

Akram, Qaisar Farooq

Research Report

Klimarisiko og kronekursen

Staff Memo, No. 4/2024

Provided in Cooperation with:

Norges Bank, Oslo

Suggested Citation: Akram, Qaisar Farooq (2024) : Klimarisiko og kronekursen, Staff Memo, No. 4/2024, ISBN 978-82-8379-330-7, Norges Bank, Oslo,
<https://hdl.handle.net/11250/3170044>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/310413>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Klimarisiko og kronekursen

02.07.2024

Q. Farooq Akram

Norges Bank, Markeder

Nøkkelord

Klimarisiko, stranded assets,
valutakurser, grønn omstilling.

Staff Memos present reports and documentation written by staff members and affiliates of Norges Bank, the central bank of Norway. Views and conclusions expressed in Staff Memos should not be taken to represent the views of Norges Bank.

© 2024 Norges Bank

The text may be quoted or referred to, provided that due acknowledgement is given to source.

Staff Memo inneholder utredninger og dokumentasjon skrevet av Norges Banks ansatte og andre forfattere tilknyttet Norges Bank. Synspunkter og konklusjoner i arbeidene er ikke nødvendigvis representative for Norges Banks.

© 2024 Norges Bank

Det kan siteres fra eller henvises til dette arbeid, gitt at forfatter og Norges Bank oppgis som kilde.

ISSN 1504-2596 (online)

ISBN 978-82-8379-330-7 (online)

Klimarisiko og kronekursen

Q. Farooq Akram*

2. juli 2024

Sammendrag

Denne studien drøfter om den norske kronen kan styrke eller svekke seg som følge av klimarisiko i form av fysisk risiko og overgangsrisiko. Valutakurser reflekterer relative priser mellom ulike lands penger, varer og tjenester. Det er stor variasjon i hvordan land er eksponert for og kan håndtere ulike typer klimarisiko. For å vurdere valutakursvirkningen av klimarisiko må man derfor vurdere hvor mye et land vil tape eller eventuelt vinne på klimarisiko sammenlignet med sine handelspartnere. Studien trekker frem flere forhold som tilsier at norske kroner kan stå overfor lavere klimarisiko over tid enn handelspartnernes valutaer. Den undersøker også empirisk om klimarisiko har påvirket kronekursen i løpet av det siste tiåret. Resultatene tyder på at klimarisiko ikke bidrar til å forklare svingninger i kronekursen over undersøkelsesperioden.

Nøkkelord: Klimarisiko, stranded assets, valutakurser, grønn omstilling.

JEL koder: *Q54, Q56, Q58, F31, F37.*

*Synspunktene og konklusjonene i dette Staff memoet er mine egne og deles ikke nødvendigvis av Norges Bank. De må derfor ikke rapporteres som Norges Banks synspunkter. Jeg vil gjerne takke Gunnar Bårdsen, Solveig Erlandsen, Alexander Flatner, Haakon Solheim, Birger Vikøren, Pål Winje og flere andre kolleger samt seminardeltakere på BI for svært nyttige diskusjoner og kommentarer. E-post: farooq.akram@norges-bank.no.

1 Innledning

Omfanget av og formen på produksjon og forbruk av varer og tjenester siden den industrielle revolusjonen har medført betydelige endringer i verdens klima, i form av blant annet stigende global temperatur og hyppigere forekomster av ekstremvær.¹ Pågående og forventede klimaendringer antas generelt sett å være negative for økologiske systemer, biologisk mangfold og menneskelig velferd. Temperaturstigninger og ekstremvær kan påvirke økonomisk produksjon og vekst som følge av deres virkninger på naturressurser og på real- og humankapital, i form av f.eks. ødeleggelser av infrastruktur og nedgang i arbeidsproduktivitet.

Etterspørselen og produksjonen av klimavennlige varer og tjenester har dessuten økt over tid, i takt med økende miljøbevissthet, teknologiske og økonomiske muligheter, samt offentlige reguleringer. Endringer i produksjons- og forbruksmønstre kan medføre verditap på karbonintensive ressurser og produkter og tjenester knyttet til utvinning og forbruk av karbonintensive energikilder. Flere studier anser blant annet mindre utvinning og forbruk av karbonintensive ressurser som kull, olje og gass som nødvendig for å nå nasjonale og internasjonale klimamål, deriblant Parisavtalens mål om å begrense den globale temperaturøkningen til godt under 2 grader; se bl.a. Muttitt (2016), Rogelj et al. (2018), Asheim et al. (2019) og Welsby et al. (2021).²

Mindre utvinning og forbruk av karbonintensive produkter som følge av reguleringer, endringer i teknologi eller i forbrukerpreferanser vil isolert sett kunne påvirke utenriksøkonomien, statsfinansene og den øvrige økonomien til land med store karbonintensive ressurser; se f.eks. Semieniuk et al. (2022). Norge er blant verdens største petroleumseksportører og har betydelige gjestående petroleumsressurser.³

Enkelte studier anslår at den norske kronen, i likhet med flere andre råvarevalutaer, vil svekke seg som følge av klimarisikomotiverte restriksjoner på fossile naturresus-

¹For nærmere dokumentasjon, se f.eks. nettsidene til NASA (<https://climate.nasa.gov/>), Berkeley Earth (<https://berkeleyearth.org/>) og FNs klimapanel (<https://www.ipcc.ch/>).

