



Handelshøyskolen BI

BTH 16131 Bacheloroppgave - Anvendt makroøkonomi

Bachelor thesis 100% - B

Predefinert informasjon

Startdato:	10-01-2022 09:00	Termin:	202210
Sluttdato:	03-06-2022 12:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	D		
Flowkode:	202210 10733 IN03 B D		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Navn: Sara Solbakk Kurås

Informasjon fra deltaker

Tittel *: Hvordan bidrar utdanning til bærekraftig økonomisk vekst?

Navn på veileder *: Ivar Gaasland

Inneholder besvarelsen konfidensielt materiale?: Nei
Kan besvarelsen offentliggjøres?: Ja

Gruppe

Gruppenavn: (Anonymisert)
Gruppenummer: 11
Andre medlemmer i gruppen: Deltakeren har innlevert i en enkeltmannsgruppe

Bacheloroppgave ved Handelshøyskolen BI

BTH16131 – Anvendt makroøkonomi

*«Hvordan bidrar utdanning til bærekraftig
økonomisk vekst?»*

Utleveringsdato:

10.01.2022

Innleveringsdato:

03.06.2022

Studiested:

Handelshøyskolen BI Bergen

*"Denne oppgaven er gjennomført som en del av studiet ved Handelshøyskolen BI.
Dette innebærer ikke at Handelshøyskolen BI går god for de metoder som er
anvendt, de resultater som er fremkommet, eller de konklusjoner som er trukket."*

Forord

Denne fordypningsoppgaven i anvendt makroøkonomi er skrevet som en avsluttende oppgave på bachelorstudiet i økonomi og administrasjon ved Handelshøyskolen BI i Bergen.

Arbeidet med oppgaven har vært omfattende, tidskrevende og til tider svært utfordrende. Gjennom systematisk arbeid gjennom hele semesteret har jeg hatt muligheten til å stadig tilegne meg ny kunnskap, og revidere oppgaven underveis. Jeg sitter igjen med et stort læringsutbytte ved denne oppgaven, og et stykke arbeid jeg er stolt av.

Jeg har underveis i arbeidet med oppgaven lest mye om tematikken og satt meg inn i en rekke ulike studier. Oppgavens tematikk er ikke dekket i pensum, og hovedkildene mine til kunnskap er NOU – Norges offentlige utredninger, Perspektivmeldingen 2021, Statistisk sentralbyrå, samt pensumboken Moderne Makroøkonomi – det finnes en fullstendig oversikt i litteraturlisten. Jeg har reflektert kritisk over stoffet og forsøkt å skrive en oppgave med stor grad av vitenskapelig belegg.

Jeg ønsker å rette en stor takk til min veileder, Ivar Gaasland. Takk for interessen du har vist for min oppgave, god oppfølging, konstruktiv kritikk og gode innspill. Det har vært til stor hjelp.

Arbeidet med oppgaven har vært spennende og lærerikt, og jeg håper at du som leser finner det like interessant som meg.

Innholdsfortegnelse

FORORD	I
INNHOLDSFORTEGNELSE	II
SAMMENDRAG	IV
1. INTRODUKSJON	1
1.1. NORGE I DAG	1
1.1.1. <i>Humankapital</i>	2
1.1.2. <i>Utdanning</i>	2
1.2. VED ET VENDEPUNKT	5
1.2.1. <i>Produktivitetsveksten</i>	5
1.2.2. <i>Petroleumsnæringen</i>	5
1.2.3. <i>Det grønne skiftet</i>	6
1.2.4. <i>Voksende verdensbefolkning og økende energibehov</i>	7
1.3. POTENSIALET	8
1.4. VEIEN VIDERE I OPPGAVEN	9
2. TEORIGRUNNLAGET	9
2.1. ØKONOMISK VEKST	10
2.2. PRODUKTFUNKSJONEN OG VEKSTREGNSKAP	10
2.2.1 <i>Produktfunksjon og vekstregnskap med humankapital</i>	11
2.3. SOLOW- MODELLEN	12
2.3.1. <i>Utvidet Solow- modell med inkludering av en humankapitalvariabel</i>	13
2.3.2. <i>Kritikk mot Solow-modellen</i>	17
2.4. ENDOGEN VEKSTTEORI	18
2.4.1. <i>Lucasmodellen</i>	19
2.4.2. <i>Nelson-Phelps og Romers vekstmodeller</i>	20
3. SITUASJONSBEKRIVELSE	22
3.1. PRODUKTIVITET	22
3.1.1. <i>Måling av produktivitet</i>	23
3.2. ARBEIDSKRAFT	24
3.3. REALKAPITAL.....	25
3.4. TFP	26
3.5. HUMANKAPITAL.....	28
3.6. UTDANNING.....	28
4. FRA RESSURSØKONOMI TIL KUNNSKAPSØKONOMI	30

4.1.	GRØNN FREMTID	31
4.2.	TEKNOLOGIADOPSJON	32
4.3.	OLJETEKNOLOGI FOR GRØNT SKIFTE	32
4.4.	FREMTIDIGE GRØNNE VERDISKAPNINGSMULIGHETER	33
4.4.1.	<i>Fornybarnæringen</i>	34
4.4.2.	<i>Havvind, CO₂ håndtering og hydrogen</i>	35
4.4.3.	<i>Elektrifisering av olje og gassproduksjon</i>	37
5.	KUNNSKAP I SENTRUM FOR FREMTIDEN	37
5.1.	UTDANNING	38
5.2.	FoU	40
6.	AVSLUTTENDE ORD	41
7.	REFERANSELISTE	42
8.	VEDLEGG	47

Sammendrag

I Norge har velstandsøkningen vi har opplevd de siste tiårene vært drevet frem av et høyt forbruk av fossil energi. Økonomisk vekst som skaper klimaendringer er ikke bærekraftig på lang sikt, og vil over tid ramme vekstmulighetene i økonomien. Fremover må næringer og aktiviteter som bidrar til global oppvarming omstilles i en bærekraftig retning. Vi står ved et vendepunkt. Norsk økonomi må ha ny inntektsvekst som primært skapes i nye næringer. Framtidens næringer vil i stadig økende grad være kunnskapsbaserte, og dette innebærer et skifte fra en ressursøkonomi til en mer kunnskapsbasert økonomi. På bakgrunn av dette, ønsket jeg å skrive en oppgave med følgende problemstilling:

«Hvordan bidrar utdanning til bærekraftig økonomisk vekst?»

For å besvare denne problemstillingen ser oppgaven på økonomisk vekst i lys av økonomisk teori, med hensikt å kunne gi en mer presis forklaring av humankapital og utdanning som viktige faktorer for økonomisk vekst. Jeg tar for meg neoklassisk vekstteori, hvor det benyttes teori av Mankiw, Romer og Weil (1992) som utvider Solow-modellen til å inkludere en humankapitalvariabel. Denne modellen gjør at vi kan studere humankapitalens betydning på vekst, og konkluderer med at humankapital er en viktig faktor i analyser av økonomisk vekst. Videre benyttes det endogen vekstteori som viser at en godt utdannet arbeidsstyrke vil vokse raskere fordi de vil være mer teknologisk avanserte, og at utdanning kan være en kilde til langsiktig økonomisk vekst.

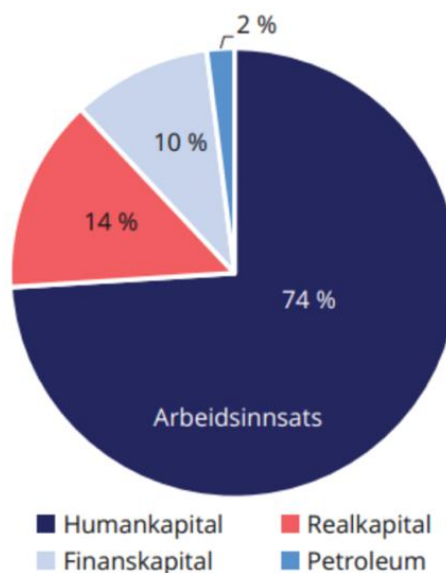
Det er ingen tvil om at befolkningens utdanningsnivå har stor påvirkning på hvordan et land utvikler seg, og hvordan Norge vil utvikle seg i tiden fremover. Økonomisk teori forklarer og gir støtte for hvordan humankapital gjennom investeringer i utdanning øker kunnskapsnivået og skaper grunnlag for teknologiutvikling. Ny teknologi og teknologiske fremskritt vil være avgjørende for økonomisk vekst og for at vi skal være omstillingsdyktige i overgangen til et mer bærekraftig næringsliv. Det vil også være viktig at det er godt samsvar mellom den kompetansen vi velger å produsere og den kompetansen fremtidens arbeidsliv har behov for. Norge vil trenge mennesker med kunnskap og kompetanse i tiden fremover – derfor må det satses på utdanning.

1. INTRODUKSJON

1.1. NORGE I DAG

Norge er et av verdens rikeste land med høy levestandard. Hvis vi sammenlikner prisnivåjustert BNP per innbygger med Europa, ligger Norge godt over gjennomsnittet i EU (Statistisk sentralbyrå [SSB], 2020). En av Norges hovednæringer som bidrar godt til det norske bruttonasjonalproduktet er *petroleumsnæringen*. Olje og gass er en av hovedårsakene til Norges velferd og et solid kjennetegn ved norsk økonomi. I 2015 bidro petroleumsnæringen med i overkant av 20 prosent til BNP (Steigum, 2018, s. 61).

Det er ikke noe å legge skjul på at petroleumsvirksomheten har vært svært viktig for norsk økonomi de siste tiårene. Likevel kan vi se at virksomheten har en begrenset verdi for Norges velferd i et langsiktig perspektiv. For å illustrere hovedkildene til Norges inntekter i fremtiden beregnes nasjonalformuen¹. Norges nasjonalformue består i hovedtrekk av petroleum, realkapital, finanskapital (inkludert SPU) og humankapital². Beregninger gjort av Finansdepartementet i 2021 illustrerer at humankapitalen utgjør klart den største andelen med 74 pst. Realkapitalen utgjør 14 pst, finanskapitalen 10 pst, mens verdien av olje og gass utgjør knappe 2 pst (Regjeringen, 2021).



Figur 1. Norges netto nasjonalformue i 2021. (Regjeringen, 2021).

¹ I motsetning til bruttonasjonalproduktet (BNP) tar nasjonalformuen hensyn til om inntektene et land får fra naturressurser vil opprettholde seg over tid.

² Humankapital defineres her som verdien av vår nåværende og fremtidige arbeidsinnsats.

1.1.1. Humankapital

Humankapitalen utgjør klart den største andelen av Norges netto nasjonalformue, og er en av samfunnets viktigste ressurser. Dette er kanskje ikke så overraskende ettersom det først og fremst er vårt eget arbeid vi skal leve av i årene fremover. Det finnes flere definisjoner av humankapital i litteraturen. OECD definerer bredt humankapital som mengden kunnskap, ferdigheter og andre personlige egenskaper i mennesker som hjelper dem til å være produktive (OECD, u.d.). Det kan være vanskelig å få et presist anslag på humankapitalen, men det tyder på at den har vokst med bedre mattilgang og helse, samt lengre skolegang og høyere utdanning (Steigum, 2018, s. 221). Humankapitalen danner grunnlaget for enkeltpersoner og et land som helhet sin mulighet til å utnytte den voksende kunnskapsøkonomien. Dermed er humankapitalen helt avgjørende for produktivitetsvekst, og en viktig faktor for å skape økonomisk vekst i et land. Myndighetene legger derfor mye vekt på å heve nivået av humankapital. Utdanning og opplæring er en av de mest effektive måtene å heve nivået av humankapital på, og disse faktorene anses stadig som viktigere for økt økonomisk vekst (OECD, 2007).

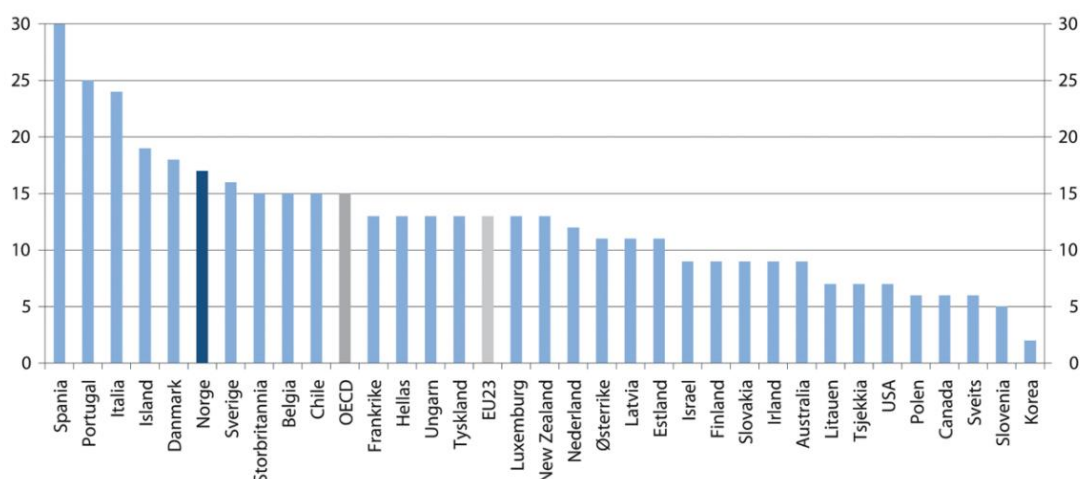
1.1.2. Utdanning

Samfunnets viktigste ressurs og grunnlaget for høy produktivitet er den samlede kunnskapskapitalen (NOU 2015: 1, s. 22). Det mest fundamentale virkemiddelet myndighetene har for å påvirke kunnskapskapitalen i et samfunn er utdanningssystemet, og det spiller en aktiv rolle i norsk økonomi (NOU 2015: 1, s. 23). Norge har et godt utbygd utdanningssystem. Utdanningsregnskapet viser oss at det er en økning i totale utdanningsutgifter de siste årene, og i 2019 var de på 222 685 millioner kroner, som tilsvarer 7,3 pst av BNP for Fastlands-Norge (SSB, 2021). Per innbygger utgjorde utdanningskostnadene 41 640 kroner. Hvis vi sammenlikner Norges utgifter til utdanning med OECD, viser tall fra 2018 at Norge bruker mer penger på utdanning over offentlige budsjetter enn noen av de andre OECD-landene, målt som andel av landets BNP (SSB, 2021).

Videregående opplæring

Formell kompetanse har blitt og vil stadig bli en viktigere faktor i norsk arbeidsliv. Kravene til kompetanse har økt over tid, og det observeres stadig et

større skille på arbeidsmarkedet mellom de som har fullført videregående opplæring og de som ikke har det. Personer som ikke har fullført videregående opplæring, blir i økende grad stående utenfor arbeidsmarkedet. Likevel er det et høyt frafall i videregående opplæring (Sysselsettingsutvalget, 2021, s. 9). Tall fra 2019 viser at nesten 20 prosent av befolkningen i Norge fra 25 – 34 år, ikke har fullført videregående opplæring (Sysselsettingsutvalget, 2021, s. 108). Sammenliknet med de andre OECD-landene er dette godt over gjennomsnittet, og utgjør en utfordring i det norske utdanningssystemet.



