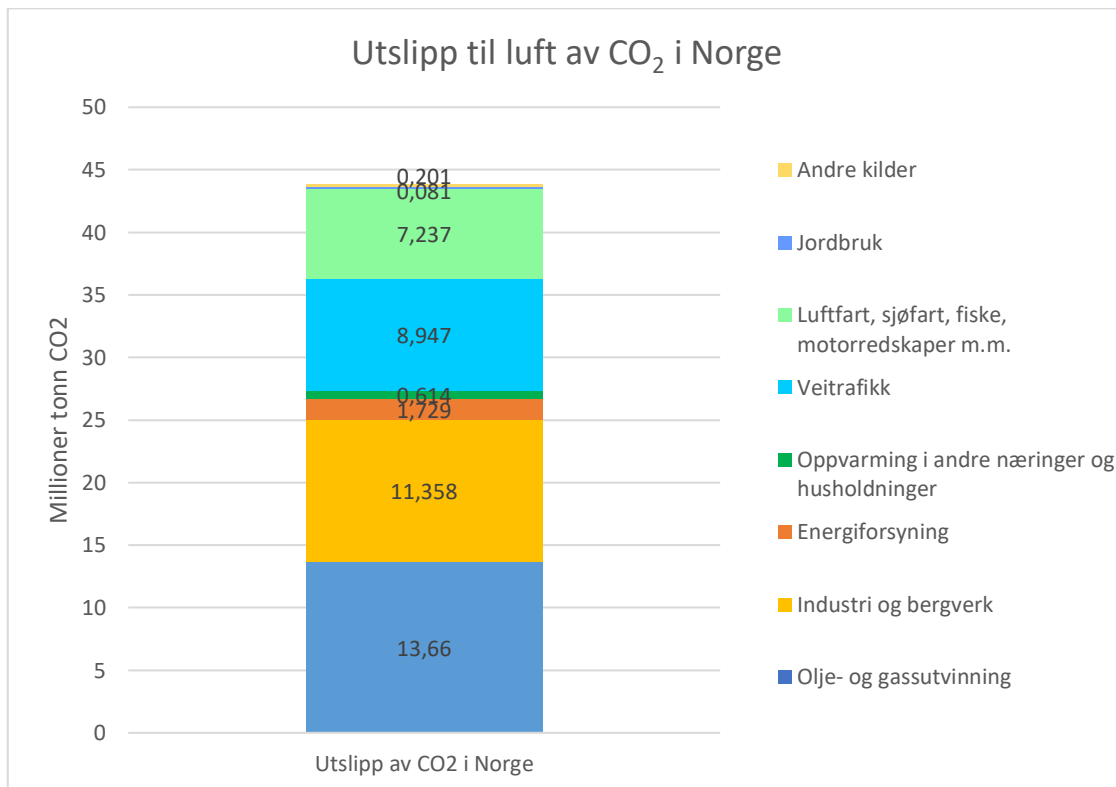


Figur 7.5 Fremtidige scenarier for energietterspørsel i 2050 (Throndsen et al., 2019)

7.2.CO₂-produksjon og utslipp i Norge

I Norge har utslipp av CO₂ til luft økt med 24% siden 1990 i 2018 (SSB, 2019). Statistikken som er vist i Figur 7.6, gir en oversikt over utslipp til luft fra Norge for ulike næringer,

energivarer og energikilder (SSB, 2019). Det totale utslippsforholdet i Norge i 2018 var 43,8 millioner tonn CO₂ (SSB, 2019). Videre illustrerer Figur 7.6 at store deler av utslippene i Norge stammer fra olje og gassutvinning. De andre sektorene er ofte forbrukere av fossilt brensel, enten som bensin, diesel, gass eller andre produkter fra petroleumsproduksjonen. Dermed kan en observere at forbruket av petroleumsprodukter resulterer i langt mer CO₂-utslipp enn utvinningen av den.



Figur 7.6 Utslipp av CO₂ i Norge (SSB, 2019)

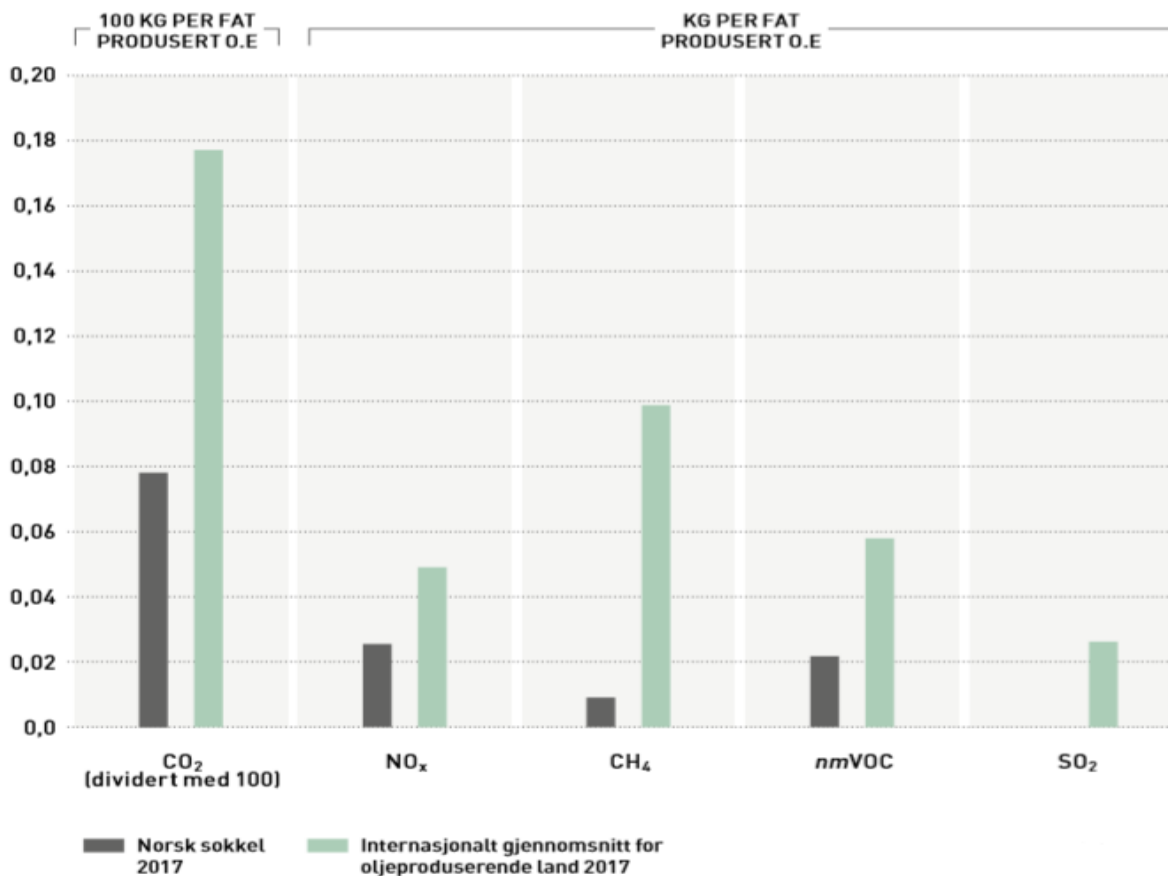
Ifølge rapporten «Global warming of 1.5°C» fra IPCC, understrekes det at netto nullutslipp i 2050 ikke er realistisk oppnåelig uten en helhetlig håndtering og bruk av CO₂ innen energiløsninger. I 2019 ble en felles plan for CO₂-håndtering utviklet gjennom et samarbeid mellom Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet (OED, 2019e). Strategien vil gå ut på å få til en kostnadseffektiv løsning med ambisjonen om å utvikle teknologien for CCS og oppnå en fullskala CO₂-håndtering i Norge (CCSnorway, 2019; Regjeringen, 2019a).

7.2.1. Eksportert CO₂-utslipp

Hensikten med å inkludere dette i avhandlingen er for å vise at utover problemstillingen så eksisterer også eksportbildet som bør håndtere dersom Norge virkelig skal ha netto nullutslipp

av CO₂ i et globalt perspektiv. Dette er noe som avhandlingen ikke kommer til å fokusere på videre i oppgaven, men det er en relevant dersom Norge virkelig skal klare å bli et netto nullutslippssamfunn. Det burde inkludere CO₂ utslipp som skjer innad i nasjonen, men også utslipp som skjer på grunn av forbruk av Norsk petroleumsnæring.

Ofte er argumentet om at norsk olje og gass er blant den reneste i verden, og at det derfor er bedre å forbruke norsk olje og gass fremfor petroleum som er produsert andre steder med et høyre CO₂-utslipp, som illustrert i Figur 7.7. Dette betyr i midlertidig ikke at forbruk av norsk olje og gass er uten CO₂-utslipp. Det er derfor interessant å utforske CO₂ som blir sluppet ut på bakgrunn av Norges eksport av olje og gass gjennom eksport.



Figur 7.7 Utslipp til luft på norsk sokkel sammenlignet med internasjonal gjennomsnitt (Norskoljeoggass, 2019)

I 2019 utgjorde eksport av råolje, naturgass og kondensat 47% av total norsk vareeksport (NorskPetroleum, 2020a). Norge eksporterer nesten all olje og gass produsert og er en viktig aktør i det internasjonale oljemarkedet, hvorav norsk oljeproduksjon dekker omtrent 2% av verdens totale behov for råolje og naturgass dekker omtrent 3% (NorskPetroleum, 2020a). I 2019 eksporterte Norge olje i en skala på 1,1 millioner fat olje per dag til andre land i Europa, noe som tilsvarer rundt 401.5 millioner fat i løpet av et år. Dette utgjør 85.2% av all norsk

produsert olje eksportert til utlandet (NorskPetroleum, 2020a). Som eksportør stiller Norge seg etter Russland og Qatar som en av verdens største gasseksportører og eksporterer mellom 20% og 25% av Europas totale gassforbruk (NorskPetroleum, 2020a). Eksporten av gass til Europa fører til en betydelig reduksjon av CO₂-utslipp da dette erstatter forbrenning av kull (Regjeringen, 2018). Norsk gasseksport utgjorde i 2019 114 milliarder Sm³ gass, i all hovedsak til Europa. Dette tilsvarer 85,2% av all norsk produsert gass i 2019 (NorskPetroleum, 2020a).