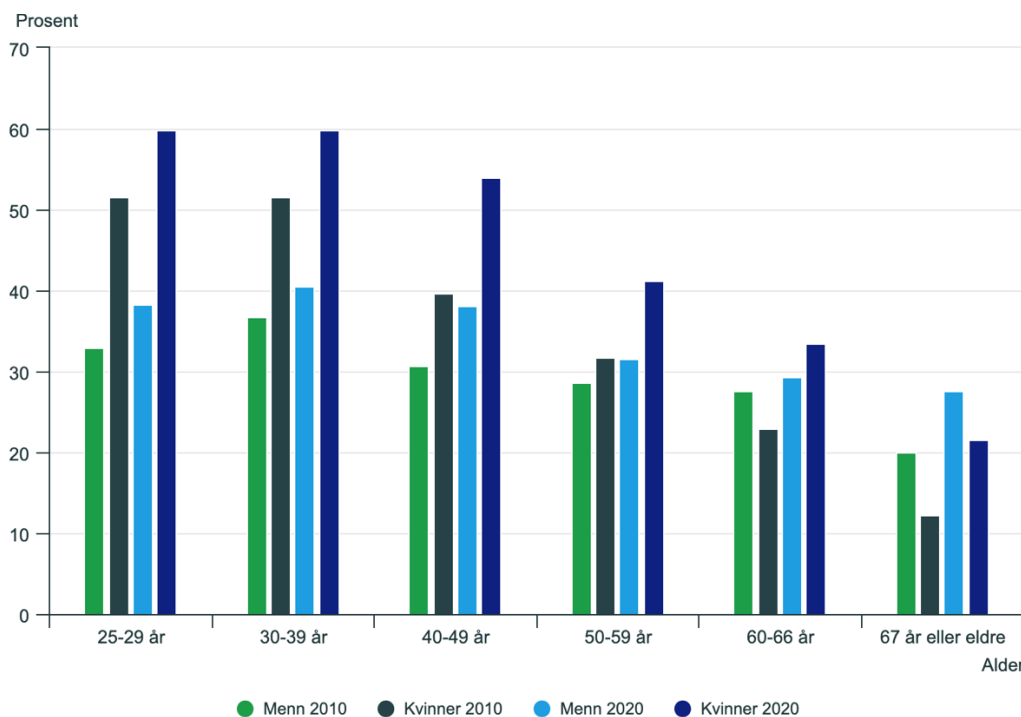
Figur 2. Andel (25-34 år) som ikke har fullført videregående utdanning i 2019. Prosent (Sysselsettingsutvalget, 2021, s. 114).

En viktig merknad ved gjennomføringen av videregående opplæring, er at det registreres en stor forskjell mellom de studiespesialiserende utdanningsprogrammene og de yrkesfaglige. Det er betraktelig høyere gjennomføringsgrad på elever som starter i studiespesialiserende utdanningsprogram versus yrkesfaglige. Tall fra 2013 viser at 88 prosent som startet på studiespesialiserende utdanningsprogram fullførte i løpet av fem-seks år, mens 68 prosent gjaldt for de som startet i yrkesfaglige program (Sysselsettingsutvalget, 2021, s. 115).

Høyere utdanning

Utdanningsnivået i befolkningen i Norge øker stadig. Tall fra SSBs årlige undersøkelse viser at siden 2015 til 2020 har andelen med høyere utdanning totalt økt med 3,1 prosentpoeng (Nygård, 2021). Andel som har utdanning på universitets- og høyskolenivå var 35,3 prosent i 2020. Hvis vi fordeler på kjønn,

vises det at 39,8 prosent av kvinnene har tatt høyere utdanning, mot 30,8 prosent av den mannlige befolkningen (Nygård, 2021). Det observeres en skjev kjønnsfordeling, hvor andelen kvinner som har utdanning på universitets- og høyskolenivå er større enn andelen menn i alle aldersgrupper bortsett fra 67 år og eldre.



Figur 3. Andel av befolkningen med utdanning på høyskole- og universitetsnivå fordelt etter alder og kjønn. 2010 og 2020. (Nygård, 2021).

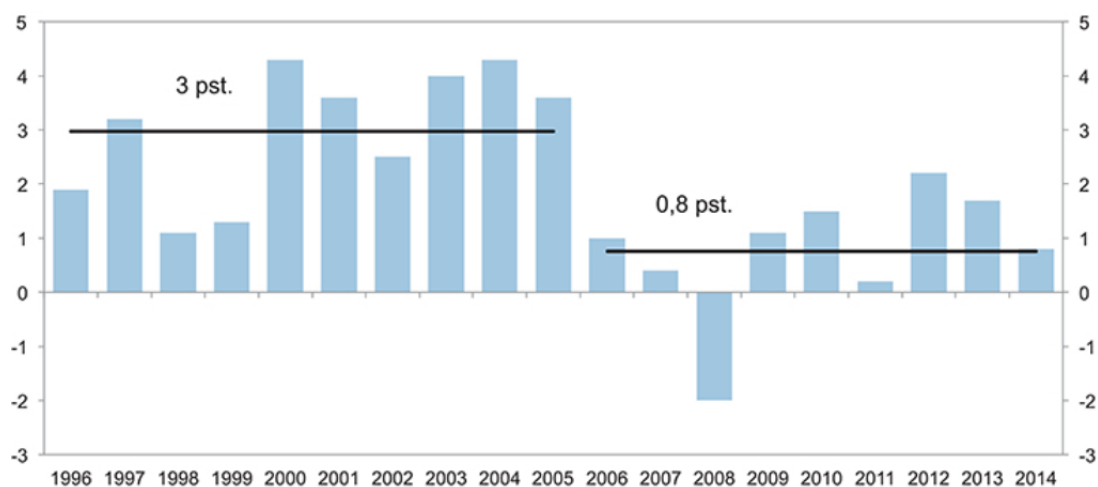
Til tross for en stadig økning i befolkningens utdanningsnivå, er Norge sammenliknet med OECD, trolig nok ikke helt i toppen når det gjelder befolkningens utdanningsnivå. Noe å merke seg ved det norske utdanningsnivået er at det, sammenliknet med OECD-landene, utdannes noe flere bachelorstudenter og noe færre masterstudenter (NOU 2015: 1, s. 19). Tall fra den årlige statistikken til SSB viser at det i 2020 ble fullført 54 000 utdanninger ved norske universiteter og høyskoler, hvor henholdsvis 59 prosent av disse var på bachelornivå, mens 27 prosent var masterutdanninger (Fazli, 2021). Det er også registrert at norske elever kommer svakere ut på målinger i matematikk og naturfag, samt at det innenfor høyere utdanning er betydelig svakere rekruttering til realfagsstudier i Norge enn for gjennomsnittet av OECD-landene (NOU 2015: 1, s. 39).

1.2. VED ET VENDEPUNKT

Produktivitsveksten har falt de siste årene, petroleumsvirksomheten vil gradvis bli redusert, samtidig står Norge og resten av verden overfor en stor omstilling knyttet til «det grønne skiftet». Denne delen av oppgaven vil løfte fram disse sentrale utfordringene som gjør at Norge står ved et vendepunkt. Norge vil være avhengig av ny inntekstvekst som primært skapes i nye næringer. Det innebærer et skifte fra en ressursøkonomi til en mer kunnskapsbasert økonomi.

1.2.1. Produktivitsveksten

Produktiviteten i norsk økonomi har vært betydelig lavere de siste 15 årene enn tidligere (Meld. St. 14 (2020–2021), s. 64). Hvis vi ser på de markedsrettede delene av Fastlands-Norge kan vi se at produktivitsveksten har falt om lag 3 pst. per år i perioden 1996–2005 til 0,8 pst. i perioden 2006–2014 (NOU 2016:3, s. 13). Dette indikerer et betydelig trendskifte i produktivitsveksten, som vi også kan legge merke til med de fleste andre OECD-land.



Figur 4. Utvikling i arbeidsproduktivitet i markedsrettet virksomhet i Fastlands-Norge. (NOU 2016:3, s. 13).

1.2.2. Petroleumsnæringen

Petroleumsnæringen har vært og er svært viktig for norsk økonomi og finansieringen av det norske velferdssamfunnet. I tiden fremover vil petroleumsvirksomheten fortsette å være en viktig del av norsk økonomi, og måten vi forvalter de enorme petroleumsinntektene på gjennom Statens pensjonsfond utland (SPU) vil sikre at de kommer framtidige generasjoner til

gode. Likevel kan vi konkludere med at petroleumsvirksomheten ikke vil gi de samme vekstbidragene til norsk økonomi i tiden fremover. Oljeinntektene er basert på en ikke-fornybar ressurs og dermed midlertidige, samtidig står vi overfor en omstilling til et lavutslippssamfunn som trolig bidrar til å svekke aktiviteten i denne virksomheten.

Utsiktene for lønnsomheten i virksomheten fremover vil avhenge av prisen på olje og gass, som påvirkes av forhold både på etterspørsels- og tilbudssiden i internasjonale markeder (Meld. St. 36 (2020–2021), s. 171). På etterspørselssiden vil klimautfordringen være en viktig faktor. Strammere klimareguleringer og høyere prising av karbonutslipp, sammen med teknologiutvikling, vil trolig øke etterspørselen etter fornybar energi og redusere verdens etterspørselen etter fossile energikilder, som olje og gass. På tilbudssiden derimot vil teknologiutvikling, naturgitte forutsetninger, sammen med politiske bestemte klimamål være med på å avgjøre kostnadene ved utvinning av nye olje- og gassreserver (Meld. St. 36 (2020–2021), s. 171). Det er flere momenter som har påvirket prisen på olje og gass den siste tiden. Prisene falt betydelig våren 2020 på grunn av etterspørselseffekter knyttet til koronapandemien og omfattende smittevernstiltak. Nå i april 2022, er det rekordnivå på olje- og gasspriser i Europa som følge av Russlands innovasjon i Ukraina. Det er stor usikkerhet rundt fremtidig oljepris, og det vil være nært knyttet til den økonomiske utviklingen i verden.

Det er usikkert når og hvor kraftig fallet i aktiviteten i petroleumsvirksomheten vil bli. Dersom omstillingen skjer gradvis, vil vi stå i en bedre posisjon. Uansett står Norge fremfor omstillinger fremover ved nedbygging av oljevirksomhet. Jo mer omstillingsdyktige vi er, jo mindre blir produksjonsbortfallet og økningen i arbeidsledigheten. God omstillingsevne vil være avgjørende for fremtidig økonomisk vekst.

1.2.3. Det grønne skiftet

Historisk har utslippene av klimagasser fulgt den globale velferdsutviklingen og verdiskapningen. Konsentrasjon av klimagasser i atmosfæren har over tid bidratt til å øke den globale gjennomsnittstemperaturen, og klimaendringene vil kunne føre til alvorlige og irreversible konsekvenser for hele verden. Økonomisk vekst

som skaper klimaendringer og skader naturgrunnet er ikke bærekraftig på lang sikt. Norge og resten av verden står overfor en global utfordring knyttet til å redusere utslipp av klimagasser.

Det grønne skiftet handler om hvordan Norge skal bli et lavutslippsland innen 2050, og for å klare dette står vi overfor en omstilling til et samfunn hvor vekst og utvikling må skje innenfor naturens tålegrens (NOU 2021: 4). Utslippene av karbon må ned, og det innebærer en reduksjon i forbruket av fossile brensler, herunder olje og gass. Det innebærer en krevende, men mulig, omstilling i tiden fremover.

I overgangen til lavutslippssamfunnet vil vi stå overfor en omstilling til nye sektorer. Karbonintensive energikilder som kull og olje vil trolig bli noe erstattet av fornybare kilder som vann, sol og vind. Det er fortsatt usikkert når og hvordan dette vil skje. Vi vet likevel at det vil få store konsekvenser verden over, for både økonomi og samfunn, ikke minst for energiprodusenter slik som Norge. En slik omstilling vil by på utfordringer, men samtidig muligheter.

1.2.4. Voksende verdensbefolkning og økende energibehov

Det forventes en voksende verdensbefolkning i årene fremover. FN spår at vi i 2050 vil være 9,7 milliarder mennesker på jorden og 10,8 milliarder i 2100 (FN-sambandet, 2021). Energiforbruket har vokst i takt med befolkningsutviklingen, og det innebærer et økende behov for mer energi i fremtiden.

I dag kommer 50 prosent av hele verdens energiforbruk fra olje og gass (Equinor, u.d.). En av hovedårsakene til den globale oppvarmingen er utslipp av kull, olje og gass, og nærmere 80 prosent av utslippene fra norsk territorium skyldes bruk av olje- og gass (Randers, 2019). Dette utgjør en utfordring, ettersom de globale klimagassutslippene betraktelig skal reduseres og kuttes, samtidig som energietterspørselen øker i takt med vekst i verdensbefolkningen.

Reduksjon i olje og gass er avgjørende for å nå klimamålene i Parisavtalen³. Samtidig kan det være vanskelig å dekke morgendagens energibehov ved kun fornybar energi alene. Det er usikkert hvor mye eller hvor stor andel av energibehovet som vil måtte dekkes av olje og gass. Dette vil blant annet avhenge av klimapolitikken og av den teknologiske utviklingen.

1.3. POTENSIALET

Vi kan konkludere med at Norge, i en internasjonal sammenheng, har hatt en vellykket håndtering av den store naturressursen, olje. Det er flere eksempler på land med rike naturressurser som ikke har lyktes med å bruke de betydelige inntektene fra disse naturressursene til en varig glede. Det finnes eksempler på flere land med rike naturressurser som har som har skadet den økonomiske utviklingen og generelt opplever lavere økonomisk vekst enn land uten disse. Omfattende litteratur på dette feltet omtaler det som "ressursforbannelsen".

På bakgrunn av petroleumsnæringen sin begrensede verdi for Norges velferd i tiden fremover og grønn omstilling, er Norge nødt til å skape produktivitet i andre lønnsomme næringer. Produktivitet i fremtidens næringer vil være avgjørende for å sikre økonomisk vekst og fremtidig høy velferd. Den viktigste forutsetningen for produktivitet er kunnskapsnivået i befolkningen og framtidens næringer vil i stadig økende grad være kunnskapsbaserte (NOU 2015: 1).

Utgangspunktet til Norge for å håndtere nødvendige omstillinger er godt. Hvis vi ser på Norge i en internasjonal sammenheng har vi høy sysselsetting, lav arbeidsledighet og et høyt utdanningsnivå. Vi har i tillegg naturgitte forutsetninger for grønne løsninger. En annen avgjørende faktor er teknologiutviklingen Norge har hatt i olje- og gassnæringen, som gir store muligheter for teknologioverføring til videre utvikling av det norske kunnskapssamfunnet. Dette vil jeg gå mer i dybden på senere i oppgaven.

³ Parisavtalen er en internasjonal avtale om klimapolitikk, og består av bestemmer for blant annet utslippsreduksjoner (FN-sambandet, 2020).

1.4 VEIEN VIDERE I OPPGAVEN

For å besvare oppgavens problemstilling på best mulig måte vil oppgaven i det følgende presentere et teoretisk rammeverk i et eget teorikapittel. Hovedfokuset her er humankapital, definert som «*Effekten av arbeidsstyrkens utdanning, kunnskaper og kompetanse*». Dette kapitlet er ment til å gi en teoretisk forklaring av humankapital og utdanning sin påvirkning på økonomisk vekst.

Deretter presenteres det et kapittel hvor viktig teori drøftes og relateres til Norges virkelighet og norske forhold i dag.

Videre tar oppgaven for seg omstillinger norsk næringsliv står overfor, hvor Norges potensiale rundt fremtidig omstilling er i fokus. Oppgaven ser på fremtidige grønne verdiskapningsmuligheter med utgangspunkt i behovet for høy produktivitet.

Avslutningsvis trekker jeg frem viktige faktorer for å gjøre Norge omstillingsdyktige og for at vi skal lykkes med grønn omstilling og vekst.

I det siste kapitlet, kapittel 6, blir hovedpoengene oppsummert i et forsøk på å forklare hvilke konklusjoner som kan trekkes ut ifra denne oppgaven.

2. TEORIGRUNNLAGET

Økonomer har lenge vært opptatt av fenomenet økonomisk vekst. Det er flere forhold som påvirker et lands langsiktige økonomiske vekst, og det er gjort mye forskning på dette feltet. Vekstteori forsøker å forklare disse forholdene, og fokuserer på langsiktige trender og ikke kortsiktige svingninger eller konjunkturer i økonomien. Tradisjonell neoklassisk vekstteori føres ofte tilbake til Solow (1956). Denne litteraturen gir et fundamentalt resultat om at teknologisk framgang er avgjørende for langsiktig økonomisk vekst, men den teknologiske fremskritt er eksogent gitt i modellen. Ny eller «endogen» vekstteori kjennetegnes ved at den forklarer og modellerer de mekanismene som fører til teknologisk framgang.

Teorigrunnlaget i oppgaven tar først for seg den opprinnelige produktfunksjonen og vekstregnskap, deretter med inkludering av en humankapitalvariabel. Videre i kapittel 2.3 presenteres neoklassisk vekstteori, hvor oppgaven ser på Mankiw, Romer og Weil (1992) sin utvidelse av Solow-modellen med inkludering av en humankapitalvariabel. I kapittel 2.4 vi gir oppgaven en oversikt over endogen vekstteori, og hva denne teorien har å si om betydningen av utdanning og forskning for økonomisk vekst.

2.1. ØKONOMISK VEKST

Økonomisk vekst kan defineres som «Økning i produksjon av varer og tjenester i et samfunn, sammenliknet fra en periode til en annen». Tradisjonelt måles økonomisk vekst som vekst i faste priser i brutto nasjonalprodukt (BNP) (Thomassen E. , 2021). Økonomisk vekst kan oppfattes som et uttrykk for et lands velstandsutvikling. I den akademiske litteraturen er det naturlig å se på økonomisk vekst som et langsiktig fenomen, og det ses bort i fra konjunktursvingninger i økonomien (Davidsen, 2012).

2.2. PRODUKTFUNKSJONEN OG VEKSTREGNSKAP

Vårt viktigste verktøy for langsiktige analyser av økonomisk vekst er produktfunksjonen. Den gir oss en makroøkonomisk sammenheng mellom BNP-volum (Y) på den ene siden, og mengden av realkapital (K), arbeidskraft (L) og nivået av total faktorproduktivitet (A) på den andre siden. Produktfunksjonen kan skrives som:

$$Y = A * F(K, L)$$

For å knytte denne produktfunksjonen til makroøkonomiske data er det vanlig å bruke en *Cobb- Douglas-produktfunksjon*:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (A > 0, 0 < \alpha < 1)$$

Hvis vi tar utgangspunkt i Cobb-Douglas funksjonen over og dividerer denne på arbeidskraften (L), vil vi få produktfunksjonen på intensiv form:

$$y = Ak^\alpha \quad (1)$$

(Se vedlegg for utledning)

Vi definerer y som arbeidsproduktivitet $y = \frac{Y}{L}$, og k som kapitalintensitet $k = \frac{K}{L}$.

På *vekstform* får vi funksjonen:

$$g_y = g_A + \alpha * g_k \quad (2)$$

Ligningen over viser oss at det er to kilder til vekst i arbeidsproduktiviteten; vekst i TFP (g_A) og bidraget fra vekst i kapitalintensitet (αg_k). Vi kan omskrive ligningen på følgende måte:

$$g_A = g_y - \alpha * g_k \quad (3)$$

Likningen tydeliggjør hvordan TFP-vekst beregnes som en restfaktor, altså som all vekst i arbeidsproduktivitet som ikke forklares av vekstbidraget fra kapitalintensitet (Steigum, 2018, s. 207).

Produktfunksjonen gir oss en bekreftelse på at TFP-vekst er en viktig faktor for veksten i arbeidsproduktiviteten. Hva som imidlertid forklarer denne veksten og nivået på TFP sier produktfunksjonen ingen ting om. Det er mange ulike forhold og faktorer som kan påvirke total faktorproduktivitet, og ettersom TFP måles indirekte kan den være vanskelig å tallfeste. Vi vet likevel at humankapital og teknologiske fremskritt er viktige faktorer som er med på å forklare TFP. Dette vil jeg komme nærmere inn på senere i oppgaven.

En viktig merknad ved produktfunksjonen er at den gir oss en svært forenklet representasjon av tilbudssiden av økonomien⁴, uten at selve bransje- og næringsstruktur blir trukket frem. Dette fører til at den utelukker flere detaljerte analyser av strukturelle forandringer under økonomiske vekstprosesser, som for eksempel hvilke næringer som vil være av større betydning over tid, og hvilke som vil være av mindre betydning (Steigum, 2018, s. 199).

2.2.1 Produktfunksjon og vekstregnskap med humankapital

Humankapital er som nevnt en faktor som påvirker total faktorproduktivitet. Effekten av arbeidsstyrkens utdanning, kunnskaper og kompetanse på BNP-volum vil fanges opp i TFP (Steigum, 2018, s. 220).

⁴ Tilbudssiden av økonomien er produksjonskapasiteten, dvs. mengden av realkapital (K), arbeidskraft (L) og nivået av total faktorproduktivitet (A) som forklarer hvor stort BNP-volumet blir.

Vi kan sette opp en ny og utvidet produktfunksjon hvor vi inkluderer et eksplisitt ledd for humankapitalen, hvor h representerer humankapital per arbeider (Steigum, 2018, s. 226).

$$Y = \hat{A}K^\alpha(hL)^{1-\alpha} \quad (A = \hat{A}h^{1-\alpha}) \quad (1)$$

I likningen over har vi tatt humankapital (h) ut av TFP (A). Effekten av h på BNP-volumet er dermed skilt ut fra TFP, og vi får en ny størrelse \hat{A} som er TFP ekskludert humankapital. Vi multipliserer h med arbeidskraft (L), og vi ser at humankapitalen direkte påvirker produktiviteten til arbeidskraft.

Kan skrives på intensiv form⁵, og vi får følgende uttrykk for arbeidsproduktiviteten:

$$y = \hat{A}k^\alpha h^{1-\alpha} \quad (2)$$

På vekstform får vi funksjonen:

$$g_y = g_{\hat{A}} + \alpha g_k + (1 - \alpha)g_h \quad (3)$$

Vekstligningen synliggjør at vekst i arbeidsproduktivitet avhenger av vekst i TFP (ekskludert humankapital), vekst i kapitalintensitet og vekst i humankapital.

2.3. SOLOW- MODELLEN

Solow- modellen er en *langsiktig* modell for økonomisk vekst utviklet av Robert Solow (1956). Det er en dynamisk modell som viser hvordan kapitalakkumulasjon fører til vekst i arbeidsproduktivitet og BNP per innbygger på lengre sikt.

Modellen ser på betydningen av investeringsraten⁶ for ethvert land materielle levestandard på lengre sikt (Steigum, 2018, ss. 240-241).

Solows vekstmodell bygger på noen viktige forutsetninger. Modellen forutsetter at (1) sparing er lik nettoinvestering, (2) nasjonalformuen er lik verdien av landets

⁵ Vi får produktfunksjonen på intensiv form ved å dividere på arbeidskraften (L).

⁶ *Investeringsraten* uttrykker bruttoinvestering i realkapital som andel av BNP.

realkapital, og (3) et lands sparerater, befolkningsvekst og teknologisk vekst behandles som eksogent gitt⁷, mens utviklingen i BNP er en endogen størrelse (Steigum, 2018, s. 241). Videre anvender Solow-modellen produktfunksjonen, som ble forklart og anvendt på vekstregnskapet i kapittel 2.2, til å beskrive tilbudssiden av et lands økonomi.

Resultatet av en slik modellering viser at spareraten og befolkningsveksten bestemmer steady state nivået for inntekt per innbygger. Økt sparerate og redusert befolkningsvekst vil kun være en kilde til en begrenset og midlertidig økonomisk vekst, mens teknologisk fremgang er den eneste kilden til langsiktig økonomisk vekst i BNP per arbeider, når økonomien er i likevekt. Dette skyldes en forutsetning om at det er avtagende utbytte til produksjonsfaktorer som kan akkumuleres. Den fundamentale kilden til økonomisk vekst, teknologisk framgang, er uforklart (eksogen) i Solow-modellen. Modellen er utledet i oppgaven (Se vedlegg).

2.3.1. Utvidet Solow- modell med inkludering av en humankapitalvariabel

I Solow-modellen (1956) var utgangspunktet en produktfunksjon som skulle forklare nivået på BNP ut ifra to innsatsfaktorer, arbeidskraft (L) og kapital (K). Det er i senere tid blitt utviklet flere modifiserte varianter av Solow-modellen (1956). Økonomer har blant annet lenge snakket om viktigheten av humankapital og utdanning som bidrag til økonomisk vekst. I forskningsartikkelen «*A contribution to the empirics of economic growth*» av Mankiw, Romer og Weil (1992), heretter MRW, tester de den opprinnelige Solow-modellen empirisk. Resultatene deres tyder på at BNP per arbeider korrelerer positivt med investering og negativt med befolkningsvekst, men at modellen ikke gir ikke helt korrekte størrelser på koeffisientene til investering og befolkningsvekst. MRW argumenterer for at modellen vil være bedre tjent med å inkludere et bredere begrep av kapital, slik at den inkluderer både fysisk kapital og humankapital. MRW presenterer en modifisert variant av den opprinnelige Solow-modellen, hvor det inkluderes en tredje variabel, humankapital (H).

⁷ Med eksogen gitt menes det at faktorene bestemmes utenfor modellen.

En viktig merknad ved modellen er imidlertid at de begrenser humankapital til å gjelde utdanningsnivå når de tester modellen empirisk. Investeringer i utdanning er beregnet som antall år med skolegang på ungdomsskole og videregående, som en proxy for investeringsrate i humankapital. De ignorerer dermed andre viktige faktorer, som for eksempel investeringer i helse, utdanningskvalitet og personlige egenskaper. I tillegg utelates høyere utdanning. Målingen av humankapital er avgjørende for variabelens påvirkning på økonomisk vekst og begrensningen kan medføre noe upresise konklusjoner.

I artikkelen konkluderer MRW (1992) likevel med at virkeligheten kan forklares bedre ved å legge til humankapital til Solow-modellen. Når humankapital inkluderes fjernes uregelmessigheter i koeffisientene på investering og befolkningsvekst, som oppstår i den opprinnelige Solow-modellen hvor humankapital ikke er spesifisert og trukket ut av TFP (Mankiw et al., 1992, s. 408).

Makroproduktfunksjon hvor humankapitalvariabel ikke er inkludert er gitt ved:

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1$$

Makroproduktfunksjon hvor humankapitalvariabelen er spesifisert i modellen og trukket ut av totalfaktorproduktivitet er gitt ved:

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} \quad (1)$$

Variablene er definert som tidligere. H er humankapital, og β er humankapitalandelen av inntekt. α og β forklarer dermed andelen av henholdsvis fysisk kapital og humankapital i produktfunksjonen.

Hvis vi deler likning (1) på arbeidskraften (L) får vi produktfunksjonen som viser produksjon per arbeider:

$$y(t) = k(t)^\alpha h(t)^\beta A(t)^{1-\alpha-\beta} \quad (2)$$

MRW antar at den samme produktfunksjonen gjelder for humankapital, fysisk kapital og konsum. Det vil si at en enhet konsum kostnadsfritt kan byttes til en enhet fysisk kapital eller humankapital (Mankiw et al., 1992, s. 416). Det antas videre at $\alpha + \beta < 1$, som impliserer at det er avtakende avkastning av all kapital, både fysisk kapital og humankapital.

MRW antar at det er ulike investeringsrater for fysisk- og humankapital, hvor begge er konstante og eksogene sparerater. Endring av henholdsvis fysisk kapital og humankapital blir bestemt ved:

$$k(t) = s_k y(t) - (n + g + \delta)k(t) \quad (3a)$$

$$h(t) = s_h y(t) - (n + g + \delta)h(t) \quad (3b)$$

Her er $y = \frac{Y}{AL}$, $k = \frac{K}{AL}$ og $h = \frac{H}{AL}$, hvor AL er effektive arbeidere.

s_k : Brøkdelen av inntekten investert i fysisk kapital

s_h : Brøkdelen av inntekten investert i humankapital

Modellen antar at humankapital depresieres med samme depresieringsrate, δ , som fysisk kapital gjorde i den tradisjonelle Solow-modellen. Likning (3a) og (3b) viser at både fysisk- og humankapital endres i positiv retning av investering i henholdsvis humankapital og fysisk kapital (første ledd på høyresiden av likningene), og at begge typer kapital endres i negativ retning av økt vekst i arbeidsstyrken og depresiering av kapitalen (Mankiw et al., 1992, s. 416).

Likning (3a) og (3b) impliserer at økonomien konvergerer til et *steady state*⁸ nivå av fysisk kapital og humankapital, gitt ved:

$$k^* = \left(\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n+g+\delta} \right)^{1/(1-\alpha-\beta)} \quad (4a)$$

⁸ Ved Steady State er nettoinvesteringen i et gitt år lik null. Det vil si at alle investeringer er lik kapitalslitet i økonomien.

$$h^* = \left(\frac{s_k s_h^{\alpha} (1-\alpha)}{n+g+\delta} \right)^{1/(1-\alpha-\beta)} \quad (4b)$$

Når økonomien er på sitt steady state nivå, er det ingen vekst i fysisk kapital eller humankapital pr. effektive arbeidere, $k^* = h^* = 0$. Langsiktig økonomisk vekst vil kun avhenge av den teknologiske framgangen.

Vi substituerer ligningene (4a) og (4b) inn i produktfunksjonen og tar logaritmen⁹ til funksjonen, som gir oss en likning for logaritmen til inntekt per arbeider:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(n+g+\delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(s_h) \quad (5)$$

Likning (5) viser oss hvordan inntekt per arbeider avhenger av vekst i arbeidsstyrken og av henholdsvis fysisk kapital og humankapital. Dersom en antar at kapitalandelen til fysisk kapital (α) er lik i modellen med humankapital som i den opprinnelige Solow modellen uten humankapital, viser likning (5) at koeffisientene til både spareraten og befolkningsveksten blir større. Vi kan se at koeffisienten til $\ln(s_k)$ blir større enn i modellen uten humankapital ved at $(\alpha/(1-\alpha-\beta)) > \alpha/(1-\alpha)$. Etersom høyere investering fører til høyere inntekt, fører det til et høyere steady state nivå av humankapitalen (Mankiw et al., 1992, s. 417). De samme resultatene vil vi få dersom andelen inntekt viet til humankapital forblir uendret. Videre vil inkludering av humankapital i denne modellen øke effekten fysisk kapital har på inntekt. Koeffisientene til veksten i arbeidsstyrken blir større i modellen med humankapital, og høyere vekst i arbeidsstyrken reduserer inntekten per arbeider. Det er fordi mengden av både fysisk- og humankapital må spres tynnere over befolkningen (Mankiw et al., 1992, s. 418). Dette gjør det mulig å forklare større variasjoner i inntekt per arbeider mellom land, slik at modellen bedre kan forklare den observerte virkeligheten.

Vi har i denne modellen en bredere base for kapital, ettersom vi har både fysisk kapital og humankapital. Antagelsen om avtagende kapitalavkastning gjør at vi får

⁹ Denne log-lineære formuleringen er praktisk for en empirisk analyse, fordi den kan implementeres i et kjent lineært regresjonsrammeverk.

en spesifisering i modellen som er konkav, og det avtagende grenseproduktet vil dermed inntreffe senere (enn i den opprinnelige Solow-modellen uten humankapital). Økonomien konvergerer senere til steady state.

Fra et empirisk perspektiv vil inkludering av humankapital i modellen øke vår evne til å forklare forskjeller i inntektsnivå på tvers av land. Land som investerer i utdanning er forventet å ha høyere inntektsnivå enn de som ikke investerer i utdanning, for en gitt investeringsrate i fysisk kapital. Det konkluderes med at forskjeller i nivå av utdanning, befolkningsvekst og sparerater er viktige variabler for å forklare forskjeller i inntektsnivå per arbeider mellom land.

2.3.2. Kritikk mot Solow-modellen

Det er flere trekk ved Solow-modellen som kan danne grunnlag for kritikk.