Det finnes forskjellige måter å beregne energiinnholdet for mengde fossilt brensel. Ved bruk av data fra Gasnor og Norsk Petroleum sin energikalkulator, er det mulig å beregne mellom ulike energi enheter (Gasnor, 2020; NorskPetroleum, 2020a):

$$1Sm^3 \text{ gass} = 0.804 \text{ kg gass}$$

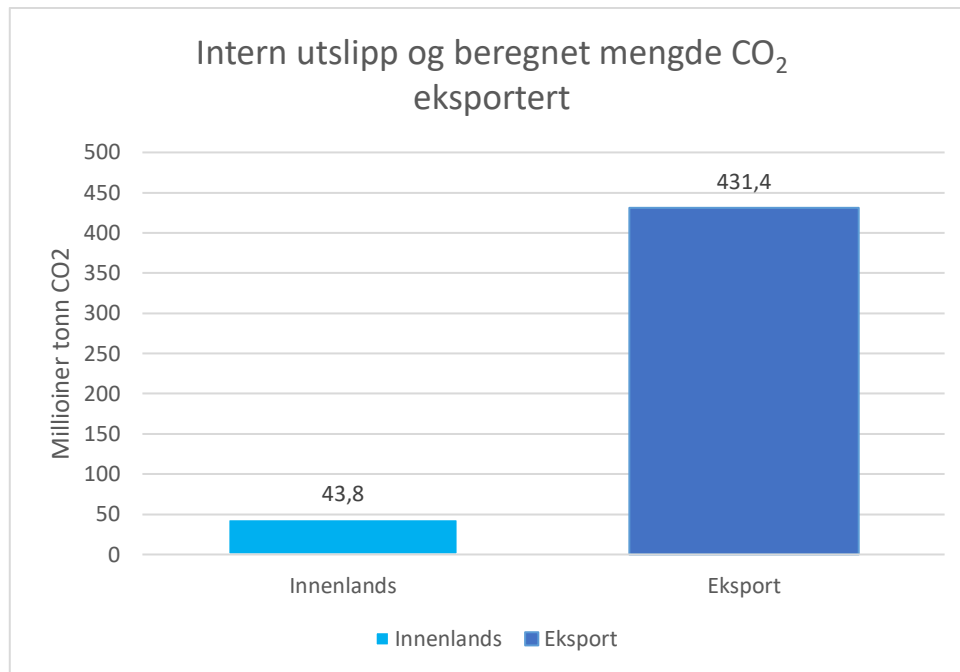
$$1 \text{ fat olje} = 136 \text{ kg olje}$$

Videre, er det estimert at for hvert kg forbrent olje slippes det ut 3.2 kg CO₂, mens hvert kg forbrent naturgass gir et utslipp på 2.8 kg CO₂ (Gasnor, 2020; NaturgassNord, 2020). Disse verdiene kan variere avhengig av komposisjon ettersom ingen oljekvaliteter er like.

$$114 \text{ milliarder } Sm^3 \text{ gass} \times 0.804 \frac{\text{kg gass}}{Sm^3} \times 2.8 \frac{\text{kg } CO_2}{\text{kg gass}} = 256.6 \text{ millioner tonn } CO_2$$

$$401.5 \text{ millioner fat olje} \times 136 \frac{\text{kg olje}}{\text{fat}} \times 3.2 \frac{\text{kg } CO_2}{\text{kg olje}} = 174.7 \text{ millioner tonn } CO_2$$

Basert på energikalkulatoren fra NorskPetroleum, vil eksport av norsk olje på 401,5 millioner fat tilsvare eksport av omtrent 54.77 millioner tonn olje, som igjen tilsvarer rundt 174.7 millioner tonn CO₂. Med utgangspunkt i eksport av norsk gass på 114 milliarder Sm³, vil det tilsvare rundt 256.6 millioner tonn CO₂ (NorskPetroleum, 2020a). Sammenlagt eksporterer Norge dermed rundt 431.3 millioner tonn CO₂. Figur 7.8 illustrerer forholdet mellom CO₂-utslipp til luft i Norge sammenlignet CO₂-utslipp gjennom mengden eksportert olje og gass dersom alt fossilt brensel blir forbrent.



Figur 7.8 Utslipp av CO₂ til luft i Norge vs. gjennom eksportert olje og gass

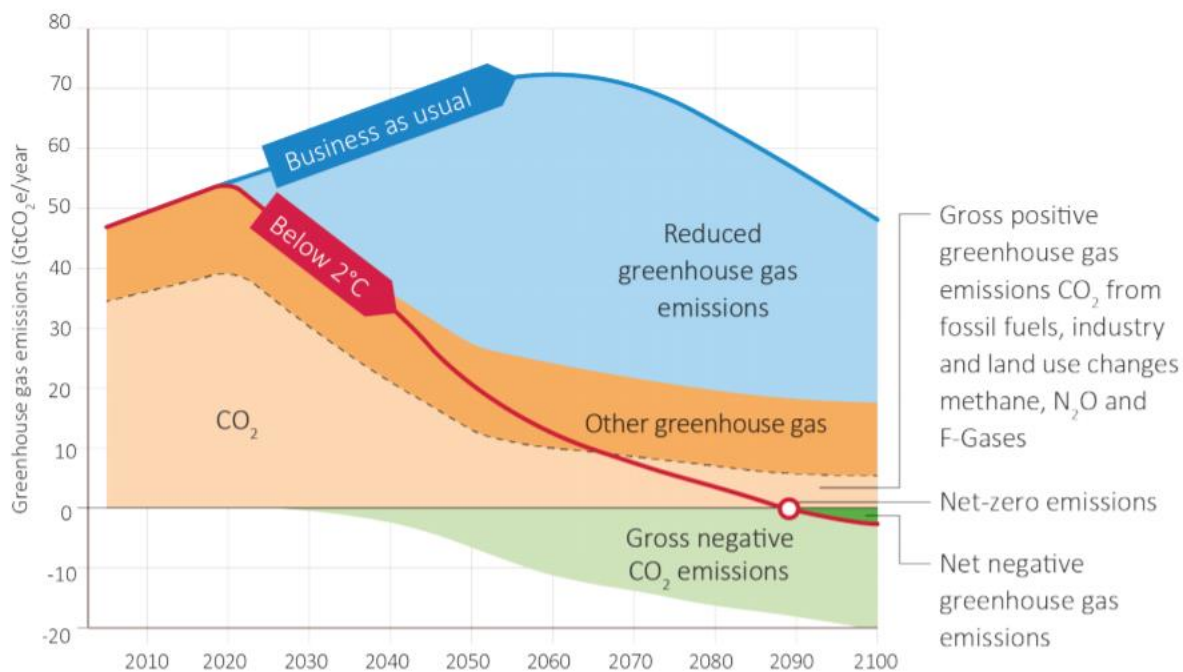
Det er derimot ikke all eksportert olje som blir forbrent ettersom mye av oljen blir brukt i petrokjemisk industri som er den nest største forbrukeren av olje etter transportindustrien. Innen petrokjemisk industri vil oljen brukes til å produsere oljebaserte produkter som for eksempel maling, sminke, plast materialer og tekstiler (Mjønerud, 2019).

7.3.CO₂-reduksjon

CO₂ utgjør den største andelen av klimagassutslipp i Norge, og utgjorde 84 prosent av utslippene i 2018 (Miljøstatus, 2019). Hovedandelen av utslippene kommer fra forbrenning av fossile energibærere gjennom ulike prosesser (kraftproduksjon, industrier, transport og annet forbruk).

7.3.1. CO₂-reduksjon globalt

Rapporten «Global warming of 1.5°C» legger frem at de mest sannsynlige framtidsscenarioene vil kreve fjerning av CO₂ fra atmosfæren i størrelsesorden 10-20 mrd. tonn pr år fra 2050 (IPCC, 2018b), som vist i Figur 7.9. Mengden CO₂ som må fjernes vil være avhengig av hvilke framtidsscenarioer man legger til grunn (SINTEF, 2019c).



Figur 7.9 Utslippsbaner frem mot 2100(SINTEF, 2019c)

For å redusere 20 milliarder tonn CO₂ fra atmosfæren globalt til en kostnad på 500 kr/tonn som et utgangspunkt, vil resultere til en total global virksomhet på 10 000 milliarder kroner per år (SINTEF, 2019c). 25% av dette vil være for karbonfangst, transport og lagring av CO₂, noe som tilsvarer to norske statsbudsjett på omtrent 1325 mrd. NOK i 2018 per år og trolig økende (SINTEF, 2019c).

7.3.2. CO₂-reduksjon i Norge

Dersom målestokken i Figur 7.9 justeres fra milliarder tonn til millioner tonn vil det tilsvare omtrent kurven for utslippsforholdet i Norges i 2018 på 52,7 millioner tonn per år, ifølge SINTEF (SINTEF, 2019c). Om metoden for et globalt perspektiv blir anvendt for Norge i et scenario for å holde den gjennomsnittlige globale temperaturen under 2°C, vil det være nødvendig å fjerne rundt 10 millioner tonn CO₂ fra atmosfæren rundt 2050 for å oppnå et netto nullutslipp samfunn (SINTEF, 2019c). Videre kan man se fra Figur 7.9 at dersom samme metode brukes for «Business as usual» for Norge, vil mengde CO₂-utslipp øke mot nærmere 70 millioner tonn i 2050, som må kuttes for å oppnå netto nullutslipp.

Videre legger SINTEF frem at i Norge vil aktiviteten for CO₂-reduksjon baseres på behov for reduksjon av egne utslipp og kan koste mellom 5 til 10 mrd. NOK per år (SINTEF, 2019c). Etersom Norge har store geologiske lagringsressurser og kan dermed utvikle en industri rundt CO₂-fangst, -transport og -lagring, er potensialet for økt virksomhet forventet å bli større. De

viktigste pådrivere for en fullskala CCS i Norge er Norges klimamål og forpliktelser i henhold til Parisavtalen, teknologiutvikling og internasjonal teknologispredning. Regjeringen jobber for en kostnadseffektiv løsning for fullskala CO₂-håndtering i Norge (Regjeringen, 2019a). I 2019 ble en felles plan for fullskala CO₂-håndtering utviklet gjennom et samarbeid mellom Regjeringen og norsk næring. Dersom prosjektet får økonomiske midler kan det styrke Norges posisjon som pådriver for reduksjon av CO₂-utslipp (Krekling & Fjeld, 2020; Regjeringen, 2019a).

8. Metode

Formålet med teoretisk forskning er å gjøre rede for empiriske funn og sette dem sammen for å skape en helhetlig forståelse med sikte på å gi kunnskap (SNL, 2019). Dette kapittelet er derfor ment som en beskrivelse av fremgangsmåten benyttet for å utlede denne kunnskapen og besvare problemstillingen til avhandlingen.

8.1. Induktiv vs. deduktiv tilnærming

Denne avhandlingen har det vært essensielt å ha en deduktiv tilnærming, som går ut på å samle teori og data for å trekke en konklusjon ut fra samlingen for å besvare problemstillingen. Den motsatte metoden, induktiv, omhandler å lage nye teorier som kommer fra en observert problemstilling (Gabriel, 2013). Induktiv tilnærming er ikke brukt i denne avhandlingen. En utfordring med deduktiv tilnærming er evaluering av innsamlingen av empiri før forskeren kan evaluere hvilke studier, artikler og undersøkelser som er både pålitelige og gyldige for innsamling av data. Ettersom forskning blir kontinuerlig styrt av forskere, kan forskning vise seg å være partisk og bære preg av forskerens egne verdier og oppfatninger til en viss grad (Zohrabi, 2013). Jeg har hatt stort fokus på å holde meg upartisk for å ikke risikerer å overse viktige data som ikke sammenfaller med mine egne verdier og tanker. Validitet og reliabilitet er derfor viktig for å unngå skjevhet av informasjon og holdning.

8.2. Validitet og reliabilitet

Validitet og reliabilitet er viktig dersom resultatene i en avhandling skal være brukbare. Målet er dermed å ha både høy validitet og reliabilitet i forskningen. Reliabilitet refererer til graden av konsistent data over tid, altså hvor pålitelig er dataen. Forskning assosiert med høy grad av reliabilitet oppnås når andre forskere er i stand til å frembringe de samme resultatene ved å bruke de samme forskningsmetodene under lignende forhold. Forskning med høy reliabilitet er objektiv, og forskeren må være objektiv og unngå å blande inn personlige tanker og verdier når de utfører forskningen. Validitet refererer til gyldigheten av forskningens konklusjon og i hvilken grad forskeren observerer og måler det som er ment å måles i henhold til problemstillingen (Zohrabi, 2013). Dersom resultatene stemmer i henhold til situasjonen, forklaringen og forutsigelsen til forskeren, er forskningen gyldig. Det er viktig å understreke at trusler mot forskningens pålitelighet og validitet aldri kan elimineres fullstendig. Dermed er det viktig at forskeren alltid er oppmerksom på å minimere denne trusselen så mye som mulig. Ved kvantitativ forskning er det relativt oppnåelig å oppnå samme resultater da dataen er numerisk.

For kvalitativ forskning er det derimot svært krevende å oppnå identiske resultater da dataen er narrativ. Det vil dermed ikke være hensiktsmessig å oppnå identiske resultater, men heller anse resultatene som pålitelige og konsistente basert på datainnsamlingen (Zohrabi, 2013). I denne avhandlingen har det vært spesielt viktig å forsikre at fakta og data er pålitelig og konsistent blant flere forskere og studier, og at studiene eller funnene er tidsrelaterte.

8.3. Kvalitativ vs. kvantitativ metode

Det er vanlig å skille mellom to metoder for innsamling av data; kvalitative og kvantitative metoder. Hvilken metode som er best egnet for oppgaven styres i hovedsak av oppgavens problemstilling. En kvantitativ metode samler inn data som kan kvantifiseres eller uttrykkes ved hjelp av tall og brukes til å teste eller bekrefte teorier og antakelser (Grønmo, 2020b). Kvalitativ metode omhandler data som ikke lar seg tallfeste eller måles og benyttes for å oppnå dybdekunnskap og en helhetlig forståelse om et fenomen (Grønmo, 2020a).

8.3.1. Kvantitativ metode

I en kvantitativ tilnærming utvikler forskeren hypoteser basert på en teori som testes ved bruk av statistiske analyser. Forskeren studerer vanligvis fenomenet utenfra for å oppnå nøytralitet og avstand. Kvantitativ tilnærming omhandler hovedsakelig å samle data gjennom undersøkelser eller systematiske og strukturerte observasjoner, etterfulgt av å gjøre innsamlet data målbare (Marczyk & DeMatteo, 2005). Hensikten med forskningsmetoden er å utvikle en hypotese, samle inn data og deretter analysere disse dataene for ytterligere å bevise eller motbevise hypotesen.

8.3.2. Kvalitativ metode

Sammenlignet med den kvantitative metoden, går det kvalitative mer i dybden på et smalt tema ved å samle inn så mye informasjon som mulig om spesifikke aspekter (G. Andersen, 2019). Ved en kvalitativ tilnærming undersøker forskeren spesifikke spørsmål som vil gi ytterligere informasjon om en teori eller for å få mer kunnskap. Kvalitative studier har vanligvis «hva», «hvordan» og «hvorfor» spørsmål som krever innsamling av kvalitative data i stedet for kvantitative data for å svare på forskningsspørsmålene. Metoden innebærer å formulere hypoteser ved identifisering av likheter, forskjeller eller forklaringer på fenomenet som blir studert, fremfor utvikling og testing av hypoteser (Grønmo, 2020a, 2020b).

8.3.3. Anvendt metode

I denne avhandlingen er både kvalitativ og kvantitativ forskning brukt til å samle inn data og informasjon. Hensikten ved den kvalitative delen er å gi en dyp forståelse av tematikken gjennom mange opplysninger som ikke kan tallfestes. Kvalitativ metode er benyttet i PESTEL analysen som omhandler data som sikter på å formidle få frem en helhetlig forståelse av avhandlingens tematikk. Den kvalitative metoden for å identifisere Norges potensial for å bli et netto nullutslippssamfunn i 2050 kan ikke tallfeste de muliggjørende faktorene knyttet til problemstillingen. PESTEL analysen opplyser om potensialet for måloppnåelse knyttet til problemstillingen. Den kvantitative metoden er benyttet gjennom innsamling av data og informasjon for å kunne tallfeste opplysninger, som for eksempel historiske utslipp av CO₂ knyttet til fremtidige prognoser av energibehov. Med hjelp av historiske data vil det være mulig å formidle forklaringer og tallfeste estimater for fremtidige CO₂-utslipp og energibehov som inkluderes i besvarelsen av problemstillingen.

8.4. Primær data vs. sekundær data

I forskning er det forskjellige metoder som brukes til å samle informasjon, som alle faller inn i to kategorier, dvs. primære og sekundære data. Som navnet antyder er primærdata en som blir samlet inn for første gang av forskeren, mens sekundære data er dataene som allerede er samlet inn eller produsert av andre (Sundbye, 2017). Gjennom avhandlingen har jeg samlet inn data fra sekundære datakilder som omhandler ulike artikler, offentlige registre, studier og rapporter, med både kvalitativ og kvantitativ tilnærming for å besvare problemstillingen.

8.5. Datainnsamling med tilhørende krav

Utarbeidelsen av det teoretiske grunnlaget i avhandlingen er fortrinnsvis basert på sekundære data fra en lang rekke kilder for å inkludere forskjellige synspunkter, meninger og aspekter. Datainnsamlingen bærer stort fokus på reliabilitet og validitet i henhold til foretatt utvalg basert på forfattere, innhold og publiseringsdatoer. Kilder med høy reliabilitet og validitet fra den norske regjering og store organisasjoner, som IPCC, IEA, IRENA, SINTEF, NVE og SSB ble hovedsakelig brukt for fakta, med vitenskapelige artikler og eksisterende forskning på aktuelle temaer som tilleggsinformasjon. Disse organisasjonene er ansett som objektive og transparente organisasjoner med høy pålitelige og uten partiske meninger, mens andre kilder som artikler kan ha mer partiske meninger. Dette er noe inkludert for å inneholde andre perspektiver og forskjellige synspunkter rundt fornybar energi satsning i Norge og potensielle implikasjoner.

Det er derimot gjort sammenligninger fra andre kilder for å forsikre konsensus av data og pålitelighet. Som resultat har dette styrket ambisjonen om å gi bredere kunnskap rundt avhandlingens tematikk.

8.6. Kritikk av datainnsamling

Siden tematikken rundt fornybar energisystemer og energiteknologier endrer seg raskt, er mye av informasjonen og fakta basert på funn i nyligste rapporter fra organisasjoner fremfor litterære bøker for å sikre validitet. Dette resulterer i mange forskjellige kilder, og det har vært tydelig at ulik forskning kan vise til forskjellige resultater om det samme emnet. Derfor oppstår det mange ulike meninger innen klimaforskning som strider imot hverandre. Med flere kilder øker sannsynligheten for å innblande data med unøyaktig, feil, partisk eller ugyldig informasjon. Tiltak for å hindre dette er gjort i form av å benytte data fra pålitelige organisasjoner og sammenligning av informasjon mellom ulike kilder for å forsikre konsensus og pålitelighet. Gjennom en omfattende datainnsamling kommer det frem informasjon som er konsistent gjennom forskjellige rapporter. Dette gir grunnlag til å utelukke informasjon som ikke er i samsvar med forskningens konsensus.

9. Diskusjon

9.1. Strukturen av kapittelet

Avhandlingens diskusjon er inndelt i to deler: Først diskusjon rundt funn gjort i PESTEL-analysen etterfulgt av diskusjon rundt modellen med kalkuleringer knyttet til problemstillingen. Avslutningsvis vil de to forskningsspørsmålene fra introduksjonen bli diskutert med innsikt fra PESTEL analysen og resultatene fra modellen, som vil danne grunnlaget for en endelig konklusjon.

9.2. PESTEL-analysen

En gjennomgang av hvert element i PESTEL analysen vil bli diskutert med fokus på resultatet av PESTEL analysen i Figur 6.1.

9.2.1. Politiske faktorer

Norges sterke forpliktelser overfor Parisavtalen og samarbeid med EU klimaavtalen styrker ideen om et klimanøytralt Norge i 2050. Til tross for nasjonal og internasjonal klimapolitikk har Norge behov for en politikk som kan bidra til å skape et muliggjørende miljø for å tiltrekke investeringer, teknologisk utvikling og internasjonal teknologispredning. For at norsk industri skal kunne investere i fornybar teknologi trengs det sentrale støttemekanismer og nødvendige tilpasninger for endrede markedsforhold i overgangen til et lavkarbonsamfunn. Det medfører politisk og regulatorisk risiko som innebærer nye innføringer av markedsreguleringer, produktreguleringer, rapporteringskrav, karbonbudsjetter og juridisk ansvar for klimakonsekvenser (NHO, 2018).

Politikk for fornybar energi og nye energiløsninger kan i økende grad integreres i den overordnede planleggingen av energisektoren som en funksjon av utvikling og teknologisk modenhet innen fornybar energi. Samtidig som norsk politikk ønsker økt utvikling, teknologisk modenhet og investeringer for å tilegne fornybar energi inn i energisektoren, er det derimot svært risikofyllt for selskaper i energisektoren å investere og satse på fornybare energiløsninger når andre løsninger både er tryggere og billigere. Potensialet for å være et ledende land innen fornybar energi vil derfor være avhengig av politisk satsing, politiske retningslinjer og insentiver som kan bidra til økt utvikling, teknologisk modenhet og investeringer innen nye energiløsninger. Dette innebærer at politiske retningslinjer, sentrale støttemekanismer og

nødvendige tilpasninger må komme på plass for å oppnå et fremtidig bærekraftig markedsforhold i Norge. Norge er i en posisjon der en satsning på fornybar energi kan være gunstig for nasjonen fordi det vil tilby konkurransefortrinn i det globale energimarkedet og større mulighet til å nå klimamålene. Insentiver som økonomiske midler og risikofordeling kan bidra for å styrke norsk klimapolitikk, men det er ikke garantert at fornybar energi satsing vil bli styrket og støttet etter et nytt Stortingsvalg i 2021.

9.2.2. Økonomiske faktorer

Det kan bli svært krevende for norsk økonomi å redusere norske utslipp innen 2050. Norge kan møte på betydelige utfordringer dersom etterspørselen av olje og gass reduseres kraftig EU ønsker om å erstatte all fossile energikilder med fornybar kraft mot 2050 (Frisvold, 2019).

Investeringskostnadene er en viss barriere for utvikling og implementering av fornybare energikilder. Norge kan gjennom skattesystemet fremme vekst og konkurransekraft blant norske næringer og en fornybar sektor. Regjeringen ønsker at utvinning av naturressursene i Norge bør beskattes slik at overskuddet kommer felleskapet til gode, i tillegg til lønnsom utvinningen av ressursene. Den norske regjeringens skattlegger selskaper i petroleumsnæringen med 78% av sin samlede inntekt, som til gjengjeld lar dem avskrive 78% av sine totale investeringer. Dette gjør at selskapene får en slags "beskyttelse" av regjeringen ved mulige overskridelser av tid eller budsjett. Dette systemet kommer både myndighetene og selskapene til gode. Høy skattelegging av kraftnæringer, som for eksempel vannkraft, kan hindre investeringer som kan bedre kraftteknologien og samfunnsøkonomisk verdiskapning. I tillegg kan en overgang til lavutslippssamfunn by på omfattende utfordringer for Norge. Både den eksisterende petroleumsnæringen og den fornybare sektoren vil kreve ressurser i form av kapital og sysselsetting. Ved å styrke insentiver for en fornybar energisatsing kan det gi en raskere energiovergang ved utfasing av fossil energi (EnergiNorge, 2019). En reduksjon av elavgift kan være et eksempel på insentiv for omlegging fra fossilt brensel til elektrisitet. Slike virkemidler kan gi større satsing på fornybar energi typer i petroleumsnæringen, og med høy beskatnings kan det potensielt bidra til at utviklingen av fornybare energiløsninger akselererer raskere enn forventet.

Som følge av finanskrisen i 2008, oljeprisfallet i 2014 og 2020 og koronakrisen i 2020 har flere ringvirkninger bidratt til å styrke utviklingen og ambisjoner om implementering av fremtidig fornybar energi (Norum, 2020). Det viser at det er behov for andre energikilder for å ha flere

bærebjelker i samfunnet ettersom nærmere halvparten av Norges verdiskapning gjennom eksport kommer fra olje og gass (SINTEF, 2019c). Det er behov for ytterligere investeringer og insentiver for å skape en fornybar industri i Norge. Samtidig som kostnader innen fornybar energi faller har rentene blitt redusert betydelig i 2020, noe som kan stimulere til ytterligere insentiver og investeringer som igjen kan akselerere Norges satsing på en ny fornybar industri.

9.2.3. Sosiale og kulturelle faktorer

Økt klimabevissthet og sosiale protester om industribygging og klimagassutslipp i atmosfæren har ført til kraftige endringer innen regjeringer, bedrifter og samfunn. Opprettholdelse av den norske velferdsstat, lokal sysselsetting, gratis helsetilbud, gratis utdanning, jobbmuligheter, inntektsutvikling og samfunnsutvikling kan sikres ved riktig bruk av energisystemer. Prognoser, gjennomføring og planlegging av fremtidige fornybare energi prosjekter vil kreve mer hensyn og kunnskap sammenlignet med andre prosjekter innen energiproduksjon som petroleumsnæringen. Et vesentlig dilemma er at mange ikke ønsker å se energivirksomhet i sine omgivelser.