Modellen er naturligvis en sterk forenkling av virkeligheten. Jeg vil kommentere og utdype to punkter, som fortrinnsvis er relevante for framveksten av endogen vekstteori.

I Solow-modellen (1956) var utgangspunktet en produktfunksjon som skulle forklare nivået på BNP ut ifra to innsatsfaktorer, arbeidskraft (L) og kapital (K). Hvis en ser på empiriske studier av tradisjonell vekstteori viser de som tidligere forklart at en stor del av den økonomiske veksten ikke kan forklares av økt tilgang på arbeidskraft og kapital. Dette begrunnes i at teknologisk utvikling og økt kunnskap er svært viktige faktorer for den økonomiske veksten. Solow-modellen forklarer ikke teknologisk fremgang, ettersom denne faktoren er eksogent gitt, altså bestemt utenfor modellen. Selve drivkreftene bak den økonomiske veksten er dermed uforklart i modellen. En sentral del av moderne vekstteori, også kalt endogen vekstteori, innebærer å endogenisere teknisk framgang. Dette utdypes videre i oppgaven.

En annen ulempe med modellen er dens forutsetning om eksogen og konstant sparerate. Dette medfører at modellering av spare/ konsumatferd ikke er tilfredsstillende, og konsumenter i modellen oppfører seg ikke optimalt. Analyse av modellen vil ikke påvirkes av hvordan ulike insentiver påvirker økonomien, som for eksempel hvordan endringer i rente vil føre til økonomiske reaksjoner.

Vi kan også trekke frem kritikk rettet mot MRW (1992) sin utvidede Solow-modell med en humankapitalvariabel. Denne modellen viser at ved inkludering av investering i utdanning forklares en større del av forskjellene i økonomisk vekst mellom land. Et motargument til en slik sammenheng er at det ikke nødvendigvis er slik at utdanning gjør et land rikere, men at rike land investerer mer i utdanning.

2.4. ENDOGEN VEKSTTEORI

Neoklassisk vekstteori identifiserte teknologisk fremgang som den elementære kilden til langsiktig økonomisk vekst, og føres ofte tilbake Solow (1956). I Solow-modellen, var vekst i produksjon per innbygger lik vekstraten i teknologien (g). Vekstraten i teknologien er eksogent gitt, og gir dermed ingen forklaring på hvordan den veksten skapes. Ny, også kalt «endogen» vekstteori, forsøker å forklare teknologisk fremgang (benevnt som A), og denne faktoren blir bestemt endogent i modellen. I denne vekstteorien står humankapital og teknologisk framgang sentralt.

Endogen vekstteori kjennetegnes ved at den eksplisitt modellerer de mekanismene som fører til teknologisk framgang gjennom vekst i økonomiens produktive kunnskap. Denne teorien legger derfor vekt på at humankapital er viktig for adopsjon av ny teknologi. I de tidligste arbeidene hvor det forsøkes å modellere teknologisk framgang, er teknologiutviklingen modellert som en eksternalitet som en konsekvens av annen økonomisk aktivitet. I følgende kapittel vil jeg kort presentere Lucas (1988) sin vekstmodell hvor *akkumulering* av humankapital gjennom utdanning er en kilde til langsiktig økonomisk vekst. Deretter presenteres forenklet teori av økonomen Paul Romer (1996), som har vært en pionér innen endogen vekstteori. I denne modellen er teknologiutviklingen endogen, og det antas at utdannet arbeidskraft har et komparativt fortrinn i innovasjon og FoU.

2.4.1. Lucasmodellen

Økonomer har lenge snakket om viktigheten av utdanning på økonomisk vekst. I diskusjoner rundt dette nevnes ofte kunnskapseksternaliteter¹⁰ som et viktig argument for at utdanning er av stor betydning. Tanken er at høyt utdannede personer skaper positive eksternaliteter i større grad enn andre. Lucas (1988) presenterer en vekstmodell hvor *akkumulering* av humankapital gjennom utdanning er en kilde til langsiktig økonomisk vekst. I det følgende gis en kort og forenklet presentasjon av hans arbeid¹¹.

Lucas sin modell skiller seg noe fra andre vekstmodeller innenfor ny vekstteori, ettersom det er vekst i humankapital (stadig forbedring i kvaliteten på arbeidskraften), og ikke skift i teknologisk framgang, som driver veksten i denne modellen. Lucas foreslo at humankapital er nøkkelvariabelen som det er mest sannsynlig at teknologiske fremskritt, tidligere benevnt som A, vil skje gjennom. Dermed vil årsaken til at vekst i en akkumulerbar produksjonsfaktor kan skape varig økonomisk vekst, ligge i de forutsetninger som gjøres om «teknologien» for produksjon av humankapital.

Ideen bak Lucas modell er at utdanning er en investering, og størstedelen av investeringskostnaden er de arbeidsinntektene som individet gir avkall på når en er under utdanning. I modellen er dette eksplisitt modellert. Individene må dele sin tid mellom utdanning og inntektsgivende arbeid, og de står dermed overfor et optimeringsproblem. Ved å ta utdanning i dag vil dagens inntekter reduseres, mot høyere arbeidsinntekter i framtiden.

Følgende «produktfunksjon» for humankapital er gitt ved:

$$\dot{h} = \delta hv$$

I uttrykket over representerer h individets beholdning av humankapital, δ reflekterer kvaliteten i utdanningssystemet, og v er andelen med tilgjengelig tid

¹⁰ Kunnskapseksternaliteter vil si at kunnskap spres og benyttes av andre enn dem som utvikler kunnskapen.

¹¹ Denne korte presentasjonen er basert på Hægeland og Møen (2000) som gir en kort oppsummering av Lucasmodellen (1998).

som settes av til utdanning (Hægeland & Møen, 2000, s. 10). Det benyttes en «prikk» over h , som symboliserer vekstrate. Denne formuleringen innebærer at det er en proporsjonal økning mellom evnen til å tilegne seg ny kunnskap gjennom utdanning og den mengden kunnskap individet allerede har. Ettersom det er en proporsjonal økning, er det ikke-avtagende utbytte av humankapital i utdanningssektoren. På denne måten kan utdanning være en kilde til langvarig økonomisk vekst. Gjennom modellen til Lucas vises det at den langsiktige vekstraten til humankapital som følge av nyttemaksimering i denne modellen, er høyere jo bedre kvaliteten i utdanningssystemet er og lavere dersom individene prioriterer høyere konsum i dag mot et høyere konsumnivå senere.

2.4.2. Nelson-Phelps og Romers vekstmodeller

I Lucas sin modell er humankapital en produksjonsfaktor på lik linje med de andre variablene, realkapital og arbeidskraft, og humankapitalen er like produktiv i alle typer anvendelser. Utdannet arbeidskraft har imidlertid en viktig egenskap som ikke blir hensyntatt i Lucas sin modell, nemlig at den har et komparativt (og absolutt) fortrinn til visse typer arbeidsoppgaver. Dette er særlig aktiviteter knyttet til innovasjon og FoU (Hægeland & Møen, 2000, s. 11). Disse tankene ble først formalisert av Nelson og Phelps i 1966, og de utviklet en modell hvor utdannet arbeidskraft bare blir mer produktiv hvis det stadig er teknologisk fremgang. En høyt utdannet arbeidsstyrke vil øke evnen til å ta i bruk ny teknologi. Hvis en sammenlikner utdanningens betydning for økonomisk vekst i Lucasmodellen og i Nelson-Phelps modellen, skaper humankapital vekst ved å øke læreevnen i begge modellene, men det er samtidig noen vesentlige forskjeller. I modellen til Nelson og Phelps er det *beholdningen* av humankapital som bidrar til økonomisk vekst, ettersom man raskere kan ta i bruk ny teknologi jo flere høyt utdannende arbeidere man har (Hægeland & Møen, 2000, s. 11). Dette står i kontrast til Lucasmodellen, hvor det er *veksten* i humankapital som gir økonomisk vekst ettersom humankapital er en ordinær produksjonsfaktor. Disse to sammenhengene mellom utdanning og økonomisk vekst er ikke gjensidig utelukkende, men det vil være et empirisk spørsmål når det skal vurderes hvilken av dem som er viktigst.

Romer (1990) utvider modellen til Nelson og Phelps, og oppgaven vil i det følgende gi en kort og forenklet presentasjon av hans arbeid¹². Romer endogeniserer teknologiutviklingen, samtidig som han antar at utdannet arbeidskraft har et komparativt fortrinn i innovasjon og FoU. Romers modell var den første generelle likevektsmodellen hvor teknologisk framgang kom som et resultat av profittmaksimerende aktører som tar bevisste beslutninger. I modellen til Romer er det to typer arbeidskraft; ufaglært og utdannet. Denne modellen følger tankegangen til Nelson og Phelps hvor velutdannet arbeidskraft er mer produktiv enn ufaglært arbeidskraft, samt at det er enkelte arbeidsoppgaver som forutsetter utdanning. I modellen er det tre produksjonssektorer; en forskningssektor, en innsatsvaresektor og en ferdigvaresektor (Hægeland & Møen, 2000, s. 11). Forskningssektoren benytter seg av utdannet arbeidskraft. Denne sektoren tar også i bruk eksisterende beholdningen av kunnskap til å produsere ny kunnskap, med andre ord til å oppfinne nye innsatsvarer til ferdigvareproduksjonen. Begge typer arbeidskraft, ufaglært og utdannet, samt innsatsvarer brukes i ferdigvareproduksjon. Denne sektoren vil få økt produktivitet desto flere typer innsatsvarer som er tilgjengelige. Romer antar videre at nyutviklede innsatsvarer ikke vil gjøre eksisterende innsatsvarer gammeldagse. Innsatsvarene produseres med samme teknologi som ferdigvarene og ved hjelp av prototyper fra forskningssektoren. Forskningssektoren selger patentrettigheter til innsatsvaresektoren, og innsatsvareprodusenter vil få en eksklusiv rett til å produsere den aktuelle innsatsvaren ved kjøp av en patent. Forskere kan fritt studere eksisterende innsatsvarer i arbeidet med å utvikle nye.

I Romers modell er produksjonsteknologien i forskningssektoren gitt ved:

$$\dot{A} = \delta H_r A$$

A er kunnskapsnivået (et mål på antall innsatsvarer som er utviklet)

H_r er antall høyt utdannede arbeidere som jobber i forskningssektoren

δ er et mål på effektiviteten i forskningssektoren

¹² Denne korte presentasjonen er basert på Hægeland og Møen (2000) som gir en kort oppsummering av Romer (1990).

Likningen over viser oss at det er konstant utbytte med hensyn til både utdannet arbeidskraft og kunnskap i forskningssektoren. Dette impliserer at forskningmulighetene aldri blir uttømt, og dermed at det er ikke-avtagende avkastning knyttet til forskningsinnsats¹³. Det er drivkraften bak vedvarende økonomisk vekst. En annen konklusjon til modellen er at land med en godt utdannet arbeidsstyrke vil vokse raskere fordi de vil være mer teknologisk avanserte.

En viktig merknad ved modellen til Romer er at utdanning ikke er eksplisitt modellert, og beholdningene av utdannet og ufaglært arbeidskraft er derfor eksogene. Det kan også kommenteres at analysen er noe forenklet. Det gjøres forutsetninger om ekstrem faktorintensitet i de enkelte produksjonssektorene. Et eksempel er at det forutsettes at forskningssektoren kun bruker utdannet arbeidskraft, og ikke realkapital. Ettersom flere forskningsaktiviteter kan være relativt kapitalintensive, kan denne forutsetningen være noe urealistisk. Videre følger det av denne forutsetningen at den langsiktige vekstraten er uavhengig av kapitalakkumulasjonen.

3. SITUASJONSBESKRIVELSE

I denne delen av oppgaven vil jeg drøfte viktig teori ved å utdype begrepene som ofte brukes i analyser knyttet til økonomisk vekst. Teorien relateres deretter til norske forhold i dag, og oppgaven vil diskutere dette opp mot problemstillingen.

3.1. PRODUKTIVITET

«Produktivitet er ikke alt, men på lang sikt er det nesten alt. Et lands evne til å forbedre levestandarden over tid avhenger nesten utelukkende av evnen til å øke produksjonen per arbeider.»

(Paul Krugman, 1994, referert i Meld. St. 29, 2016–2017).

Produktivitetsutviklingen er av avgjørende betydning for økonomisk vekst i et land over tid. Produktivitetsvekst er det viktigste målet på et samfunns velferdsvekst. Regjeringen definerer produktivitet som «forholdet mellom

¹³ Hvorvidt forskningmulighetene kan bli uttømt kan diskuteres, og vil være et empirisk spørsmål.

produksjon og bruken av innsatsfaktorer» (NOU 2015: 1, s. 71). Vi kan derfor forklare produktivitetsvekst som et resultat av at vi har vekstøkning i produksjon som er høyere enn vekst i den samlede faktorinnsatsen.

Produktiviteten i norsk økonomi har vært betydelig lavere de siste 15 årene enn tidligere (Meld. St. 14 (2020–2021), s. 64). Hvis vi ser på de markedsrettede delene av Fastlands-Norge kan vi se at produktivitetsveksten har falt om lag 3 pst. per år i perioden 1996–2005 til 0,8 pst. i perioden 2006–2014 (NOU 2016:3, s. 13). Dette indikerer et betydelig trendskifte i produktivitetsveksten, som vi også kan legge merke til med de fleste andre OECD-land. Forklaringen bak denne nedgangen kan blant annet relateres til internasjonale virkninger av finanskrisen som rammet Norge, samt at det etter EU-utvidelsen i 2004 var sterk sysselsettingsvekst på grunn av høy arbeidsinnvandring. En stor andel av de som kom ble sysselsatt i arbeidsintensive næringer med relativt lav produktivitet. Dette har bidratt til en nedgang i produktivitetsveksten (NOU 2016:3, s. 51). En annen årsak kan være den svake veksten hos Norges handelspartnere den siste tiden, som også kan ha bidratt til å trekke ned produktivitetsveksten i Norge. Noe av nedgangen må vi anta kan være konjunkturelt betinget.

I en tid med svekket produktivitetsvekst, står Norge samtidig overfor nye og kjente utfordringer i tiden fremover som vil gjøre det vanskelig, men svært viktig å holde produktivitetsveksten oppe.

3.1.1. Måling av produktivitet

Produktivitet kan måles på flere ulike måter. Det vanligste målet på produktivitet er arbeidsproduktivitet, i oppgaven benevnt som y . Arbeidsproduktivitet for hele økonomien måles ofte som BNP-volum per utførte timeverk eller årsverk. Total faktorproduktivitet (TFP) er et annet produktivitetsmål, i oppgaven benevnt som A . TFP er en bedre indikator på generell teknologisk fremgang. TFP-vekst beregnes som forskjell i en produksjonsøkning og vekst i alle innsatsfaktorer. Når en skal vurdere endringer i produktivitetsvekst over tid, brukes som oftest vekst i arbeidsproduktivitet som grunnlag, ettersom denne er lettest å beregne, formidle, sammenlikne mellom land, og er minst sårbar overfor endringer og svakheter i nasjonalregnskapet (NOU 2015: 1, s. 72).

3.2. ARBEIDSKRAFT

Norges viktigste ressurs er arbeidskraften (NHO, 2018). Tilgangen og kvaliteten på produksjonsfaktoren arbeidskraft er med på å bestemme de langsiktige vekstmulighetene til økonomien. For fremtidig produktivitet og velferd er det viktig at arbeidskraften utnyttes godt, både gjennom høy sysselsettingsandel og kompetanse tilpasset landets behov. Hvis vi ser på de siste 50 årene, har arbeidsinnsatsen vært nokså stabil, men hatt en svak, negativ utvikling de siste årene. Dette er et resultat av to motgående trender: sysselsettingen har totalt sett økt, mens arbeidstiden per sysselsatt har falt (NHO, 2018). Sysselsettingen i Norge er høy sammenliknet med OECD-land, mens den gjennomsnittlige arbeidstiden er noe lav. Dette skyldes flere forhold, som blant annet lavere avtalt arbeidstid, høyt sykefravær og lange permisjonsordninger (Meld. St. 29 (2016–2017), s. 151).