Det to-delte «image» dilemmaet innad i Norge må ikke legge en skygge over den viktigste og største utfordringen i kampen mot global oppvarming. Det er faktisk en tydelig enighet blant miljøbevegelser, miljøforkjempere, norsk industri og ansatte i petroleumindustrien: utslippene må reduseres mot netto null og lavkarbonløsninger må utvikles for å produsere klimanøytral energi. Det er derimot ikke like enkelt å gå fra en energinasjon med fossile energikilder til en klimanøytral energinasjon. Mange ser klimaets hastende behov for null utslipp og ønsker at petroleumindustrien skal stenges ned snarest. Andre mener at det er ikke mulig å kutte en næring som hverken er klimavennlig eller klimaversting da det ikke finnes noe annet bedre alternativ, som kan kompensere for nedstenging av petroleumsvirksomheten med dagens teknologi og utgangspunkt. Veien til mål er innviklet og dessverre ikke rett frem, som illustrert i Figur 9.1.



Figur 9.1 Veien til mål er ikke rett frem (Andersson, 2019)

Det er ti-tusenvis av arbeidsplasser i petroleumsnæringen og prosjekter som er innvilget gjennom juridisk bindende kontrakter som i henhold til lovverket ikke kan bråstoppes. Dette ville i så fall ført til nedleggelse, arbeidsledighet og store tap av verdiskapning. I tillegg vil andre land som avhenger av norsk energitransport ty til andre energikilder som nødvendigvis ikke er mer klimavennligere, som kull eller fossile energikilder fra andre land med høyere CO₂-utslipp per fat produsert (NRK, 2020). En ny fornybar industri vil kreve omstendelige ressurser i form av arbeidskraft, teknologi og overføring fra en petroleumssterk energiindustri til andre energinæring (vind, hydrogen, CCS, vann). Petroleumssektoren i Norge sitter med en bred og omfattende kompetanse og ekspertise som er i ferd med å utvikles og henvendes i en fremtidig fornybar energi sektor som igjen bidrar til å bygge en fornybar industri i Norge. Det er viktig å forstå at fornybare energikilder ikke først og fremst vil bli implementert for å redde petroleumsindustrien, men det kan bidra til redusert global oppvarming og gi samfunnsøkonomisk verdiskapning for Norge i fremtiden. Hvorvidt folk er positive til det, gjenstår å se, men det er viktig å ha kunnskap om potensialet i fornybare teknologier og energiløsninger.

9.2.4. Teknologiske faktorer

Kraftforsyningen i Norge har den største andelen av fornybar energi og laveste utslippene i Europa (OED, 2019b). Til tross for at fornybar teknologi innen vannkraft, vindkraft og CCS har eksistert en stund, er de ikke teknologisk modne nok til å distribueres i stor skala. De fornybare energikildene er fremdeles en underutviklet industri der det fortsatt er behov for mye forskning og utvikling.

Som nevnt i kapittel 3.1 er årlig normalproduksjonen av fornybar energi i Norge rundt 144TWh, mens energiproduksjonen i norsk petroleumsindustri utgjør omtrent 2500 TWh (Gundersen, 2017; OED, 2019b). Det vil dermed kreve en omfattende energiovergang med nye energiløsninger som kan kompensere for petroleumsnæringen dersom det skal kunne produsere tilsvarende energi fra fornybare energikilder. En teknologisk risiko relatert til en energiovergang til et netto nullutslippssamfunn kan innebære desentralisert fornybar energi, konkurransedyktighet avhengig av hastigheten på utvikling og implementering og betydelige markedsendringer hvor fossilt brensel er basis (NHO, 2018). Det er foreløpig mange områder hvor fornybar energikilde ikke kan direkte erstatte fossile energikilde. De fornybare energikildene har behov for ytterligere teknologisk utvikling da de ikke er like konkurransedyktige som alternative energikilder og kan ta stor plass i naturen. Fornybar

kraftproduksjon er fremdeles økonomisk utfordrende ettersom teknologien har lav effektivitet og «koster mer enn det smaker». For at Norge skal oppnå målet om å bli et samfunn uten utslipp som bidrar til global oppvarming, også kalt et lavutslippssamfunn, vil det kreve at norsk industri klarer å utnytte og forbedre de eksisterende teknologiene på en bærekraftig måte. Et teknologisk mål bør være å forbedre teknologien for å redusere energibehovet, noe som videre vil senke kostnadene og øke etterspørselen for fornybare energikilder og dermed gjør fornybar teknologier mer bærekraftig. Konkurransen om nye energiløsninger og stort fokus på innovasjon i norsk industri vil bidra til å drive utviklingen av energiteknologien i riktig retning. Selv om teknologien er til stede i dag, er den ikke moden nok til en distribusjon av stor skala av fornybare energikilder på grunn av høye kostnader, høy investeringsrisiko og for lav investeringsgevinst lokalt.

9.2.5. Miljømessige faktorer

Er det en ting historien beviser, så er det at når mennesket høster fra naturen så skaper det konflikter. Dette gjelder også for fornybare energikilder. Ulike miljøorganisasjoner har forskjellige synspunkt om vindkraft, solkraft, CCS, hydrogenproduksjon og olje og gass produksjon. Det er mange meninger og bekymringer om de fornybare energitypene vil ødelegge av naturen mer enn det hjelper klima. Gjennom nasjonale forplikter til miljøforvaltning og internasjonale forpliktelser til EU og Parisavtalen, antyder det at norske myndigheter setter høye krav til næringer om å redusere sine utslipp. Stort engasjement antyder at Norge kan bli klimanøytral dersom det er mulig å fart på fornybare energikilder, som kan fortrinnsvis kompensere for fossile energikilder i form av elektrisitet. Energiscenarioene fra IPCC viser tydelig de forventede energitrendene i fremtiden hvor bruken av fossilt brensel vil omsider gå ned og energibehovet vil fortsette å øke mot 2050. For å oppnå dette vil en kontrollert energiovergang være grunnleggende for å sikre tilstrekkelig energiproduksjon og hindre forhastede tiltak som potensielt kan skade miljøet, mennesker og næringer. Utslippene må også reduseres betydelig, noe som utpeker CCS som en viktig rolle i Norges strategi for å bli klimanøytral i 2050. Northern Light prosjektet bidrar å redusere utslipp fra andre land som forbruker blant annet norskeksportherte fossile energikilder. Prosjektet viser at Norge ser potensialet for å fange CO₂ fra andre land, frakte det til Norge og lagre det trygt offshore hvor det er størst lagringspotensial. Ifølge SINTEF har Norge potensial til å lagre minst 40% av CO₂-utslippene i det europeiske markedet (Sigmund Ø. Størset et al., 2018). Det er derimot en viss risiko involvert i lagringen av CO₂ hvor en lekkasje kan oppstå enten under injeksjon eller under lagringstiden. Lekkasje kan være kritisk for omkringliggende økosystem, marine forhold, dyr

og mennesker. Ettersom Norge allerede er et ledende land innen CCS og har en bred kompetanse fra flere tiår med petroleumsvirksomhet, gjør at Norge har en omfattende kunnskap om CO₂-håndtering og de geologiske forholdene i formasjoner offshore. På grunnlag av dette er Norge godt posisjonert til å være en ledende CCS nasjon på veien mot et klimanøytralt samfunn med trygg fangst, frakt og lagring av CO₂.

9.2.6. Juridiske faktorer

Basert på denne avhandlingen er det usikkert om de juridiske rammene rundt fornybar energi bidrar til å bane vei for fornybare energiprojekter i Norge, eller om rammene fungerer som en barriere ved å være for tungvint og byråkratisk. Prinsippet rundt konsesjoner er enkelt: For å få innvilget søknaden må fordelene for samfunnet overveie ulempene. Det er viktig at alle energiprojekter går gjennom en tilstrekkelig vurdering i henhold til krav, implikasjoner og risikoer for å sikre miljøvern ved å beskytte sårbare naturomgivelser, økosystemer, arter og maritime miljøer. Derfor stilles det omfattende krav etter energiloven for søknad om konsesjon til utbygging, produksjon og transport av energi med risikovurdering for mulige konsekvenser. I tillegg må søknaden gjennom en konsesjonsbehandling som kan tilpasses underveis i søknadsprosessen. Tildeling av konsesjon vil variere fra prosjekt til prosjekt for blant annet definert innhold i prosjekter, vurdering av prosjektets fase og geografisk fokus. Konsesjonsprosessen kan virke som en flaskehals for fornybare energiutbygging ettersom det kan ta mange år før utbygger får tildelt rettskraftig konsesjon. Dette kan påføre utbygger økte kostnader og økt investeringsrisiko. Mange selskaper kan ikke håndtere så store innskudd over en lang periode. Mangelen på risikodeling mellom selskaper og den norske regjering kan forårsake foreløpig motvilje fra operatører og andre investorer i å investere og satse på fornybare prosjekter. En vanlig metode for å oppnå risikodeling er å bruke forsikringsselskaper og garantier. De fleste fornybare prosjektinvesteringer finansieres ofte med en kombinasjon av egenkapital, lånekapital og garantier. Med dagens teknologi, juridiske rammeverk og politikk vil fossile prosjekter ofte være mer gjennomførbare enn fornybare prosjekter. Garantier kan mulig bidra til å redusere finansieringskostnader på en forsvarlig måte som kan oppmuntre til økt investeringer, teknologiutvikling, energitilgang og akselerere overgangen til mer fornybar energi. For å redusere barrierene for en realistisk satsing og drift av fornybare prosjekter, bør konsesjonsprosessen effektiviseres i tillegg til å etablere en risikofordeling som kan oppmuntre til samarbeid mellom bedrifter, forsikringsselskaper og norske myndigheter.

9.3. Modellen

De neste kapitlene vil ta for seg tre ulike fremtidsscenarioer for Norges CO₂-utslipp og mengden CO₂-utslipp som må håndteres Norge kan møte på i 2050 for å nå netto nullutslipp. Scenario A tar for seg et scenario i 2050 for hvor mye CO₂ som må håndteres dersom Norge fortsetter sin virksomhet som før uten signifikant utvikling og implementering av fornybar energi i energisystemet. Scenario B tar for seg et scenario hvor Norge fjerner all CO₂ og har 100% fornybar energi i 2050. Scenario C omhandler er en middelvei for å fremstille en kombinasjon av Scenario A og Scenario B. Data fra Figur 7.6 med fordelingen av CO₂-utslipp til luft i Norge i 2018 vil bli brukt i de kommende delkapitlene. Total mengde utslipp i 2018 på 43,8 millioner tonn CO₂ hvorav 13,7 millioner tonn utslipp CO₂ er fra olje og gassutvinning og resterende 30,1 millioner tonn CO₂ fra andre sektorer gjennom forbruk. Prognoser for fremtidig produksjon av fossilt brensel er usikkert og vil være avhengig av tiltak, politikk og nye funn (NorskPetroleum, 2020b). Gjennom klimaprognoser som viser en fremtidig reduksjon av olje og gass og en økende global energietterspørsel etter petrokjemiske produkter vil det sannsynligvis være en økende etterspørsel av olje og gass som brukes i råvarer.