Høy arbeidsledighet bidrar til å svekke et lands produktivitetsvekst. En fellesnevner for de som står utenfor arbeidsmarkedet i Norge er lav kompetanse, og høy arbeidsledighet rammer spesielt unge arbeidstakere og arbeidstakere med lite utdanning (Steigum, 2018, s. 312). Tall fra 2016 viser at de med universitets- eller høyskoleutdanning utgjorde 40,3 prosent av arbeidsstyrken, og ledighetsraten i denne gruppen var 3,1 prosent. De som hadde videregående skole utgjorde 41,7 prosent av arbeidsstyrken, og ledighetsraten i denne gruppen var 4,2 prosent i 2016. De resterende av arbeidsstyrken (18 prosent) hadde kun grunnskole eller ungdomsskole. Ledighetsraten i denne gruppen var vesentlig høyere enn de to andre nevnte gruppene, og lå i underkant av 10 prosent (Steigum, 2018, s. 313).

På bakgrunn av det grønne skiftet, globalisering og teknologisk utvikling mener NAV at det ventes høy omstillingstakt i arbeidslivet fremover. Det ventes at omkring én av fire jobber i Norge vil gjennomgå store endringer (NAV, 2021). Dette innebærer blant annet at kompetansen hos arbeidstakere må oppdateres oftere. NAV mener at det neppe vil være mangel på jobber fremover, men at det vil være økt risiko for at enkelte grupper blir stående utenfor arbeidsmarkedet. Spesielt utsatte grupper er de med lav kompetanse. Blant høyt utdannede venter NAV lav arbeidsledighet fremover (NAV, 2021). En utvikling i arbeidslivet hvor fler og fler arbeidstakere med lav kompetanse blir stående utenfor arbeidsmarkedet, vil bidra til å svekke Norges produktivitetsvekst. Dette

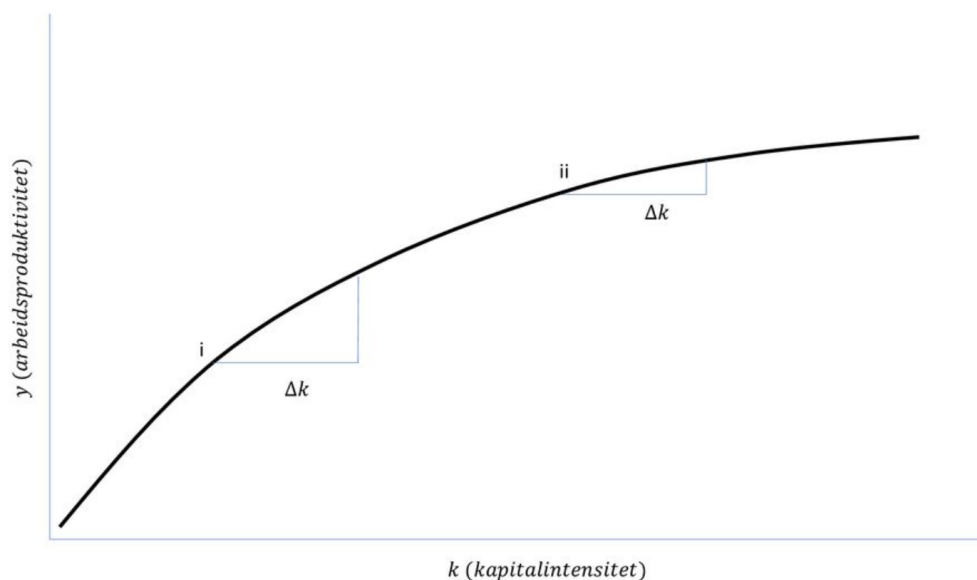
tydeliggjør viktigheten av utdanning og kompetanse for fremtidig produktivitetsvekst.

Fra økonomisk teori vet vi at økt tilgang og kvalitet på innsatsfaktorene våre vil gi økt produktivitet, og for arbeidskraften skjer dette gjennom utdanning og kompetanse. Humankapital, definert som «arbeidskraftens arbeidsevne, utdanning og kompetanse», vil direkte påvirke produktiviteten til arbeidskraft. Økt utdanningsnivå vil føre til økt effektivitet, og kan dermed øke produksjon per sysselsatt (Holden, 2018, s. 459). Det kan også trekkes frem at utdanning og kompetanse potensielt kan styrke arbeidskraftens evne til å utnytte teknologi og kapitalutstyr på en mer effektiv måte, og på denne måten øke produktiviteten til arbeidskraft. Det vil være spesielt viktig i tiden fremover at Norge har en stor og kompetent arbeidsstyrke for å kunne møte samfunnets økende krav til kunnskap. Det er i stor grad med på å bestemme de langsiktige vekstmulighetene til økonomien.

3.3. REALKAPITAL

Slik økonomisk teori og Solow-modellen tilsier er høy investeringsrate en viktig faktor bak økonomisk vekst. Fra teori vet vi at det er en sterk positiv korrelasjon mellom investeringsraten og økonomisk vekst, og mellom realkapital per arbeider og BNP per innbygger. Land som har satsset på høy realkapital gjennom høy sparing og høy investering, er gjengjeldt med økonomisk vekst i form av økt BNP. Det er gjort flere forsøk på å beregne realkapital sin betydning for inntektsforskjeller mellom land, og Hsieh og Klenow (2010) sitt anslag i litteraturen tyder på at forskjeller i realkapital kan forklare 20 prosent av forskjellene (Hsieh & Klenow, 2010, s. 222).

En viktig egenskap ved realkapital, er at økt realkapital gir avtagende utbytte. Det innebærer at det er en stor gevinst ved å investere for land med lite realkapital, men gevinsten ved å investere avtar når realkapitalen per arbeider øker. Høy kapitalintensitet gir dermed isolert sett et høyere produktivetsnivå, men samtidig er det mer krevende å øke produktiviteten ytterligere. Vi har en konkav produktfunksjon, og denne sammenhengen kan vises ved grafen nedenfor.



Figur 5. Økt realkapital per sysselsatt (k) øker arbeidsproduktiviteten (y), men økningen blir mindre og mindre etter hvert som k øker.

Sammenliknet med andre vestlige land har Norges samlede investeringer i realkapital vært relativt høye, og vi har forholdsvis mye realkapital per sysselsatt (Meld. St. 12 (2012–2013), 2013, s. 41). Gjennom investeringer i realkapital innenlands økes verdiskapningen og bidrar til nasjonalinntekten. I tillegg vil videreutvikling eller utskifting av realkapital være nødvendig for å kunne ta i bruk ny teknologi. Vår evne til å utnytte teknologi er helt avgjørende for økonomiens fremtidige vekstevne, og dette fordrer høyt utdanningsnivå, kunnskap og kompetanse, altså et høyt nivå på humankapitalen. En godt kvalifisert arbeidsstyrke og høy produktivitet vil også gjøre det mer lønnsomt å investere i ny realkapital.

3.4. TFP

Samfunnsøkonomisk effektivitet kalles *total faktorproduktivitet* (TFP), omtalt som A i oppgaven. TFP defineres som økonomisk vekst som ikke kan tilskrives vekst i innsatsfaktorene arbeidskraft eller kapital. TFP beregnes som en restfaktor i vekstregnskapet, se likning (3) under kapittel 2.2. Produktfunksjonen inneholder som nevnt, en størrelse A , men produktfunksjonen forklarer imidlertid ikke hvilke forhold som faktisk skaper denne veksten. Likevel vet vi at TFP-vekst spiller en vesentlig stor rolle for vekst i arbeidsproduktivitet, og vekstregnskap viser at vekst i TFP har betydd mer for den langsiktige veksten i arbeidsproduktivitet i mange

OECD land, inkludert Norge, enn vekst i kapitalintensitet (Steigum, 2018, s. 209). Hsieh og Klenow (2010) sitt anslag i litteraturen tyder på at forskjeller i TFP er den største forklaringsvariabelen for inntektsforskjeller mellom land, og at denne faktoren kan forklare mellom 50-70 prosent av forskjellene. De foreslår at en økning i TFP ikke kun vil ha en direkte effekt på produksjon, men det vil også ha en viktig indirekte effekt via akkumulering av realkapital og humankapital (Hsieh & Klenow, 2010, s. 222).

Jeg vil videre trekke frem noen generelle forhold som kan være med å forklare et lands TFP. TFP avhenger blant annet av arbeidsstyrkens *humankapital*, hvor effekten av utdanning, kunnskap, ferdigheter og kompetanse fanges opp i TFP (Steigum, 2018, s. 197). En annen forklaringsfaktor er *teknologiske fremskritt*. En viktig årsak til teknologiske fremskritt er vitenskapelig forskning, og i dag er teknologiske fremskritt i hovedsak drevet frem av forskere som er ansatt i bedrifter, universiteter eller på høyskoler (Holden, 2018, s. 462). Teknologi og teknologiske fremskritt henger nært sammen med landets utdannings- og kompetanse nivå, ved at befolkningens kunnskaper og kompetanse skape grunnlag for innovasjoner og innføring av bedre teknologi og organisering i foretakene, som vil slå ut i vekst i TFP (Steigum, 2018, s. 210). Et viktig skille mellom teknologisk utvikling og andre kilder til økonomisk vekst, som for eksempel økt tilgang på produksjonsfaktorene våre, er at teknologisk utvikling er knyttet til kunnskaper og ideer (Holden, 2018, s. 461). I motsetning til for eksempel humankapital og realkapital vil kunnskaper og ideer ikke «brukes opp» og vi omtaler de som ikke-rivaliserende¹⁴. Det at teknologi er ikke-rivaliserende vil kunne være en stor fordel ved at hele verden vil kunne dra nytte av eksisterende kunnskap og ideer som andre har utviklet¹⁵.

Overnevnte momenter er ikke utfyllende for å forklare et lands TFP, og det er flere forhold som vil spille inn. Det er blant annet forhold som *markedssystemets effektivitet, kvaliteten på offentlig forvaltning og økonomisk politikk*, men det vil ikke utdypes nærmere i oppgaven.

¹⁴ En persons konsum av godet vil ikke begrense en annen persons konsum av det samme godet.

¹⁵ På den andre siden kan det innebære reduserte insentiver til teknologiutvikling, slik at det forskes og utvikles for lite. Mulige løsninger på dette problemet er for eksempel å gi offentlig støtte til FoU, patenter eller eiendomsrettigheter til kunnskap og ideer.

3.5. HUMANKAPITAL

I teoretisk litteratur er humankapital ansett som en grunnleggende faktor for økonomisk vekst. Formell utdanning, men også uformell læring og arbeidserfaring representerer investeringer i humankapital. Investeringer i helse er også en viktig faktor som bidrar til å øke humankapitalen. Det eksisterer likevel ingen konsistente eller sammenliknbare mål på tvers av land tilgjengelig, som gjenspeiler alle disse elementene. Økonomer er derfor avhengig av mindreverdige substitutter for å måle humankapital, som for eksempel antall år med formell utdanning. Dette resulterer i at det er vanskelig å få et presist anslag av humankapitalen. Det er likevel gjort flere beregninger av humankapital, og Finansdepartementet anslår at humankapital¹⁶ er den viktigste delen av Norges nasjonalformue, og utgjorde 75 prosent i 2021 (Regjeringen, 2021). Tilnærmingen Finansdepartementet anser som best egnet til å beregne nasjonalformuen er å anslå avkastningen på humankapitalen, og humankapital er beregnet som nåverdien av framtidige arbeidsinntekter per innbygger (Regjeringen, 2021).

3.6. UTDANNING

Utdanning er en motor for vekst, og utdannet arbeidskraft står sentralt for et land som ønsker å utvikle seg. Empiriske studier viser at det er en sterk positiv korrelasjon mellom utdanning og økonomisk vekst (Meld. St. 25 (2013–2014), s. 8). Studier hentet fra utdanningsforbundet viser at gjennomført utdanning fører til økt inntekt med i gjennomsnitt 10 prosentpoeng for hvert studieår, og at land med en høyt utdannet befolkning også har et høyere gjennomsnittlig BNP (Thomassen A. , 2013). Det er rimelig å anta at kausaliteten går begge veier, hvor et land med høyere gjennomsnittlig BNP også bidrar til økt etterspørsel og behov etter utdanning.

I vekstregnskapet kommer utdanning inn på to måter. For det første er kunnskapskapitalen (omtalt som humankapital) representert som en produksjonsfaktor. Høyere utdanning innebærer ferdigheter som kunnskaper og kompetanse, som gir økt produksjon. Helt grovt sett kan vi si at jo høyere

¹⁶ Humankapital er her definert som nåverdien av all fremtidig arbeidskraft

utdanningsnivået er i befolkningen, desto høyere produksjon skaper man. På denne måten fører vekst i utdanningsnivået til økonomisk vekst (Barth, 2005). For det andre er utdanning i seg selv en faktor som genererer vekst, ved at et høyere utdanningsnivå gir høyere vekst i produksjonen. Det finnes en rekke empiriske studier som bekrefter en slik sammenheng (Barth, 2005, s. 177). Mekanismen bak denne sammenhengen mellom utdanningsnivå og vekst er at utdanning fører til kunnskap og kompetanse som skaper ideer og innføring av bedre og ny teknologi. Det er altså en sterk positiv korrelasjon mellom utdanning og teknologisk fremgang. Teknologisk fremgang er avgjørende for langsiktig økonomisk vekst, som vist til i teoridelen av oppgaven.

En sammenlikning av Norge og OECD viser at Norge ligger over gjennomsnittet i OECD når det kommer til ressursbruken i utdanningssektoren og andelen med høyere utdanning (Meld. St. 14 (2020–2021)). Likevel trekker Produktivitetskommissjonen frem at utdanningssystemet i Norge ikke strekker til når det kommer til å frembringe riktig kompetanse (NOU 2015: 1). To viktige momenter Produktivitetskommissjonen trekker frem er at det er relativt få som tar fagutdanning i Norge sammenliknet med andre vestlige land, samt at andelen studenter som uteksamineres i matematikk, naturvitenskapelige og teknologiske fag (MNT-fag) også er svært lav i Norge (NOU 2016:3, s. 18) (Se vedlegg 1). En annen svakhet ved utdanningssystemet i Norge er mangel på ingeniører. Her har utviklingen gått i riktig retning den siste tiden, og vi kan se at situasjonen er blitt bedret de siste årene, selv om det ikke er tilstrekkelig til å dekke behovet.

Av NHOs kompetansebarometer¹⁷ i 2021 kommer det frem at det er et økende behov for håndverksfag og tekniske- og ingeniørfag. Mer enn halvparten, 55 prosent, av bedriftene oppgir at de har behov for håndverksfag, hvorav en tredjedel svarer at de i stor grad har dekket dette behovet. Det er 47 prosent, som oppgir at de har behov for kompetanse innenfor ingeniør og tekniske fag, hvorav en fjerdedel oppgir at de har dette i stor grad (Rørstad et al., 2022, s. 27).

Grønn omstilling er også et av temaene i NHOs kompetansebarometer for 2021, hvor de blant annet ser på hvordan kompetansebehov antas å endres som følge av

¹⁷ NHOs kompetansebarometer kartlegger NHOs medlemsbedrifters kompetansebehov.

grønn omstilling mht. fagområder og utdanningsnivåer. Undersøkelsen viser at bedrifter antar at de vil ha et økende kompetansebehov mht. ingeniør- og tekniske fag og håndverksfag, som følge av grønn omstilling (Rørstad et al., 2022, s. 60) (Se vedlegg 2). Når det kommer til endring av kompetansebehov som følge av grønn omstilling mht. utdanningsnivåer, kommer det frem at de fleste bedrifter antar at de vil ha mer kompetansebehov mht. fullført videregående skole, fagskoleutdanning og yrkesfaglige programmer (Rørstad et al., 2022, s. 62) (Se vedlegg 3).