9.3.1. Scenario A

Scenario A tar for seg hvor mye CO₂ som må håndteres dersom Norge fortsetter sin virksomhet som før uten tilføyning av fornybar energi i energisystemet. CO₂-utslippene i Norge har økt fra 35,3 millioner tonn CO₂ i 1990 til 43,8 millioner tonn CO₂ i 2018 (SSB, 2019). For å finne vekstraten for CO₂-utslipp i Norge i perioden 1990 til 2018 (periode på 28 år) benyttes følgende formel:

$$35,3 \text{ Millioner tonn CO}_2 \text{ i 1990} * x^{28} = 43,8 \text{ Millioner tonn CO}_2 \text{ i 2018}$$

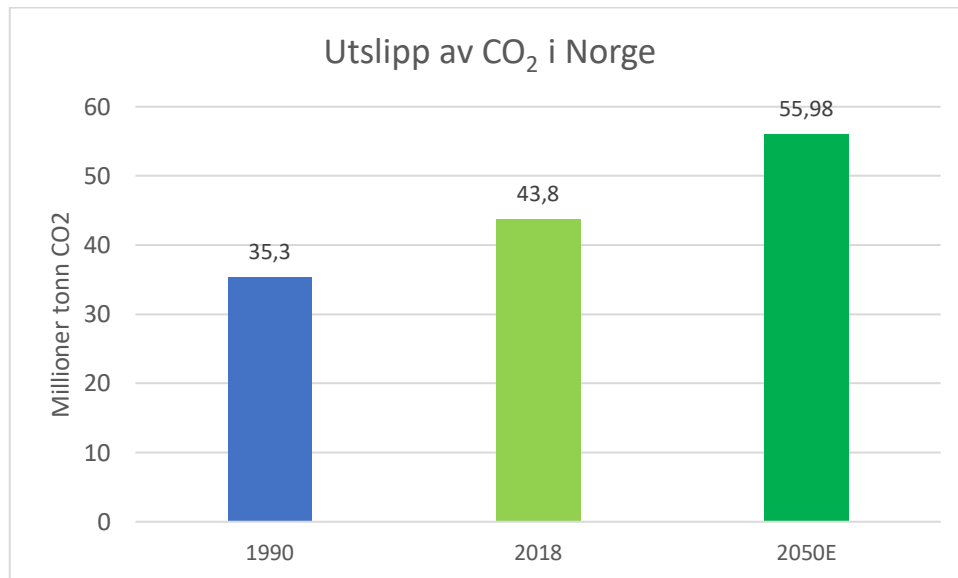
Ved å løse for x blir svaret for vekstrate:

$$x = \sqrt[28]{\frac{43,8 \text{ Millioner tonn CO}_2 \text{ i 2018}}{35,3 \text{ Millioner tonn CO}_2 \text{ i 1990}}} = 1,0077$$

Dersom man antar at utslippene av CO₂ fortsetter å øke med 0,77% de neste 32 årene frem til 2050 kan en beregning for CO₂-utslipp i 2050 i Norge gjøres følgende:

$$43,8 \text{ Millioner tonn CO}_2 * 1,0077^{32} = 55,98 \text{ Millioner tonn CO}_2$$

Ut ifra beregningene med antakelse om at utslippsraten for CO₂ holdes lik vil CO₂-utslippene i Norge øke til nærmere 56 millioner tonn CO₂ i 2050. Figur 9.2 illustrerer utviklingen av CO₂-utslipp i millioner tonn i 1990, 2018 og 2050E (estimert).



Figur 9.2 Utslipp av CO₂ 1990-2050E

Med en økning i utslipp til luft på 0.77% i året uten ytterligere fornybare energikilder er CO₂-håndtering en forutsetning for å oppnå netto nullutslipp i Norge i 2050 ved å fjerne rundt 56 millioner tonn CO₂ fra atmosfæren gjennom karbonfangs- og lagring i 2050. Dette utgjør en estimert økning i CO₂-utslipp på 27,6% i 2050 sammenlignet med utslipp i 2018. Fra kapittel 5.4.6 om karbonfangst vil et fullskalaprojekt for håndtering av CO₂ i Norge kunne lagre inntil 1,4 millioner tonn CO₂ per år. Det er tydelig at CCS alene ikke kan håndtere all CO₂-utslipp i 2050 med dagens teknologi for at Norge kan bli klimanøytral i 2050. Resultatet i scenario A vil med andre ord fungere som et «verst tenkelig»-scenario, da man ikke forventer en særlig forbedring i hverken teknologi eller politiske tiltak for CO₂-reduksjoner.

Denne estimeringen avviker fra SINTEF sin estimering som nevnt i kapittel 7.3.2, hvor dette resultatet differerer med rundt 14 millioner tonn CO₂ mindre sammenlignet med SINTEF sin estimering på om lag 70 millioner tonn CO₂ i 2050 (SINTEF, 2019c). SINTEF sin estimering kan anses som delvis mangelfullt da modellen ikke er direkte overførbar fra en global målestokk til en nedskalering til Norge.

9.3.2. Scenario B

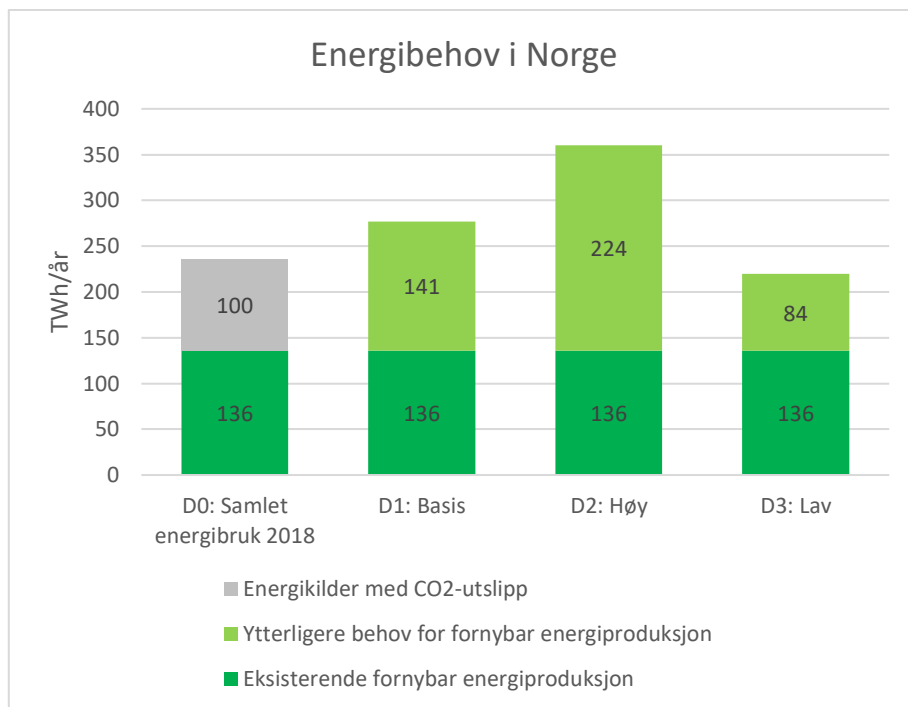
Scenario B omhandler at energisystemet i Norge vil bestå av fjerne energiproduksjon og forbruk som gir CO₂-utslipp ved å gjennomføre fornybare energikilder. I 2018 ble det forbrukt 136

TWh fra fornybare energikilder. Basert på det økende energibehovet, vil det være interessant å identifisere hvor mye mer fornybar energi må produseres for å dekke energibehovet i 2050. Det vil si at all energibruk som slipper ut CO₂ i Norge blir fjernet og erstattet med fornybare energikilder for å dekke energibehovet i 2050. Det forventes at befolkningen i Norge kommer til å passere 6 millioner innen 2050, noe som vil føre til økende energibehov. Selv om sluttbruken av energi har generelt holdt seg mellom 210 og 220 TWh kan man ikke automatisk anta at dette vil fortsette da det er usikkert om energieffektiviseringen øker likt som befolkningsveksten. Ved å se bort fra betydelig energieffektivisering vil energibruken i Norge øke frem mot 2050 som følge av befolkningsvekst og økende energibehov.

Videre antas det at dagens produksjon av fornybar energi på 136 TWh vil produsere lik mengde energi i 2050 da disse fornybare energiinstallasjonene trolig vil bli opprettholdt og ikke slutte å produsere innen den tid. Gjennom samarbeidet mellom NHH, UiO Institutt for Energiteknikk, SINTEF, NTNU og Høgskolen på Vestlandet og Vestlandsforskning, ble energibehovet i 2050 estimert til å være mellom 220 og 360TWh avhengig de tre etterspørselsscenariene:

- D1: Basis. Energibehov på rundt 277TWh
- D2: Høy. Energibehov på rundt 360 TWh
- D3: Lav. Energibehov på rundt 220 TWh

Figur 9.3 viser de tre ulike scenariene hvorav all energibruk som gir CO₂-utslipp er eliminert i tillegg til ytterligere fornybar energiproduksjon utover eksisterende for å dekke Norges energibehov i 2050.



Figur 9.3 Energibehovet i Norge i 2050 med 100% fornybar energi

9.3.2.1. Vindkraft

Vindkraftsystemet i Norge består av 833 vindturbiner fordelt på 42 vindkraftverk med en total gjennomsnittlig produksjon på 8,190 TWh (NVE, 2020f). Det er viktig å understreke at energiproduksjonen til en vindturbin avhenger av vindhastighet og vindturbinens effekt og dermed kan gi varierende mengde energi til ulike tidspunkt. Nyere vindturbiner produserer i tillegg mer kraft enn eldre vindturbiner. Det antas at fremtidige vindturbiner vil produsere med minst samme mengde kraft som en typisk vindmølle i 2019, som er 14GWh.

Dersom Norge stanser all energiproduksjon og forbruk som gir CO₂-utslipp vil det først og fremst kreve teknologi som gjør at energiproduksjon fra fornybare energikilder kan direkte erstatte fossilt brensel. Skal man beregne hvor mange flere vindmøller som må til for å produsere nok energi etter energibehovet i 2050 benyttes følgende formel:

$$\frac{\text{Ytterligere energibehov i 2050}}{\text{Energiprodusert per standard vindturbin i 2019}} = \text{Antall nye vindturbiner}$$

For de ulike scenariene vil det kreve følgende antall nye vindturbiner:

- D1: Basis: $\frac{141000 \text{ GWh}}{14 \text{ GWh}} = 10071 \text{ vindturbiner} = 335 \text{ vindturbiner i året} *$
- D2: Høy: $\frac{224000 \text{ GWh}}{14 \text{ GWh}} = 16000 \text{ vindturbiner} = 533 \text{ vindturbiner i året} *$
- D3: Lav: $\frac{84000 \text{ GWh}}{14 \text{ GWh}} = 6000 \text{ vindturbiner} = 200 \text{ vindturbiner i året} *$

* antall nye vindturbiner som må bygges i perioden 2020 til 2050

Dette betyr at antall vindmøller som må til for å gjøre Norge 100% fornybar vil avhenge av framtidsscenarier. Gitt scenariene D1, D2 og D3 og at strømproduksjon fra nye vindturbiner ikke blir eksportert, vil det henholdsvis kreve en minimumsproduksjon av 200, 335 eller 533 vindturbiner i året frem mot 2050. Til sammenligning ble det i 2019 ferdigstilt 237 vindturbiner i Norge. Dette betyr at dersom Norge opprettholder sin implementering av vindturbiner på samme nivå som 2019 frem til 2050, kan Norge klare å dekke all energibehovet dersom energietterspørselen blir som i scenario D3. Det vil derimot ikke være oppnåelig å dekke energibehovet for scenario D1 og D2 med en fortsettelse av vindkraftimplementering som det er i dag. Det vil i så fall kreve ytterligere investeringer og forbedring av vindkraftteknologi for å kunne dekke energibehovet i 2050.

9.3.2.2. Andre fornybare energikilder

Av andre fornybare energikilder er vannkraft og solkraft mest aktuelle for Norge i nærmeste fremtid. Fra rapporten «Solskinnslandet Norge: en reise mot 2050», ble det estimert at solkraft kan gi 20 TWh i 2050, gitt at energibruken øker og kostnadene for solkraft går ned med 75% sammenlignet med dagens kostnader. For vannkraft antas det en økning på 22 til 30 TWh dersom Norge gjennomfører opprustning og utvidelser av eksisterende vannkraftverk. Normal årsproduksjon fra vannkraftsystemet kan dermed øke fra dagens produksjonsnivå på 133.9 TWh til et produksjonsnivå mellom 155 TWh og 163.9 TWh. Hydrogenproduksjon er fremdeles en kostbar teknologi som ikke stiller seg konkurransedyktig i forhold til andre energiteknologier. I tillegg er det mangel på en helhetlig strategi for utvikling og bruk av hydrogen som energikilde i Norge. Så lenge det ikke eksisterer en tydelig hydrogenstrategi vil det være utfordrende for Norge å forske, utvikle og implementere hydrogenproduksjon som kan bidra til å kutte CO₂-utslipp.

Med dagens teknologi og utgangspunkt for både solkraft, vannkraft og hydrogen, vil energiproduksjonen fra disse energikildene ikke klare å dekke energibehovet i 2050 for hverken D1, D2 eller D3. Disse energikildene vil dermed trolig opptre som bidragsytere i en fremtidig fornybar energimiks.

9.3.3. Scenario C

Basert på funnene fra Scenario A, er det uoppnåelig for Norge å oppnå netto nullutslipp ved å fortsette sin virksomhet som før frem mot 2050 og for så å håndtere CO₂-utslippet med CCS. Scenario B viser at det er uoppnåelig å oppnå netto nullutslipp i 2050 ved å gå over til 100% fornybar energi med dagens teknologi, hvis energietterspørselen er høyere enn i dag. Dette er fordi dagens teknologi innen fornybar energi som vindkraft, solkraft og hydrogenproduksjon er for umoden og ikke kan produsere nok energi til å dekke det samlede energibehovet. Det samme gjelder CCS. Fortsatt er det for liten kapasitet til å fange og lagre tilstrekkelig mengde CO₂. Derfor må nye energiløsninger skapes, utvikles og iverksettes for at Norge skal kunne bli et netto nullutslipp samfunn i 2050. En klimapolitikk som oppmuntrer til samarbeid og som baner vei for tilskudd av økonomiske midler, insentiver og investeringer kan bidra til å akselerere utviklingen av nye bærekraftige og samfunnsøkonomiske fornybare energiløsninger.

Hvordan energimiksen i scenario C blir utformet er det ingen som vet i dag. Den kontinuerlige energiutviklingen viser at mer av den globale etterspørselen kan bli dekket av fornybare energikilder, som videre resulterer i at energisystemet blir mindre avhengig av kull og fossile energikilder. Dermed vil fornybar energi trolig ikke erstatte norsk olje og gass i løpet av de neste tiårene, men heller spille en viktig rolle i den fremtidige energimiksen sammen med fossilt brensel frem mot 2050.

Et scenario C må følge de globale energitrendene hvor det vil bli en gradvis nedgang i etterspørsel av fossile energikilder og en økning i etterspørselen for fornybar energi når kostandene for fornybar energi går ned og kapasiteten optimaliseres gjennom teknologisk utvikling. En viktig forutsetning for at Norge kan oppnå netto nullutslipp i 2050 er dermed at Norge får til et teknologisamarbeid som involverer politikk, næringsliv og ulike forskningsmiljø, nasjonalt og internasjonalt. På den måten er det mulig å iverksette innovasjon og utvikling av nye energiløsninger snarest for å redusere utslipp og fange større mengder CO₂-utslipp enn det som er oppnåelig med dagens teknologi. Dette vil kunne styrke og opprettholde Norges konkurransekraft i det globale energimarkedet. Samtidig vil Norge ikke risikere å havne bakpå den globale fornybare transformasjonen.

10. Konklusjon

Hensikten med denne avhandlingen har vært å undersøke om det er et potensial for at Norge kan oppnå netto nullutslipp i 2050. Funnene fra PESTEL analysen viser hvilke elementer som driver fornybar utvikling i Norge og hvilke elementer som skaper barrierer, som må løses for å kunne akselerere fremtidig utvikling og implementering av fornybar energi og energiløsninger.

Scenario A viser at det er uoppnåelig for Norge å bli netto nullutslipp ved å fortsette sin virksomhet frem mot 2050 med et økende energibehov og håndtere CO₂-utslippet med kun CCS. Fortsetter utviklingen slik den har gjort frem til i dag, vil mengden CO₂-utslipp fortsette å øke med 27,6% innen 2050. Dette vil også medføre at det blir en voksende mengde CO₂-utslipp som må fjernes jo senere arbeidet igangsettes. Scenario B viser at dagens teknologi innen vindkraft kan strekke til dersom energietterspørselen i 2050 er av lav karakter på 220 TWh. Ved en større energietterspørsel i 2050 vil hverken vindkraft, solkraft, vannkraft eller hydrogenproduksjon kunne dekke fremtidige energibehov alene, men heller opptre som bidragsyttere i den fremtidige energimiksen. Basert på scenarioene som er undersøkt må scenario C være mest aktuelt for å oppnå et null utslippssamfunn i Norge i 2050. Hvorvidt dette er mulig, vil være avhengig av de sentrale faktorene for en realistisk satsing på fornybar energiproduksjon og energiløsninger for CO₂-håndtering. Til tross for offentlig støtte og statlige subsidier relatert til fornybare energikilder og energiløsninger, begrenser den nåværende situasjonen mulighetene for teknologisk utvikling av nye energi løsninger. Dette fordi teknologi og økonomi ikke tillater bruk og kommersialisering på en tilstrekkelig måte.

Norske myndigheter må i samarbeid med norsk industri ta sine ambisjoner og videreføre dem til handling for å følge den globale bølgen innen fornybar teknologiutvikling. Den største barrieren for å kunne lykkes med dette er at utviklingen i samsvar med politikken ikke beveger seg raskt nok. Politikere bør derfor skape de riktige insentivene for å oppnå investeringer, teknologisk utvikling og implementering av fornybare energiteknologier og energiløsninger.

Det er tre hovedtiltak som må til for et fremtidig samfunn med netto nullutslipp i Norge i 2050:

1. Utvikling av Norges kompetanse, teknologi og løsninger som kan bidra til å fremskynde energiovergangen til et netto nullutslippssamfunn.
2. Økt energieffektivitet i synergi med fornybare energier for å redusere energibruken som videre kan redusere utslipp.
3. Økte investeringer og lønnsom vekst innen utvikling og implementering av fornybare energi løsninger.

11. Fremtidig arbeid

På grunn av den begrensede kunnskapen om utviklingen av fornybare energikilder og nye energi løsninger, er det behov for å studere andre faktorer som må inkluderes i vurderingen av hvordan Norge kan oppnå netto nullutslipp og eventuelt når dette er oppnåelig.

Eksporsten fra petroleumsnæringen til utenfor Norges grenser vil føre med seg store mengder utslipp av CO₂ i et globalt perspektiv. Det vil derfor være interessant å se nærmere på hvordan Norge virkelig kan være et netto nullutslippssamfunn ved å ta hensyn til olje og gassen som blir eksportert.

Corona-viruset (Covid-19) har skapt en global krise og unntakstilstander i verden. Energisektoren, prosjekter innen ulike næringer, transport, handel og økonomiske aktiviteter både nasjonalt og internasjonalt, er påvirket av denne krisen. Det vil dermed være interessant å studere data som kommer i etterkant av Covid-19 utbruddet i 2020 og se om dette har påvirket faktorene i PESTEL analysen. Et utgangspunkt kan være å få til et samarbeid mellom studenter, bedrifter og forskningsinstitutter som ønsker å forske videre på hvordan den globale unntakstilstanden i 2020 har påvirket utviklingen og ambisjonen rundt en fornybar satsning i Norge og internasjonalt. Dersom dette oppnås kan det bli mulig å bearbeide realistiske energiprognoser for Norge med nødvendige tiltak innen politikk, samfunn, næringer, juridisk og økonomi.

12. Referanser

- Aguirre, M., & Ibikunle, G. (2014). Determinants of renewable energy growth: A global sample analysis. *Energy Policy*, 69, 374-384. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421514001451>
- Andersen, G. (2019, 31.01.19). Valg av forskningsmetode. Retrieved from <https://ndla.no/subjects/subject:19/topic:1:195989/topic:1:195829/resource:1:56937>
- Andersen, J. O. (2019, 06.03.19). Sats på fornybar industri i Norge. Retrieved from <https://energiogklima.no/kommentar/sats-pa-fornybar-industri-i-norge/>
- Andersson, J. (2019, 08.06.19). How to de-escalate and resolve conflict in difficult conversations (about environmental issues). Retrieved from <https://medium.com/activate-the-future/this-article-is-republished-from-the-conversation-under-a-creative-commons-license-2f76b006811>
- Ashok, S. (2020, 21.03.20). Solar Energy. Retrieved from <https://www.britannica.com/science/solar-energy>
- Bardon, M. (2019, 22.01.19). Nordmenn er informert, men ikke alarmert om klimaendringer. Retrieved from <https://forskning.no/klima-partner-universitetet-i-bergen/nordmenn-er-informert-men-ikke-alarmert-om-klimaendringer/1282183>
- Bjartnes, A. (2017, 07.11.17). Klimarisiko: Hva betyr det for olje og gass? Retrieved from <https://energiogklima.no/kommentar/klimarisiko-hva-betyr-det-for-olje-og-gass/>
- Bjartnes, A. (2019a, 04.04.19). Sol- og vindkraft. Før: Dyrt og subsidiert. Nå: Lønnsomt og billig. Retrieved from <https://energiogklima.no/blogg/sol-og-vindkraft-for-dyrt-og-subsidiert-na-lonnsomt-og-billig/>
- Bjartnes, A. (2019b, 22.08.19). Svaret på klimakrisen er samarbeid – ikke alenegang. Retrieved from <https://energiogklima.no/kommentar/svaret-pa-klimakrisen-er-samarbeid-ikke-alenegang/>
- Carrington, D. (2020, 06.04.20). New renewable energy capacity hit record levels in 2019. Retrieved from <https://www.theguardian.com/environment/2020/apr/06/new-renewable-energy-capacity-hit-record-levels-in-2019>
- CCSnorway. (2019, 11.05.20). Ambisiøse mål. Retrieved from <https://ccsnorway.com/no/ambisiøse-mal/>
- COWI. (2019). Ikke mulig å nå CO2-mål uten karbonfangst. Retrieved from <https://www.cowi.no/om-cowi/nyheter-og-presse/klimabergeren-karbonfangst>
- DN. (2019, 14.08.19). Vindkraftkommunene tjener mye mindre penger enn vannkraftkommunene. Retrieved from <https://www.dn.no/vindkraftkommunene-tjener-mye-mindre-penger-enn-vannkraftkommunene/2-1-654546>
- DN. (2020, 03.06.20). Hydrogenstrategi får kritikk- En tapt mulighet for Norge. Retrieved from <https://www.dn.no/energi/norge/tina-bru/sveinung-rotevatn/hydrogenstrategi-far-kritikk-en-tapt-mulighet-for-norge/2-1-818893>
- DNVGL. (2019). *Produksjon og bruk av hydrogen i Norge* (2019-0039, Rev 1). Retrieved from <https://www.regjeringen.no/contentassets/0762c0682ad04e6abd66a9555e7468df/hydrogen-i-norge---synteserapport.pdf>
- Dreamstime. (2020). Generation energy types power plant icons vector renewable alternative solar wave illustration. Retrieved from <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-generation-energy-types-power-plant-icons-vector-renewable-alternative-solar-wave-illustration-set-tidal-wind-geothermal-image91480845>