Fullført videregående opplæring blir stadig viktigere, og vi kan se en utvikling i arbeidslivet hvor fler og fler arbeidstakere med lav kompetanse blir stående utenfor arbeidsmarkedet. Dette gir en tydelig indikasjon på at utdanning og kompetanse er viktig for fremtidig produktivtetsvekst. Videre vil det være sentralt at utdanningen formes slik at arbeidstakerens kompetanse dekker nåværende og fremtidig kompetansebehov. Utdanning skal bidra til å understøtte produktiviteten, og derfor må vi møte fremtidens behov.

4. FRA RESSURSØKONOMI TIL KUNNSKAPSØKONOMI

Denne delen av oppgaven vil se nærmere på omstillinger norsk næringsliv står overfor knyttet til en forventet nedgang i petroleumsnæringen og overgangen til det grønne skiftet; fra ressursøkonomi til en mer kunnskapsbasert økonomi. Fokuset er på potensialet for Norge som ligger i omstillingen. Avslutningsvis vil oppgaven se på fremtidige grønne verdiskapningsmuligheter. Jeg vil komme med eksempler på noen enkelte næringer med utgangspunkt i behovet for høy produktivitet, som kan møte på utfordringene Norge står overfor i dagens samfunn. Dette relateres videre til kunnskapen og kompetansen som kreves i tiden fremover.

Utgangspunktet til Norge for å håndtere nødvendige omstillinger er godt. Hvis vi ser på Norge i en internasjonal sammenheng har vi høy sysselsetting, lav arbeidsledighet og et høyt utdanningsnivå. Vi har i tillegg naturgitte forutsetninger for grønne løsninger.

4.1. GRØNN FREMTID

Klimautfordringen vi står overfor i dag er av global karakter. I 2015 ble det inngått en internasjonal avtale, Parisavtalen, som skal sørge for at verdens land klarer å begrense klimaendringene. Avtalen går ut på at temperaturstigningen på kloden ikke må stige mer enn 2 grader før århundre er over, og tilstrebe å begrense stigningen til 1,5 grader (FN-sambandet, 2020). Avtalen vil kreve kraftige reduksjoner i de globale utslippene internasjonalt. Dette innebærer omfattende og rask omstilling i alle land og alle sektorer. Dette gir næringslivet utfordringer, men også muligheter.

Klimautfordringen vil kreve flere virkemidler, men den mest effektive vil være å sette en pris på utslippene av klimagasser. Forurensere må betale for utslipp, og det vil gi incentiver til produksjon og forbruk i en mer klimavennlig retning. I Norge har nivået på klimaavgiftene økt, og i Meld. St. 13 (2020–2021) har regjeringen lagt frem en plan med blant annet en gradvis økning av CO₂-avgiften for ikke-kvotepliktige utslipp. Dette fører til at det vil være mer lønnsomt å utvikle og ta i bruk ny og mer klimavennlig teknologi. Det tyder på at fremtidig omstilling til nye og lønnsomme sektorer forutsetter lavt utslipp av klimagasser. I Norge kommer innenlandsk utslipp av klimagasser hovedsakelig fra fire kilder; olje- og gassproduksjonen, transporten, industrien og landbruket. Det er enklest å påpeke at innenlandsk utslipp i hovedsak kommer fra olje- og gass, hvorav nærmere 80 prosent av utslippene fra norsk territorium kommer skyldes bruk av olje- og gass (Randers, 2019). Norge har tilnærmet ingen utslipp fra energiproduksjon i fastlandsøkonomien (Meld. St. 36 (2020–2021)) (Se vedlegg 4). FN's klimapanel har vurdert ulike scenarier for å nå målene i Parisavtalen, hvor utviklingen av energisektoren preges av en sterk økning i produksjon fra sol, vind og bærekraftig biomasse. Det er også en rask oppskalering av karbonfangst og -lagring (Meld. St. 36 (2020–2021), s. 117). Norge har åpenbart en stor fordel her ettersom vi har naturgitte, teknologiske og kompetansemessige forutsetninger for grønne løsninger som blant annet havvind, hydrogen, og karbonfangst og -lagring.

Omstillingen fra en oljeøkonomi til en grønn økonomi, innebærer at Norge må ha ny inntektsvekst som primært må skapes i nye næringer. Norge står ved et vendepunkt, som vi grovt sett kan si innebærer et skifte fra en ressursøkonomi til

en mer kunnskapsbasert økonomi. Kunnskap vil være nøkkelen til et vellykket grønt skifte.

4.2. TEKNOLOGIADOPSJON

Nye næringer og utvikling i eksisterende næringer avhenger av et lands evne til å utvikle og ta i bruk teknologi, som i stor grad bestemmes av den samlede kunnskapskapitalen. Som vist til tidligere i oppgaven er befolkningens kunnskaper og kompetanse avgjørende faktorer for innføring og forståelse av ny teknologi. Kunnskapskapitalen påvirkes igjen av landets utdannings- og forskningssystem.

Gjennom teknologiadopsjon kan land som ligger bak teknologifronten ta i bruk teknologi som er utviklet i andre land, i stedet for å utvikle ny teknologi. Dette forutsetter at land har kapasitet og kunnskap til å evne å ta i bruk ny teknologi, og at de innehar absorpsjonskapasitet¹⁸. Et lands absorpsjonskapasitet kan også omtales som landets lærings- og omstillingsevne, og er nært knyttet til landets kunnskapsbase, som påvirkes blant annet av nivået og kvaliteten på utdanningen (NOU 2015: 1, s. 115). Når det kommer til Norge er vi en liten økonomi, og har av denne grunn ikke kapasitet til å ligge i front på teknologien innenfor alle sektorer. Enkelte studier tyder på at Norge ligger et stykke bak teknologifronten i flere næringer, men det eksisterer lite empiri på dette feltet (Griffith m.fl., 2004, referert i NOU 2015: 1). For et lite land som Norge vil det største potensialet for produktivitetsvekst kunne ligge i teknologiadopsjon. Dette understreker betydningen av høy absorpsjonskapasitet, altså at samfunnet klarer å utnytte og ta i bruk teknologien.

4.3. OLJETEKNOLOGI FOR GRØNT SKIFTE

Til tross for at petroleumsvirksomheten står for store utslipp av fossil energi, som er en av de betydeligste årsakene til den globale oppvarmingen, er denne virksomheten likevel en viktig del av løsningen på klimaproblemet.

¹⁸ Absorpsjonskapasitet omhandler evnen til å gjenkjenne verdien av ny informasjon, integrere den og anvende den (Meld. St. 36 (2020–2021)).

Petroleumsvirksomheten sitter med betydningsfull kompetanse verden trenger for å utvikle nye løsninger til å produsere ren energi.

Vi har i dag en høyteknologisk petroleumsnæring i verdensklasse. Denne næringen innehar i dag mange av Norges fremste ingeniører, som har vært med på å gjøre Norge til et høyproduktivt land. Mye tyder på at teknologi og kompetanse innenfor petroleumsnæringen har hatt stor betydning også i andre deler av næringslivet, og bidratt til å løfte produktiviteten også ellers i økonomien. Aktiviteten i petroleumsnæringen krever betydelig kapital og kompetent arbeidskraft, og dette skaper solide ringvirkninger til resten av økonomien i form av teknologi, kunnskap og etterspørsel (Meld. St. 36 (2020–2021), s. 138).

En avgjørende faktor i overgangen til det grønne skiftet er teknologiutviklingen vi har hatt i olje- og gassnæringen. Teknologi og metodikk utviklet i petroleumsnæringen kan anvendes i andre sektorer, og nye grønne arbeidsplasser vil dermed kunne ta i bruk teknologi som er utviklet i olje- og gassnæringen. Kompetanse fra denne næringen er svært viktig når vi skal utvikle morgendagens løsninger for grønn vekst.

Teknologioverføring har et enormt potensial. Teknologi fra petroleumsvirksomheten brukes i dag, til for eksempel lading av el-biler, overvåking av hjertepasienter og finanstransaksjoner (Ellingsen et al., 2015). Det finnes langt flere eksempler på slike teknologioverføringer til andre sektorer, som har bidratt til mer effektiv ressursbruk. Det ligger store muligheter for teknologioverføring fra olje- og gassektoren til videre utvikling av det norske kunnskapssamfunnet.

4.4. FREMTIDIGE GRØNNE VERDISKAPNINGSMULIGHETER

Energi er grunnlaget for velferd og vekst, og en av de viktigste årsakene til økonomisk vekst i Norge og utviklingen av det norske velferdssamfunnet, er tilgangen på, og evnen til å ta i bruk energiresursene våre. Petroleumsnæringen er i dag den største næringen i norsk økonomi, og samtidig den største næringen som andel av energisektoren, målt i verdiskapning og sysselsetting (Meld. St. 36 (2020–2021), s. 17). På bakgrunn av en forventet nedgang i petroleumssektoren,

samt omstilling til lavutslippssamfunnet vil vi trenge andre energikilder i tiden fremover. Norge står overfor en stor endring på energiområdet, sammen med resten av verden.

For at Norge skal klare å omstille seg til nye sektorer og styrke produktiviteten i norsk næringsliv er det avgjørende at vi omstiller oss til nye lønnsomme og høyproduktive næringer basert på energiressursene våre. Produktivitet er et nøkkelbegrep for fremtidig velferd, og vi ønsker høy produktivitet for å få mest mulig ut av ressursene våre. Norge har svært god tilgang til olje og gass, men også ren kraft. Det er viktig at Norge utnytter sine komparative fortrinn basert på naturgitte forutsetninger, i omstillingen til det grønne skiftet.

Vi vet enda ikke hvilke næringer som skal sikre fremtidens arbeidsplasser og eksportverdier. Vi kan ikke forvente at én ny enkeltnæring vil ta over og bli den nye vekstmotoren etter petroleumssektoren, men det vil sannsynligvis være flere næringer. I dette kapitlet ser jeg nærmere på utvikling av utvalgte utslippsfrie næringer som bidrar til å omstille Norge til et lavutslippssamfunn, med utgangspunkt i behovet for høy produktivitet. I det følgende vil det først gis en kort presentasjon av fornybarnæringen. Deretter har jeg valgt å gi en kort presentasjon av tre utvalgte næringer; havvind, CO₂-håndtering og hydrogen. Grunnen til at jeg fokuserer på de overnevnte er at det er utslippsfrie næringer som drar nytte av kompetanse og teknologi som petroleumsnæringen kan bidra med. Videre vil oppgaven se kort på elektrifisering av olje- og gassproduksjon. Dette begrunnes i at det observeres et økende behov for mer energi i framtiden, samtidig som det kan være vanskelig å dekke morgendagens energibehov ved kun fornybar energi alene. Jeg vil ikke gå i dybden på de ulike næringene, men hovedfokus mitt vil være å se på kompetanse og utdanning som grunnlag for å lykkes med vekst og utvikling.

4.4.1. Fornybarnæringen

Den mest produktive næringen i Norge etter olje og gass er fornybarnæringen¹⁹, målt i omsetning pr. sysselsatt (Energi Norge, u.d.). Fornybarnæringen er samtidig

¹⁹ Fornybarnæringen betegnes for ulike deler av energisektoren som skaper verdier med basis i Norges fornybare ressurser.

en ettertraktet vare til lavutslippssamfunnet, ettersom den bidrar til å kutte utslipp i hele økonomien i form av fornybar energi. For Norges fremtidige vekst og utvikling av det norske velferdssamfunnet er vi derfor avhengig av vekst og utvikling i denne næringen. Det er også avgjørende at vi omstiller økonomien slik at den er tilpasset et høyproduktivt lavutslippssamfunn.

Siden liberaliseringen av kraftmarkedet i 1991 har verdiskapningen i fornybarnæringen vært jevnt stigende (Se vedlegg 5). Næringen omsatte for 170,5 milliarder kroner i 2018, og dette er omtrent dobbelt så mye som omsetningen innenfor fiskeri og havbruk (Energi Norge, u.d.). Denne omsetningen ga grunnlag for verdiskapning på 84 milliarder kroner, og fornybarnæringen står for 2,5 prosent av den samlede verdiskapningen i fastlands-Norge (Meld. St. 36 (2020–2021), s. 23).

Som nevnt tidligere i oppgaven kommer innenlandsk utslipp av klimagasser i Norge hovedsakelig fra olje- og gassproduksjonen, transporten og industrien. Gjennom videre prosess med grønn omstilling i disse næringene, vil det trolig innebære økt bruk av fornybar energi gjennom elektrifisering. Dette gir vekstmuligheter for fornybarnæringen, og på mange måter kan vi si at denne næringen er en viktig forutsetning for omstilling og grønn vekst i andre næringer.

De endringene vi nå observerer i energimarkedet, skaper utfordringer, men samtidig muligheter for en energinasjon som Norge.

4.4.2. Havvind, CO₂ håndtering og hydrogen

Havvind

I kjølvannet av olje- og gassnæringen vokser det frem nye næringer til havs. De siste årene har det vært en sterk vekst i Europa når det gjelder vindkraft til havs, og mange mener havvind kommer til å spille en nøkkelrolle i overgangen til det grønne skiftet. Et av målene til den norske politikken er at havvind skal kunne styrke norske eksportbedrifter sin mulighet til å konkurrere i et voksende internasjonalt marked, samt at det på sikt kan legge til rette for god ressursforvaltning (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021, s. 31).

Utgangspunktet til norsk industri for å bidra i en lønnsom havvindnæring er godt.

Vi har stabile vindressurser, erfaring med forvaltning av energiressurser, høy offshore-kompetanse og dyktige ingeniører som leverer høy kvalitet (Meld. St. 36 (2020–2021), s. 84). Teknologi, kompetanse og erfaring fra petroleumsnæringen har i stor grad skapt muligheter for norske leverandører til å posisjonere seg i dette framvoksende markedet.

Likevel er det viktig å kommentere at dersom det fremover skulle være en fart i oljebransjen kan det skape problemer for norsk havvind-suksess. Dersom høyere marginer i petroleumsnæringen gjør at havvindprosjekter nedprioriteres, kan tilgang på kompetent arbeidskraft være en stor barriere når havvind-bransjen skal vokse i årene fremover.

CO₂-håndtering

Utvikling av løsninger for fangst og lagring av CO₂ vil kunne bidra til utslippskutt i industriprosesser, på områder som det i dag ikke finnes alternative teknologier. Som nevnt tidligere i oppgaven øker verdens energibehov, og for å redusere utslipp fra energiproduksjon basert på fossile energikilder, vil CO₂-håndtering kunne spille en viktig rolle. Norge har en ledende posisjon innen CO₂-håndtering. Dette bygger på 50 års erfaring fra olje- og gassvirksomhet på norsk sokkel, 25 års erfaring med offshore CO₂-lagring, leverandørindustri²⁰ og forskningsmiljø i verdensklasse (Meld. St. 36 (2020–2021), s. 116). Særlig norsk olje- og gassindustri har sterk kompetanse innenfor CO₂-lagring.

Hydrogen

Hydrogen er et område der Norge har et stort potensial. Hydrogen er en energibærer som vil kunne bidra til å redusere utslipp for en rekke sektorer i samfunnet, samt øke verdiskapningen. Utgangspunktet til Norge for å lykkes i satsingen på hydrogen er godt, og det norske næringslivet står i en god posisjon for å ta del i fremvoksende markedet. Dette bygger på våre gode forsknings- og teknologimiljøer og et sterkt næringsliv. Norge har i tillegg naturgassressurser og store fornybarressurser som kan gi produksjonsfortrinn i et økende marked for hydrogen, samt kompetansen for utvikling og økt bruk av hydrogen fra

²⁰ Leverandørindustri i Norge består av norskbaserte selskaper som leverer olje- og gassrelaterte tjenester eller produkter til petroleumsindustrien **Ugyldig kilde er angitt..**

industrivirksomheter (Meld. St. 36 (2020–2021), s. 103). Ny teknologi og teknologiutvikling er et viktig nøkkelord her. Forskningsrådet tildelte over 150 millioner kroner til 13 ulike prosjekter i 2020, for å utvikle hydrogenbasert teknologi (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021, s. 33).