- Edmond, C. (2019, 22.05.19). The world invested almost \$2 trillion in energy last year. These 3 charts show where it went. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2019/05/the-world-invested-almost-2-trillion-in-energy-last-year-these-3-charts-show-where-it-went/>
- Energi21. (2020). Realisering av Energi21 strategien. Retrieved from <https://www.energi21.no/Strategien/realisering-av-energi21-strategien/>
- EnergiNorge. (2019, 01.08.19). Veien til et fornybart og fullelektrisk Norge. Retrieved from <https://www.energinorge.no/contentassets/c9e057a244fe4e52bde0a92b210ac024/energi-norge---veien-til-et-fornybart-og-fullelektrisk-norge.pdf>
- EnergiNorge. (2020, 06.01.20). Vil elektrifisere norsk sokkel. Retrieved from <https://www.energinorge.no/fagomrader/energibruk-og-klima/nyheter/2020/vil-elektrifisere-norsk-sokkel/>
- Enerwe. (2017, 06.10.17). Disse strømprisene må sol-, vind- og vannkraft ha for å gå i pluss. Retrieved from <https://enerwe.no/disse-stromprisene-ma-sol--vind--og-vannkraft-ha-for-a-ga-i-pluss/149228>
- Equinor. (2019). Energy Perspectives 2019 Long-term macro and market outlook. Retrieved from <https://www.equinor.com/content/dam/statoil/documents/energy-perspectives/Energy%20Perspectives%202019%20report.pdf>
- Equinor. (2020a, 07.01.20). Equinor med ambisjon om å kutte utslippene i Norge til nær null i 2050. Retrieved from <https://www.equinor.com/no/news/2020-01-06-climate-ambitions-norway.html>
- Equinor. (2020b). Fornybar energi og lavkarbonløsninger - Vi er alltid på leting etter morgendagens energi. Nå tar vi også grep for å beskytte morgendagens klima. . Retrieved from <https://www.equinor.com/no/what-we-do/renewables.html>
- Equinor. (2020c, 08.04.20). Hywind Tampen godkjent av myndighetene. Retrieved from <https://www.equinor.com/no/news/2020-04-08-hywind-tampen-approved.html>
- Equinor. (2020d). Hywind Tampen: verdens første fornybare kraftkilde for olje- og gassvirksomhet til havs. Retrieved from <https://www.equinor.com/no/what-we-do/hywind-tampen.html>
- Equinor. (2020e). Karbonfangst, -utnyttelse og -lagring (CCS og CCUS):. Retrieved from <https://www.equinor.com/no/what-we-do/carbon-capture-and-storage.html>
- EU. (2020, 27.05.20). EU strategy on energy system integration. Retrieved from https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-system-integration/eu-strategy-energy-system-integration_en
- ExxonMobil. (2019, 28.08.19). Outlook for Energy: A perspective to 2040. Retrieved from <https://corporate.exxonmobil.com/Energy-and-environment/Looking-forward/Outlook-for-Energy/Outlook-for-Energy-A-perspective-to-2040#TheDualChallenge>
- Figved, S., Borge, L., Kleppe, K. A., & Hermansen, C. R. (2019, 14.08.20). Professor: – Kommunene sitter igjen med knapper og glansbilder. Retrieved from <https://www.tv2.no/a/10768764/>
- Fjeld, I. E., & Vissgren, J. (2019, 28.05.19). Ingen hadde regnet ut hvor mye urørt natur vindkraften vil ta. Retrieved from <https://www.nrk.no/norge/ingen-hadde-regnet-ut-hvor-mye-urort-natur-vindkraften-vil-ta-1.14541198>
- FN. (2019, 03.12.19). Befolkning, migrasjon og urbanisering. Retrieved from <https://www.fn.no/Tema/Fattigdom/Befolkning>

- FN. (2020, 20.02.20). Parisavtalen. Retrieved from <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/Miljoe-og-klima/Parisavtalen>
- Folkestad, S. (2018, 09.11.18). Forskere: Lokalsamfunn tjener lite på vindkraft. Retrieved from <https://forskning.no/norges-handelshoyskole-okonomi-alternativ-energi/forskere-lokalsamfunn-tjener-lite-pa-vindkraft/1257077>
- Freiberg, K.-B. (2019, 05.04.19). En kraftfull fremtid. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/en-kraftfull-fremtid/id2640433/>
- Frisvold, P. (2019, 12.06.19). Eus klimamål for 2050: Hva betyr de for Norge? Retrieved from <https://energiogklima.no/blogg/eus-klimamal-2050-hva-betyr-de-for-norge/>
- Gabriel, D. (2013, 17.03.13). Inductive and deductive approaches to research. Retrieved from <https://deborahgabriel.com/2013/03/17/inductive-and-deductive-approaches-to-research/#:~:text=The%20main%20difference%20between%20inductive,theory%20e%20merging%20from%20the%20data.&text=The%20aim%20is%20to%20generate%20a%20new%20theory%20based%20on%20the%20data.>
- Gasnor. (2020). Noen typiske data for energibærere. Retrieved from <https://gasnor.no/naturgass/typiske-data-energi/>
- GCI. (2019). Global status of CCS 2019 - Targeting climate change. Retrieved from https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2019/12/GCC_GLOBAL_STATUS_REPORT_2019.pdf
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N., & Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24, 38-50. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X19300082>
- Granstrøm, S. H. B., & Brun, M. (2019). *Assessment of Norway's potential for a new CCS industry*. UiS, Retrieved from https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/2627655/Granstroem_Svein%20og%20Brun_Magnus.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Grønmo, S. (2020a, 10.01.20). Kvalitativ metode. Retrieved from https://snl.no/kvalitativ_metode
- Grønmo, S. (2020b, 16.04.20). Kvantitativ metode Retrieved from https://snl.no/kvantitativ_metode
- Gundersen, T. (2017, 22.03.17). Søviknes: - Oljen tilsvarer over 200 000 vindmøller. Retrieved from <https://www.ge.no/geavisa/soviknes-oljen-tilsvarer-200-000-vindmoller>
- Hagem, C., & Bjertnæs, G. H. (2016). Makroøkonomiske drivere for utviklingen i energiforbruket. Retrieved from <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/attachment/263405?ts=154297e4a18>
- Hardy, B. (2018, 11.10.18). CCS Required in IPCC's Scenarios to Keep to 1.5 Degrees Celcius Retrieved from <https://ccsknowledge.com/blog/ccs-required-in-ipccs-scenarios-to-keep-to-15-degrees-celcius>
- Hofstad, K. (2019, 15.04.19). Solenergi. Retrieved from <https://snl.no/solenergi>
- Hovland, K. M. (2020, 08.03.20). Skal bruke milliarder på vind og sol: Vil skje i løpet av 2020. Retrieved from <https://e24.no/boers-og-finans/i/AdMldA/skal-bruke-milliarder-paa-vind-og-sol-vil-skje-i-loepet-av-2020>
- IEA. (2015, 30.06.15). Technology Roadmap Hydrogen and Fuel Cells. Retrieved from [http://ieahydrogen.org/pdfs/TechnologyRoadmapHydrogenandFuelCells-\(1\).aspx](http://ieahydrogen.org/pdfs/TechnologyRoadmapHydrogenandFuelCells-(1).aspx)
- IEA. (2019a, 25.10.19). Offshore Wind Outlook 2019. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/offshore-wind-outlook-2019>

- IEA. (2019b, 14.05.19). World Energy Investment 2019. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2019>
- IEA. (2020, 30.04.20). Global Energy Review 2019. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2019/renewables#abstract>
- IPCC. (1990a, 01.06.92). Climate Change. Retrieved from https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_full_report.pdf
- IPCC. (1990b, 01.06.92). Overview. Retrieved from https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_overview.pdf
- IPCC. (1995). IPCC Second Assessment Climate Change. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/2nd-assessment-en-1.pdf>
- IPCC. (2001). Climate Change 2001 Synthesis Report. Retrieved from https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_TAR_full_report.pdf
- IPCC. (2018a, 2015). Special report: Global warming of 1.5 °C
Ch. 2 Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development.
Retrieved from <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-2/>
- IPCC. (2018b). Special Report: Global warming of 1.5°C
Ch.1 Framing and Context. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1/>
- IPCC. (2018c). Summary for Policymakers. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>
- IPCC. (2020a). About the IPCC. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/about/>
- IPCC. (2020b). Figure SPM.3a. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/spm-c/spm3a/>
- IPCC. (2020c). Graphics. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/sr15/graphics/>
- IRENA. (2017a). Perspectives for the Energy Transition Investment Needs for a Low-Carbon Energy System. Retrieved from <https://www.irena.org/publications/2017/Mar/Perspectives-for-the-energy-transition-Investment-needs-for-a-low-carbon-energy-system>
- IRENA. (2017b, 08.17). Synergies between renewable energy and energy efficiency. Retrieved from <https://www.irena.org/publications/2017/Aug/Synergies-between-renewable-energy-and-energy-efficiency>
- IRENA. (2018a). Hydrogen from Renewable Power Technology Outlook for the Energy Transition. Retrieved from <https://irena.org/publications/2018/Sep/Hydrogen-from-renewable-power>
- IRENA. (2018b, 04.04.18). Renewable energy policies in a time of transition Retrieved from https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_IEA_REN21_Policies_2018.pdf
- IRENA. (2019). Transforming the energy system. Retrieved from https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Transforming_the_energy_system_2019.pdf
- IRENA. (2020a). Climate change. Retrieved from <https://www.irena.org/climatechange>
- IRENA. (2020b). Policies. Retrieved from <https://www.irena.org/policy>
- IRENA. (2020c). Wind Energy. Retrieved from <https://www.irena.org/wind>

- Korpås, M. (2019, 08.08.19). Hvorfor bry oss med å bygge ut vindkraft i Norge? Retrieved from <https://energiogklima.no/kommentar/hvorfor-bry-oss-med-a-bygge-ut-vindkraft-i-norge/>
- Krekling, D. V., & Fjeld, I. E. (2020, 10.06.20). LO, NHO og Oslo kommune i strupen på olje- og energiministeren. Retrieved from https://www.nrk.no/klima/lo_nho-og-oslo-kommune-i-strupen-pa-olje--og-energiministeren-1.15048634
- Lia, L. (2019, 10.05.19). Vindmøller overflødig om vi fornyer vannkraften. Retrieved from <https://www.dn.no/innlegg/energi/vindkraft/fornybar-energi/vindmoller-overflodig-om-vi-fornyer-vannkraften/2-1-600733>
- Lovdata. (1990, 01.11.19). Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven). Retrieved from <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1990-06-29-50?q=energiloven>
- Lovdata. (2017, 16.06.17). Lov om klimamål. Retrieved from <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-60>
- Marczyk, G., & DeMatteo, D. (2005). *Essentials of research design and methodology*: John Wiley & Sons.
- May, N., & Nilsen, Ø. A. (2015). The Local Economic Impact of Wind Power Deployment. *NHH Dept. of Economics Discussion Paper*(9). Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2605893
- Miljøstatus. (2019, 15.11.19). Norske utslipp av klimagasser. Retrieved from <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/>
- Mjønerud, I. (2019, 19.11.19). Olje og gass- fortsatt store energikilder. Retrieved from <https://xn--strm-ira.no/olje-gass-str%C3%B8m-energikilde>
- Multiconsult. (2019, 16.03.19). Solkraft i Norge: Økte med 29 prosent på ett år. Retrieved from <https://www.multiconsult.no/solkraft-i-norge-okte-med-29-prosent-pa-ett-ar/>
- NASA. (2020a, 30.04.20). The Effects of Climate Change Retrieved from <https://climate.nasa.gov/effects/>
- NASA. (2020b, 30.04.20). Facts. Retrieved from <https://climate.nasa.gov/evidence/>
- Naturfilmkanalen. (2020, 23.05.20). Møller og makt Retrieved from <http://www.naturfilmkanalen.no/2020/05/23/se-okonomibloffen-folk-blir-lurt-til-a-betale-naturodeleggelser-over-hele-norge/>
- NaturgassNord. (2020, NA). Litt om naturgass. Retrieved from <https://www.naturgassnord.no/litt-om-naturgass/>
- NHO. (2018, 17.07.18). Energi og klima. Retrieved from <https://www.nho.no/publikasjoner/p/naringslivets-perspektivmelding/energi-og-klima/>
- Norskoljeoggass. (2019, 10.09.19). 2019 Miljørapport. Retrieved from <https://www.norskoljeoggass.no/contentassets/172447a918d14f13aee01614037954b7/norog-miljorapport19-orig.pdf>
- NorskPetroleum. (2020a, 04.05.20). Eksport av olje og gass. Retrieved from <https://www.norskpetroleum.no/produksjon-og-eksport/eksport-av-olje-og-gass/#samlet-eksport>
- NorskPetroleum. (2020b, 12.05.20). Produksjonsprognoser. Retrieved from <https://www.norskpetroleum.no/produksjon-og-eksport/produksjonsprognoser/#produksjonsprognoser>
- NorthernLights. (2020, 05.03.20). NorthernLights. Retrieved from <https://northernlightscs.com/en/about>

- Norum, H. (2020, 22.04.20). Tror koronaviruset kan styrke fornybar energi. Retrieved from <https://www.nrk.no/norge/tror-fornybar-energi-vil-styrkes-av-koronapandemien-1.14983230>
- NRK. (2020, 07.03.20). Obamas energirådgiver tror norsk oljekutt får liten klimaeffekt. Retrieved from <https://www.nrk.no/norge/obamas-energiradgiver-jason-bordoff-tviler-pa-klimaeffekten-av-norsk-oljekutt-1.14930820>
- NVE. (2015, 11.06.2015). Kostnader i energisektoren. Retrieved from http://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_02a.pdf
- NVE. (2019a, 08.11.19). Dokumentasjon for kostnader i energisektoren Retrieved from <https://www.nve.no/energiforsyning/energiforsyningsdata/dokumentasjon-for-kostnader-i-energiesektoren/>
- NVE. (2019b, 25.09.19). Klima, nå og i framtiden. Retrieved from <https://www.nve.no/klima/klima-na-og-i-framtiden/?ref=mainmenu>
- NVE. (2019c, 23.04.19). Konesjonsbehandling av vindkraftutbygging Retrieved from <https://www.nve.no/konesjonssaker/konesjonsbehandling-av-vindkraftutbygging/>
- NVE. (2019d, 01.11.19). Kraftproduksjon fra vindturbiner. Retrieved from <https://www.nve.no/energiforsyning/kraftproduksjon/vindkraft/kraftproduksjon-fra-vindturbiner/>
- NVE. (2019e, 21.10.20). Mer ambisiøs klimapolitikk påvirker norske kraftpriser Retrieved from <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/mer-ambisios-klimapolitikk-pavirker-norske-kraftpriser/>
- NVE. (2019f, 01.11.19). Nasjonal varedeklarasjon 2018. Retrieved from <https://www.nve.no/energiforsyning/varedeklarasjon/nasjonal-varedeklarasjon-2018/>
- NVE. (2019g, 23.04.19). Om konesjon. Retrieved from <https://www.nve.no/konesjonssaker/om-konesjon/?ref=mainmenu>
- NVE. (2019h, 15.08.19). Områdekonesjon Retrieved from <https://www.nve.no/konesjonssaker/konesjonsbehandling-av-nettanlegg/omradekonesjon/>
- NVE. (2019i, 04.11.19). Samlet energibruk. Retrieved from <https://www.nve.no/energibruk-effektivisering-og-teknologier/energibruk/samlet-energibruk/?ref=mainmenu>
- NVE. (2020a, 08.03.20). Eierskap i norsk vann- og vindkraft. Retrieved from <https://www.nve.no/energiforsyning/kraftmarkedsdata-og-analyser/eierskap-i-norsk-vann-og-vindkraft/?ref=mainmenu>
- NVE. (2020b, 22.04.20). Konesjonsvilkår. Retrieved from <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/omsetningskonesjon/konesjonsvilkar/>
- NVE. (2020c, 30.04.20). Kraftproduksjon. Retrieved from <https://www.nve.no/energiforsyning/kraftproduksjon/?ref=mainmenu>
- NVE. (2020d, 03.06.20). Solkraft. Retrieved from <https://www.nve.no/energiforsyning/kraftproduksjon/solkraft/?ref=mainmenu>
- NVE. (2020e, 03.04.20). Vannkraft. Retrieved from <https://www.nve.no/energiforsyning/vannkraft/>
- NVE. (2020f). Vindkraftdata. Retrieved from <https://www.nve.no/energiforsyning/kraftproduksjon/vindkraft/vindkraftdata/>. Retrieved 24.05.20
- OED. (2019a, 04.01.19). Det juridiske rammeverket. Retrieved from <https://energifaktanorge.no/regulering-av-energiesektoren/det-juridiske-rammeverket/>

- OED. (2019b, 03.01.19). Kraftproduksjon. Retrieved from <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftforsyningen/>
- OED. (2019c, 07.10.19). Petroleumsskatt. Retrieved from <https://www.norskpetroleum.no/okonomi/petroleumsskatt/>
- OED. (2019d, 03.01.19). Skattelegging av kraftsektoren. Retrieved from <https://energifaktanorge.no/regulering-av-energisektoren/skattlegging-av-kraftsektoren/>
- OED. (2019e). Statsbudsjettet 2019. Retrieved from <https://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2019/Dokumenter1/Fagdepartementenes-proposisjoner/Olje-og-energidepartementet-OED/Prop-1-S-/Del-3-Omtale-av-sarskilde-tema-/10-Omtale-av-klima--og-miljorelevante-saker--/>
- OED. (2019f, 04.01.19). Utviklingen i energibruken. Retrieved from <https://energifaktanorge.no/norsk-energibruk/utviklingen-i-energibruken/>
- Olsson, S. V. (2020, 28.01.20). Energirapport: Havvind kan dekke 18 ganger verdens strømbehov. Retrieved from <https://www.nrk.no/norge/energirapport-havvind-kan-dekke-18-ganger-verdens-strombehov-1.14871761>
- Pedersen, O. P. (2019, 17.09.19). Massiv motstand mot vindkraft: kun 5 av 101 kommuner sier ja. Retrieved from <https://www.tu.no/artikler/massiv-motstand-mot-vindkraft-kun-5-av-101-kommuner-sier-ja/474164>
- Persson, C. P. (2018, 09.04.18). Kan kjernekraft redde verden? Retrieved from <https://forskning.no/ny-alternativ-energi-atombombe/kan-kjernekraft-redde-verden/276700>
- Regjeringen. (2014a, 13.10.14). Energi21 – Nasjonal strategi for forskning og utvikling av ny energiteknologi. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/energi-og-petroleumsforskning/energi-21--nasjonal-fou-strategi-for-ene/id439532/>
- Regjeringen. (2014b, 08.12.14). Fornybar energiproduksjon i Norge. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/fornybar-energi/fornybar-energi-produksjon-i-norge/id2343462/>
- Regjeringen. (2014c, 12.12.14). Konesjonsbehandling. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/fornybar-energi/konesjonsbehandling/id2350746/>
- Regjeringen. (2018, 03.05.18). Rekordmye gass til Europa. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/olje-og-gass/rekordmye-norsk-gass-til-europa/id2600049/>
- Regjeringen. (2019a, 23.10.19). Co2-håndtering i Norge. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/co2-handtering/co2-handtering/id2601471/>
- Regjeringen. (2019b, 26.06.19). De ti viktigste klimatiltakene som regjeringen har gjennomført. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/de-ti-viktigste-klimatiltakene-som-regjeringen-har-gjennomfort/id2661948/>
- Regjeringen. (2019c, 25.07.19). Fornybar energi og miljøforvaltningen. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/naturmangfold/innsiktsartikler-naturmangfold/fornybar-energi-produksjon-i-norge/id2076808/>
- Regjeringen. (2019d, 17.01.19). Granavolden-plattformen. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/politisk-plattform/id2626036/>

- Regjeringen. (2019e, 25.10.19). Norges klimaavtale med EU vedtatt. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/norges-klimaavtale-med-eu-vedtatt/id2675266/>
- Regjeringen. (2019f, 20.03.19). Norsk oljehistorie på 5 minutter. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/olje-og-gass/norsk-oljehistorie-pa-5-minutter/id440538/>
- Regjeringen. (2019g, 30.09.19). Skattelegging av vannkraftverk. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/contentassets/48c20fac986743ab9e91649d5fec645a/nu-2019-16-skattlegging-av-vannkraftverk-2172316.pdf>
- Regjeringen. (2020a, 13.03.20). Klimaendringer og norsk klimapolitikk. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/>
- Regjeringen. (2020b, 15.05.20). Viktig milepæl i lagringsprosjektet for CO₂. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/viktig-milepal-i-lagringsprosjektet-for-co2/id2702852/>
- REN21. (2019). Renewables 2019 Global Status Report. Retrieved from https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_01/chapter_01/
- Shell. (2016). Carbon Capture and Storage. Retrieved from <https://reports.shell.com/sustainability-report/2016/energy-transition/our-work-to-address-climate-change/carbon-capture-and-storage.html>
- SINTEF. (2016, 25.05.16). Hydrogen verdikjeder og potensial. Retrieved from https://www.sintef.no/contentassets/cd105affc9d64e09a7b6e822203c5b0d/underlag_snotat_hydrogen_sintef.pdf
- SINTEF. (2019a, 10.10.19). Dette må du vite om karbonfangst og lagring av CO₂. Retrieved from <https://www.sintef.no/siste-nytt/dette-ma-du-vite-om-ccs-karbonfangst-og-lagring/>
- SINTEF. (2019b, 28.08.19). Kan få mye mer vannkraft – og bedre miljø. Retrieved from <https://www.sintef.no/siste-nytt/kan-fa-mye-mer-vannkraft-og-bedre-miljo/>
- SINTEF. (2019c, 30.10.19). Veikart for fremtidens næringsliv. Retrieved from https://www.nho.no/contentassets/998441bd312b471e964a6d9ea022afe8/sintef-rapport-2019_01139_energi-og-industri.pdf
- SINTEF. (2020, 04.02.20). Ny NHO-rapport: Klimaforpliktelser gir Norge konkurransekraft. Retrieved from <https://www.sintef.no/siste-nytt/ny-nho-rapport-klimaforpliktelser-gir-norge-konkurransekraft/>
- SNL. (2019, 24.09.19). Forskningsmetoder i psykologien. Retrieved from https://snl.no/forskningsmetoder_i_psykologien
- SSB. (2019, 17.01.20). Utslipp til luft, 1990-2018. Retrieved from <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn/aar/2019-11-01?fane=om#content>
- SSB. (2020, 03.06.20). Befolkningsframskrivninger. Retrieved from <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkfram/aar>
- Størset, S. Ø., Tangen, G., Berstad, D., Eliasson, P., Hoff, K. A., Langørgen, Ø., . . . Torsæter, M. (2019). Profiting from CCS innovations: A study to measure potential value creation from CCS research and development. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 83, 208-215. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750583618307801>
- Størset, S. Ø., Tangen, G., Wolfgang, O., & Sand, G. (2018). *Industrielle muligheter og arbeidsplasser ved CO₂*

- håndtering i Norge (2018:0450). Retrieved from NHO:
<https://www.nho.no/contentassets/e41282b08ceb49f18b63d0f4cc9c5270/industriell-e-muligheter-og-arbeidsplasser-ved-storskala-co2-handtering-i-norge.pdf>
- Sundbye, L. M. T. (2017, 11.10.17). Primære og sekundære datakilder. Retrieved from
<https://ndla.no/subjects/subject:7/topic:1:183191/topic:1:105795/resource:1:93370>
- Thronsen, W., Rosenberg, E., Skjølvold, T. M., Sørheim, R., & Kari Aamodt Espegren. (2019). Solskinnslandet Norge: en reise mot 2050. Retrieved from
<https://www.ntnu.no/documents/7414984/1281984692/2019-05-Solskinnslandet-rapportweb.pdf/598aae83-9118-408b-a37b-c8cbab2c73e7>
- Tollaksen, T. G., Ryggvik, H., & Smith-Solbakken, M. (2020, 03.05.20). Equinor. Retrieved from
<https://snl.no/Equinor>
- York, R., & Bell, S. E. (2019). Energy transitions or additions?: Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy. *Energy Research & Social Science*, 51, 40-43. Retrieved from [https://www.sciencedirect-com.ezproxy.uis.no/science/article/pii/S2214629618312246](https://www.sciencedirect.com.ezproxy.uis.no/science/article/pii/S2214629618312246)
- Zohrabi, M. (2013). Mixed Method Research: Instruments, Validity, Reliability and Reporting Findings. *Theory & practice in language studies*, 3(2). Retrieved from https://search-proquest-com.ezproxy.uis.no/docview/1330861295?rfr_id=info%3Axri%2Fsid%3Aprimo
- Øvrebø, O. A. (2019, 10.09.20). Grønne investeringer. Retrieved from
<https://energiogklima.no/klimavakten/fornybarinvesteringer/>
- Øvrebø, O. A. (2020a, 16.01.20). En varmene klode. Retrieved from
<https://energiogklima.no/klimavakten/global-temperatur/>
- Øvrebø, O. A. (2020b, 15.03.20). Paris-avtalen i fulltekst. Retrieved from
<https://energiogklima.no/nyhet/paris-avtalen-i-fulltekst/>