4.4.3. Elektrifisering av olje og gassproduksjon

Overgangen til det grønne skiftet vil kreve sterk vekst innenfor fornybar energi, men vi kan likevel anta at olje og gass vil være en viktig komponent i lang tid framover, selv i det grønne skiftet. Det vil derfor være svært viktig at den nødvendige mengden olje og gass som verden trenger produseres med så lavt utslipp som mulig. Elektrifisering av olje- og gassproduksjon²¹ vil kunne være en nøkkelkomponent, som bidrar til reduksjon i klimagassutslippene.

Utvinning av olje og gass på sokkelen utgjør noen av de største klimagassutslippene i Norge. Dette er fordi det blir brukt gassturbiner til produksjon av den elektrisiteten som kreves i utvinningen (Tahir, 2022). Ved å erstatte gassturbinene med bruk av kraft kan utslipp kuttes betydelig.

Det er likevel mye diskusjoner rundt en klimavennlig oljeindustri ved elektrifisering av sokkelen, og det er åpenbart både positive og negative sider ved dette tiltaket. Det stilles spørsmål hvor stor den reelle klimaeffekten vil være. Økt elektrifisering av sokkelen vil kreve mye kraft, og kan føre til kraftig økning i Norges kraftforbruk (Hovland, 2020). Det er mange momenter som spiller inn når det kommer til fordeler og ulemper ved elektrifisering av sokkelen, og oppgaven vil ikke gå i dybden på dette temaet.

5. KUNNSKAP I SENTRUM FOR FREMTIDEN

Høy kompetanse er en viktig forutsetning for at Norge skal være omstillingsdyktige og lykkes i den grønne omstillingen. Felles for de tre potensielle vekstområdene jeg har valgt å se på; havvind, CO₂-håndtering og hydrogen, er at de innebærer betydelig kompetanse og teknologi fra olje- og gassvirksomhet. I tillegg er ny teknologi og videre teknologiutvikling helt

²¹ Elektrifisering olje- og gassproduksjon vil si at strøm brukes på offshore-plattformer som strømkilde.

avgjørende for å lykkes. Riktig kompetanse er en viktig forutsetning for at teknologiske løsninger kan utvikles og tas i bruk. Vi trenger mennesker med kunnskap og kompetanse - derfor må det satses på utdanning og forskning. Gjennom utdanning og forskning kommer løsningene for fremtiden til å bli utviklet.

Denne delen av oppgaven vil i det følgende drøfte Norges situasjon knyttet til utdanning og FoU for fremtidig omstillingsevne i norsk næringsliv.

5.1. UTDANNING

Hvordan er utdanningen i Norge i dag rustet for fremtidig omstilling og det grønne skiftet? Det vil være viktig at det er godt samsvar mellom den kompetansen vi velger å produsere og den kompetansen fremtidens arbeidsliv har behov for. Oppgaven vil i det følgende trekke frem noen svakheter og styrker i Norges utdannings- og kompetansesystem, spesielt med hensyn til grønn omstilling.

Det må først og fremst trekkes frem at Norge står i en god posisjon for å håndtere nødvendige omstillinger. Vi har et høyt utdanningsnivå, og ligger over gjennomsnittet i OECD når det kommer til ressursbruken i utdanningssektoren og andelen med høyere utdanning (Meld. St. 14 (2020–2021)). Til tross for store utgifter til utdanning og høy deltagelse, kan det også trekkes frem svakheter i utdannings- og kompetansesystemet.

Utdanningen må være komplementært til det Norge har komparative fortrinn i. Som trukket frem tidligere i oppgaven er andelen studenter som uteksamineres i matematikk, naturvitenskapelige og teknologiske fag (MNT-fag) svært lav i Norge (NOU 2016:3, s. 18), og det observeres også mangel på ingeniører. Ifølge NHOs kompetansebarometer kommer det frem at bedrifter antar de vil ha større behov for ingeniør- og tekniske fag. Det kan tyde på at utdanningsforbundet i Norge må jobbe med å styrke incentivene til MNT-fag, og ingeniør- og tekniske fag, samtidig bør utdanningskapasiteten økes for slike yrker hvor det er vedvarende mangel på arbeidskraft.

En annen svakhet ved utdanningssystemet i Norge som trekkes frem i oppgaven er at det observeres et relativt høyt frafall fra videregående skole. Med stadig økende krav til kompetanse er det viktig at flere kommer gjennom videregående opplæring. Det er også relativt få som tar fagutdanning i Norge sammenliknet med andre vestlige land. Ifølge NHOs kompetansebarometer kommer det frem at bedrifter antar de vil ha større behov for fagskoleutdanning og yrkesfaglige programmer som følge av grønn omstilling. For å møte fremtidens kompetansebehov må det satses på mer fagutdanning, og det må jobbes for å styrke yrkesfagene hele veien til høyere yrkesfaglig utdanning. Det kan bidra til å gjøre disse mer attraktive. Samtidig må utdanningssystemet i Norge jobbe for en høyere gjennomføringsandel i videregående skole.

Kompetansebehovsutvalget (KBU) har gjennomført flere studier og analyser om framtidens kompetansebehov, og de konkluderer med at det vil bli et økende behov for mer kontinuerlig kompetanseutvikling framover (NOU 2021: 2, s. 110). Dette skyldes forventede omstillinger til nye yrker og jobber, og arbeidstakere må blant annet kunne håndtere mer teknologiintensivt arbeid. Det innebærer store krav til omstilling og livslang læring, og gir et økende behov for god grunnkompetanse og utdanning på minimum videregående nivå. For å møte framtidens kompetansebehov må vi styrke ordningene for etter- og videreutdanning.

Utdanning skaper kvalifisert arbeidskraft, og det vil gjøre omstillinger lettere. Utdanning er avgjørende for å øke befolkningens kunnskap og kompetanse, og disse faktorene legger grunnlaget for ny teknologi og videre teknologiutvikling. I tillegg vil teknologiadopsjon være en viktig faktor, som fordrer høy absorpsjonskapasitet og påvirkes av nivået og kvaliteten på utdanningen. Det grønne skiftet vil trolig innebære større krav til å kunne ta i bruk og utvikle ny teknologi, og en høyt utdannet og kompetent arbeidsstyrke vil være en viktig faktor. Samtidig vet vi at de med høyere utdanning er mindre utsatt for arbeidsledighet, som nevnt tidligere i oppgaven, og dette bidrar også til økt produktivitetsvekst i økonomien. Med andre ord er utdanning helt avgjørende for at vi skal klare å vellykket omstille oss og skape bærekraftig økonomisk vekst i tiden som kommer.

5.2. FoU

Forskning og utvikling (FoU) er av avgjørende betydning for at vi skal klare å utnytte energiresursene våre mer effektivt og samtidig miljøvennlig, både petroleumsressursene våre og de fornybare ressursene. FoU legger grunnlag for fremtidig verdiskapning.

Det er et økende behov for forskningsbasert kunnskap. I dag rettes FoU i økende grad mot ny teknologi og teknologiutvikling som skal muliggjøre mer effektiv utnytting av våre energiresurser, også i et lavutslippssamfunn. Noen eksempler her er som nevnt over; havvind, CO₂-håndtering, produksjon og bruk av hydrogen, og elektrifisering av olje- og gassproduksjon. Petroleumsnæringen legger grunnlag for teknologiutvikling og bidrar med kompetanse for videreutvikling av grønne næringer. Likevel er forskning og ny teknologi avgjørende for fremtidig vekst og utvikling i næringene.

Økte CO₂-avgifter vil også gi sterkere insentiver til næringslivet for forskning og innovasjon, og vil kunne øke markedene for lavutslippsløsninger. Her kan norske bedrifter og forskningsmiljøer styrke den grønne konkurransekraften ved å ta en ledende rolle intensjonalt. Regjeringen har høye ambisjoner for norsk forskning. Forskningsrådet hadde en totalinnsats knyttet til klima, miljø og miljøvennlig energi på 3,1 milliarder i 2019, som tilsvarer 30,4 prosent av de totale utgiftene (Meld. St. 13 (2020–2021), 2021, s. 176). Dette er en økning på 47 prosent siden 2014. I 2021 styrket regjeringen statsbudsjettet ytterligere for forskningsinnsatsen innenfor klima, miljø og miljøvennlig energi (Meld. St. 13 (2020–2021), 2021, s. 177).

Teknologiske fremskritt er en av nøklene til det grønne skiftet. Det vil gjøre omstillinger lettere, ved at det blant annet reduserer kostnadene ved produksjon og bruk av fornybar energi og gjør at vi kan unytte ressursene vår mer effekt. FoU er avgjørende for å gjøre oss omstillingsdyktige. I tillegg vet vi fra økonomisk teori at teknologiske fremskritt er den eneste kilden til langsiktig økonomisk vekst.

6. AVSLUTTENDE ORD

Utdannet arbeidskraft er den sentrale faktoren bak økonomisk vekst. Gjennom arbeidet med oppgaven har jeg forsøkt å skape en forståelse av viktigheten av utdanning for å gjøre Norge omstillingsdyktige og for å bidra til bærekraftig vekst i tiden som kommer. Økonomisk teori forklarer og gir støtte for hvordan humankapital gjennom investeringer i utdanning er en viktig faktor for økonomisk vekst, og øker kunnskapsnivået og skaper grunnlag for teknologiutvikling. Ny teknologi og teknologiske fremskritt vil være avgjørende for økonomisk vekst og for at vi skal være omstillingsdyktige.

Det er ingen tvil om at befolkningens utdanningsnivå har stor påvirkning på hvordan et land utvikler seg, og hvordan Norge vil utvikle seg i tiden fremover. Utdannet arbeidskraft øker produktiviteten i økonomien, og det er flere forhold som peker i retning av at etterspørselen etter utdannet arbeidskraft i Norge vil øke i tiden fremover. Utdanningssystemet spiller en aktiv rolle i norsk økonomi, og vi må sørge for å ha rett kompetanse til rett tid for at utdanning skal bidra til å styrke produktiviteten. Det vil være sentralt at utdanningen formes slik at arbeidstakerens kompetanse dekker nåværende og fremtidig kompetansebehov. Norge vil trenge mennesker med kunnskap og kompetanse i tiden fremover – derfor må det satses på utdanning.

7. REFERANSELISTE

- Barth, E. (2005).** Den samfunnsmessige avkastning av utdanning. *Utdanning 2005*, 168-190. <https://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/sa74/kap-8.pdf>
- Dauidsen, B.-I. (2012).** *Makroøkonomi* (1. utg.) Akademika forlag.
- Ellingsen, A.-G., Schjøtt-Pedersen, K., & Hagesæther, O. (2015).** *Oljeteknologi for grønt skifte*. GCE NODE.
<https://gcenode.no/opinions/oljeteknologi-for-gront-skifte/>
- Energi Norge. (u.d.).** *En høyproduktiv næring*.
<https://www.energinorge.no/fornybarometeret/verdiskaping-i-fornybarnaringen/>
- Equinor. (u.d.).** *Det grønne skiftet er vår viktigste oppgave*.
<https://www.equinor.com/no/magazine/energy-transition/oil-and-gas.html>
- Fazli, N. (2021).** Hvor mange fullfører bachelor eller master?. *Studiepoeng og fullført høyere utdanning*. Statistisk sentralbyrå.
<https://www.ssb.no/utdanning/artikler-og-publikasjoner/hvor-mange-fullforer-bachelor-eller-master>
- FN-sambandet. (2020).** *Parisavtalen*. <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen>
- FN-sambandet. (2021).** *Befolkning, migrasjon og urbanisering*.
<https://www.fn.no/tema/fattigdom/befolkning>
- Hægeland, T., & Møen, J. (2000).** *Betydningen av høyere utdanning og akademisk forskning for økonomisk vekst*. Statistisk Sentralbyrå.
https://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/rapp_200010/rapp_200010.pdf
- Holden, S. (2018).** *Makroøkonomi* (2. utg.). Cappelen Damm.

- Hovland, K. (2020, Januar 6).** Elektrifisering av sokkelen krever mye kraft: – Umulig uten vindkraft. *E24*. <https://e24.no/det-groenne-skiftet/i/9vLA8d/elektrifisering-av-sokkelen-krever-mye-kraft-umulig-uten-vindkraft>
- Hsieh, C.-T., & Klenow, P. (2010).** Development Accounting. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2 (1): 207-223.
- Mankiw, G., Romer, D., & Weil, D. (1992).** A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 1992, 407-437. <https://doi.org/10.2307/2118477>
- Meld. St. 12 (2012–2013).** *Drivkrefter for langsiktig vekst*. Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-12-20122013/id714050/?ch=1>
- Meld. St. 13 (2020–2021).** *Klimaplan for 2021–2030*. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/?ch=1>
- Meld. St. 14 (2020–2021).** *Perspektivmeldingen 2021*. Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-14-20202021/id2834218/?ch=1>
- Meld. St. 25 (2013–2014).** *Utdanning for utvikling*. Utenriksdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Meld-St-25--20132014/id762554/?ch=2>
- Meld. St. 29 (2016–2017).** *Perspektivmeldingen 2017*. Finansdepartementet. Hentet fra Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-29-20162017/id2546674/>
- Meld. St. 36 (2020–2021).** *Energi til arbeid – langsiktig verdiskaping fra norske energiresurser*. Olje- og energidepartementet.

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-36-20202021/id2860081/>

NAV. (2021). *NAVs omverdensanalyse 2021.*

[NAVs%20omverdensanalyse%202021%20\(2\).pdf](#)

Nærings- og fiskeridepartementet. (2021). *Blått hav, grønn fremtid.*

<https://www.regjeringen.no/contentassets/564afd76f1e34ccda982f785c33d21b9/no/pdfs/211524-regjeringens-havrapport.pdf>

NHO. (2018). *Fremtidens arbeidsliv.*

<https://www.nho.no/publikasjoner/p/naringslivets-perspektivmelding/fremtidens-arbeidsliv/>

NOU 2015: 1. (2015). *Produktivitet – grunnlag for vekst og velferd —*

Produktivitetskomisjonens første rapport. Finansdepartementet.

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-1/id2395258/?ch=5>

NOU 2016:3. (2016). *Ved et vendepunkt: Fra ressursøkonomi til*

kunnskapsøkonomi — Produktivitetskomisjonens andre rapport.

Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2016-3/id2474809/>

NOU 2021: 2. (2021). *Kompetanse, aktivitet og inntektssikring — Tiltak for økt*

sysselsetting. Arbeids- og inkluderingsdepartementet.

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2021-2/id2832582/?ch=5#kap4-5>

NOU 2021: 4. (2021). *Norge mot 2025 — Om grunnlaget for verdiskaping, produksjon, sysselsetting og velferd etter pandemien.*

Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2021-4/id2841052/?ch=9>

- Nygård, G. (2021).** *35 prosent har høyere utdanning.* Statistisk sentralbyrå.
<https://www.ssb.no/utdanning/utdanningsniva/statistikk/befolkningens-utdanningsniva/artikler/35-prosent-har-hoyere-utdanning>
- OECD. (2007).** *Human Capital: How what you know shapes your life.*
<https://www.oecd.org/insights/38435845.pdf>
- OECD. (u.d.).** *Productivity, human capital and educational policies.*
<https://www.oecd.org/economy/human-capital/>
- Randers, J. (2019).** Grønn vekst i Norge mot 2050. *Magma*, 17-24.
<https://biopen.bi.no/bitstream/handle/11250/2632141/Magma%2b1905%2bRanders.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Rørstad, K., Børing, P., & Solberg, E. (2022).** *NHOs kompetansebarometer 2021.* NIFU.
<https://www.nho.no/siteassets/publikasjoner/kompetansebarometeret/nhos-kompetansebarometer-2021---nifurapport2022-3.pdf>
- Finansdepartementet. (2021).** *Hvor stor er oljeformuen?.*
https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/norsk_okonomi/bruk-av-oljepenger-/hvor-stor-er-oljeformuen/id484903/
- SSB. (2021).** *223 milliarder til utdanning.*
<https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/nasjonalregnskap/statistikk/utdanningsregnskap/artikler/223-milliarder-til-utdanning>
- SSB. (2021).** *Utdanningsregnskap.* <https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/nasjonalregnskap/statistikk/utdanningsregnskap>

Statistisk sentralbyrå [SSB]. (2020). *Norsk økonomi.*

<https://www.ssb.no/nasjonaltregnskap-og-konjunkturer/faktaside/norsk-okonomi>

Steigum, E. (2018). *Moderne makroøkonomi* (2. utg.). Gyldendal.

Stenvik, A. (2021). Patent. I Store norske leksikon. <https://snl.no/patent>

Tahir, M. (2022). *Derfor elektrifiserer vi norsk sokkel.* Norsk olje&gass.

<https://norskoljeoggass.no/om-oss/nyheter/2021/12/derfor-elektrifiserer-vi-norsk-sokkel/>

Thomassen, A. (2013). *Utdanning og utvikling.* Utdanningsforbundet.

<https://www.utdanningsforbundet.no/var-politikk/publikasjoner/2013/utdanning-og-utvikling-temanotat-32013/>

Thomassen, E. (2021). Økonomisk vekst. I Store norske leksikon.

https://snl.no/%C3%B8konomisk_vekst

8. VEDLEGG

VEDLEGG – TEORIGRUNNLAGET

Produktfunksjon

$y = \frac{Y}{L} \rightarrow$ BNP per sysselsatt gir arbeidsproduktivitet

$k = \frac{K}{L} \rightarrow$ Kapital per sysselsatt gir kapitalintensitet

$\alpha =$ Realkapitalens inntektsandel

$1 - \alpha =$ Arbeidskraftens inntektsandel

Vekstlikningen

$gY =$ Vekstraten til BNP-volum

$gA =$ Vekstraten til TFP

$gL =$ Vekstraten til arbeidskraft

$gK =$ Vekstraten til realkapital

Utleddning av produktfunksjonen på intensivform

$$\begin{aligned} y = \frac{Y}{L} &= \frac{A * K^\alpha * L^{1-\alpha}}{L} = \frac{A * K^\alpha * L * L^{-\alpha}}{L} = \frac{A * K^\alpha * L}{L * L^\alpha} = \frac{A * K^\alpha}{L^\alpha} \\ &= A * \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha = Ak^\alpha \end{aligned}$$

Produktfunksjon og vekstregnskap med humankapitalvariabel

$h =$ Humankapital per arbeider

$\hat{A} =$ TFP ekskludert humankapital

$g_h =$ Vekstrate til humankapital

Solow- modell med teknologisk fremgang

Innsatsfaktor i produktfunksjonen er kapital (K) og arbeidskraft (L).

Produktfunksjonen i modellen er kan skrives som:

$$Y = A * F(K, L) \quad (1)$$

Produktfunksjonen gir oss en makroøkonomisk sammenheng mellom BNP-volum (Y) på den ene siden, og mengden av realkapital (K), arbeidskraft (L) og nivået av total faktorproduktivitet (A) på den andre siden.

For å knytte denne produktfunksjonen til makroøkonomiske data er det vanlig å bruke en *Cobb- Douglas-produktfunksjon*:

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (2)$$

Teknologinivået og antallet arbeidere vokser med eksogene rater:

$$A(t) = A(0)e^{gt} \quad (3)$$

$$L(t) = L(0)e^{nt} \quad (4)$$

Modellen antar at en konstant, eksogen rate av produksjonen blir spart (sY).

Videre antas det at alt en sparer blir investert ($S = I = sY$). Kapitalen depresieres med raten, δ , som representerer kapitalslit på den eksisterende kapitalmengden (Mankiw et al., 1992, s. 410). Akkumulasjon av kapital blir dermed bestemt ved:

$$k(t) = sk(t)^\alpha - (n + g + \delta)k(t) \quad (5)$$

Her er $y = \frac{Y}{AL}$ og $k = \frac{K}{AL}$, hvor AL er effektive arbeidere. Effektive arbeidere vil vokse med raten $(n+g)$.

Likning (5) tilsier at så lenge $sk(t)^\alpha > (n + g + \delta)k(t)$, vil det være akkumulasjon av kapital. Likning (6) impliserer at kapitalen vil konvergere mot

steady state nivå, k^* , hvor nye investeringer i kapital er lik nødvendige investeringer.

$$k^* = \left(\frac{s}{n+g+\delta} \right)^{1/(1-\alpha)} \quad (6)$$

Når økonomien er på sitt steady state nivå, er det ingen vekst i kapital per effektiv arbeider, $k^* = 0$. Likning (6) viser Solow-modellens viktigste poeng, at det er spareraten og veksten i effektive arbeidere ($n+g$) som bestemmer nivået av kapital i steady state. Nivået av steady state endres i positiv retning av spareraten og i negativ retning av økt vekst i arbeidsstyrken. Ved å sette likning (6) inn i produktfunksjonen, og deretter ta logaritmen til funksjonen, får vi en likning for steady state vekstraten for inntekt per arbeider:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n+g+\delta) \quad (7)$$

Solow- modellen utvidet med humankapitalvariabel

α = Realkapitalens inntektsandel

β = Humankapitalens inntektsandel

$(\alpha + \beta < 1)$ → Impliserer at det er avtagende avkastning av all kapital

$$y = \frac{Y}{AL} k = \frac{K}{AL}, \quad h = \frac{H}{AL} \quad (\text{AL er effektive arbeidere})$$

s_k = Brøkdel av inntekten investert i fysisk kapital

s_h = Brøkdel av inntekten investert i humankapital

$$k^* = \left(\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n+g+\delta} \right)^{1/(1-\alpha-\beta)} \quad \rightarrow \text{Steady state nivået for fysisk kapital}$$

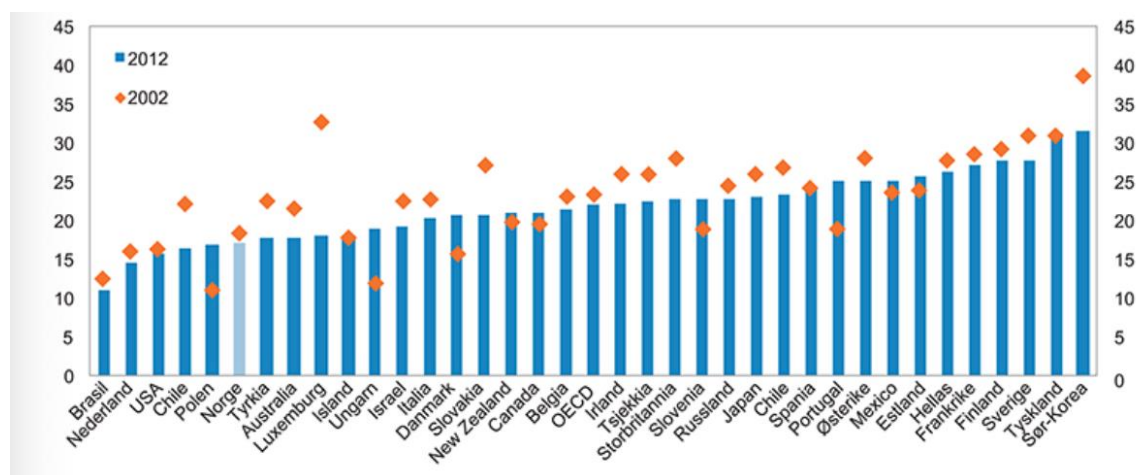
$$h^* = \left(\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n+g+\delta} \right)^{1/(1-\alpha-\beta)} \quad \rightarrow \text{Steady state nivået for humankapital}$$

n = Arbeidskraft (L) vokser med raten n

g = Teknologisk framgang (A) vokser med raten g

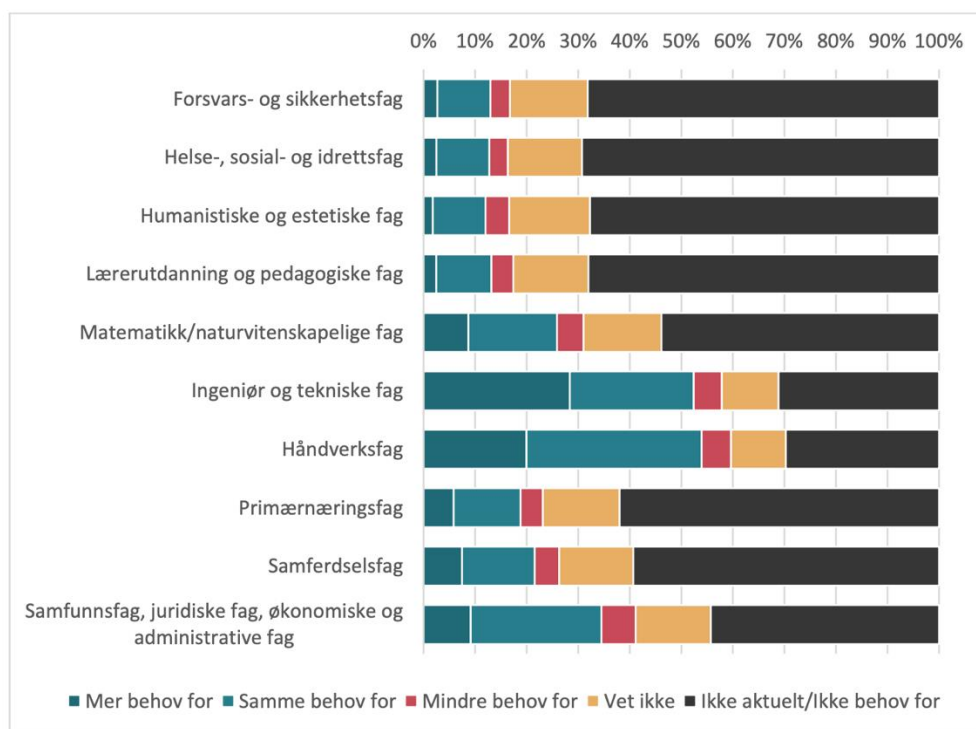
δ = Kapitalslit i økonomien (depresieringsrate)

VEDLEGG 1 – UTDANNING



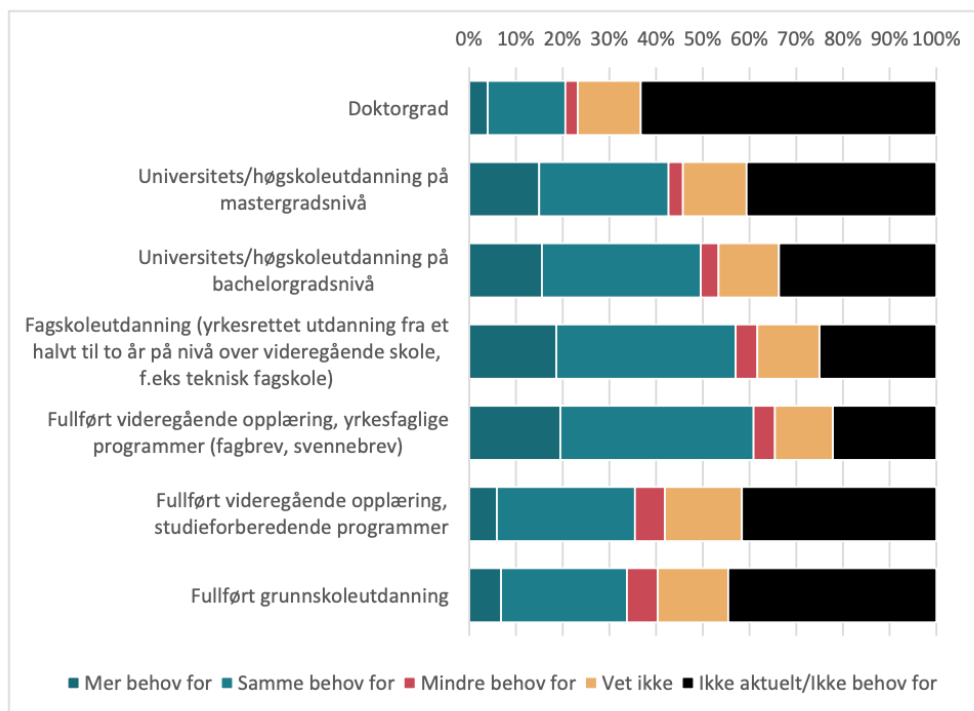
Figur 6. Andelen uteksaminerte med høyere utdanning i MNT-fag, som andel av alle uteksaminerte med høyere utdanning. Prosent. (NOU 2016:3, s. 18).

VEDLEGG 2 – KOMPETANSEBEHOV MHT. FAGOMRÅDER



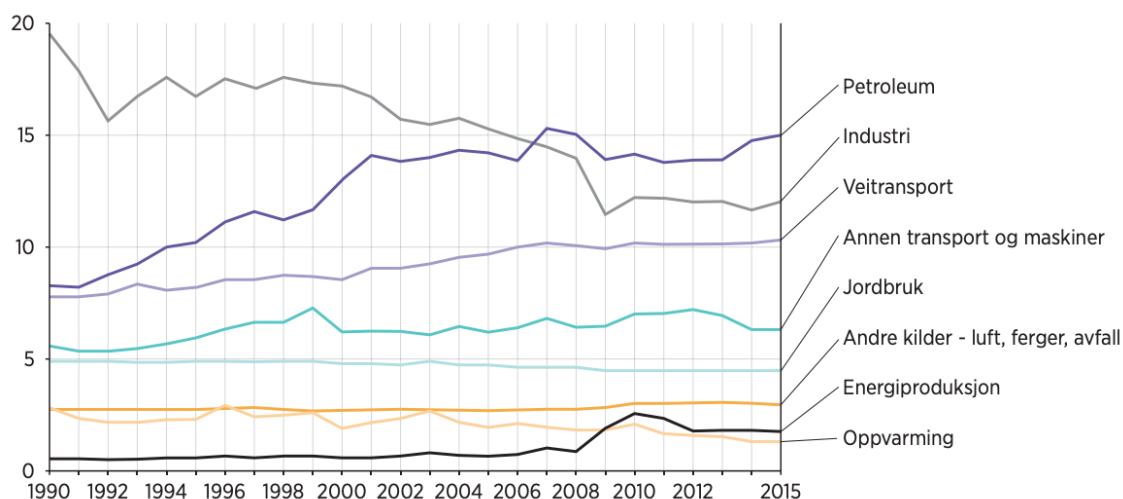
Figur 7. NHO-bedriftenes vurderinger av hvordan klima- og miljøhensyn vil endre bedriftenes kompetansebehov mht. fagområder i 2021. (Rørstad et al., 2022, s. 61).

VEDLEGG 3 – KOMPETANSEBEHOV MHT. UTDANNINGSNIVÅER



Figur 8. NHO-bedriftenes vurderinger av hvordan klima- og miljøhensyn vil endre bedriftenes kompetansebehov mht. utdanningsnivåer i 2021. (Rørstad et al., 2022, s. 62).

VEDLEGG 4 – UTSLIPP AV KLIMAGASSER



Figur 9. Norges utslipp av klimagasser fra 1990 til 2015, etter sektorer. (I millioner tonn CO₂ ekvivalenter per år). (Meld. St. 36 (2020–2021)).

VEDLEGG 5 – FORNYBARNÆRINGEN



Figur 10. Verdiskaping i fornybarnæringen (mill. kroner). (Meld. St. 36 (2020–2021), s. 23).

Ut fra grafen kan vi se at verdiskapningen i fornybarnæringen har økt jevnt siden liberaliseringen av kraftmarkedet i 1991.