²Myndighetene i nesten alle verdens land har sluttet seg til Parisavtalen av 2015 og forpliktet seg til å arbeide aktivt for å holde den globale oppvarmingen til godt under 2 grader (Celsius), helst nær 1,5 grader, i forhold til gjennomsnittstemperaturen frem til omtrent siste halvdel av 1800-tallet ('førindustriell tid'). For nærmere informasjon om Parisavtalen, se <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.

³<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/oil-reserves-by-country>

ser og/eller lavere etterspørsel etter dem over tid; se [Kapfhammer et al. \(2020\)](#), [Aune et al. \(2020\)](#) og [Benedictow og Hammersland \(2023\)](#). Analysen i denne studien tilsier at en slik konklusjon kan bygge på et for snevert og statisk perspektiv på norsk økonomi, et perspektiv som heller ikke tar tilstrekkelig hensyn til effektene av klimarisiko på handelspartnernes økonomier og deres respons over tid.

Denne studien drøfter mulige virkninger av klimarisiko på kronekursen, både den reelle kronekursen på lang sikt og den nominelle kronekursen på kort sikt. Valutakurser er relative priser der nominelle valutakurser kan betraktes som relative priser på penger mellom land, mens reelle valutakurser uttrykker relative priser på varer og tjenester mellom land i felles pengeenhet.

For å vurdere hvordan klimarisiko kan tenkes å påvirke kronekursen, må vi gjøre antakelser om hvordan klimarisiko vil kunne påvirke norsk økonomi samlet sett og over tid i forhold til handelspartnernes økonomier. Fokus på dagens sektorsammensetninger på tvers av land og/eller på utviklingen i enkeltsektorer over tid kan gi et skjevt inntrykk av betydningen av klimarisiko for valutakurser. Mens enkelte næringer kan oppleve nedgang som følge av klimarelaterte endringer i forbrukerpreferanser og politikk, kan andre næringer oppleve oppgang som følge av endrede markedsforhold og politikk.

Hvordan og hvor mye den enkelte økonomien vil påvirkes av klimarisiko vil avhenge av typen klimarisiko den står overfor over tid og dens forutsetninger for å håndtere den. Ulike land har ulik eksponering overfor ulike typer klimarisiko og ulike forutsetninger for å håndtere dem. En kan generelt sett forvente at forhold som påvirker norsk økonomi og handelspartnernes økonomier symmetrisk ikke vil medføre endringer i kronekursen, mens forhold som bidrar til et dårligere (gunstigere) utfall for norsk økonomi enn handelspartnernes økonomier vil kunne svekke (styrke) kronekursen, alt annet likt.

Når det gjelder en eventuell utfasing av karbonintensive ressurser og deres virkning på kronekursen må vi også ta hensyn til energiformene som kommer istedet, antakelig med ulik takt og omfang i ulike land. Det kan argumenteres for at en erstatning av karbonintensive energikilder med fornybare energikilder kan medføre en

nedgang i energi- og produksjonskostnader over tid; se [Way et al. \(2022\)](#) og [Adrian et al. \(2022\)](#). Flere studier viser til betydelige skala- og læringseffekter i produksjonen av fornybar energi; se [Lazard \(2024\)](#), [Roser \(2020\)](#) og referansene der. Disse kan redusere kostnadene ved produksjonen av fornybar energi ytterligere etterhvert som det produseres mer fornybar energi. Dette er i motsetning til produksjonskostnadene ved ikke-fornybar energi som kan oppleve stigende eller stabile produksjonskostnader når gjenstående ressurser avtar. Økt produksjon og bruk av fornybare energikilder vil dessuten medfører besparelser av miljøavgifter. Land som tar i bruk fornybare energikilder vil følgelig kunne oppnå økende besparelser per energienhet over tid enn de som hovedsakelig fortsetter å bruke ikke-fornybare energikilder. Det følger også at eksportører av karbonintensive energikilder, som samtidig produserer og/eller tar i bruk fornybar energi, helt eller delvis vil kunne oppveie eventuelle formuestap på sine karbonintensive energiressurser.

I vår analyse peker vi på sider ved klimarisiko som kan tenkes å påvirke norsk økonomi mer eller mindre ufordelaktig enn handelspartnernes økonomier. Analysen kan tyde på forholdsvis lav klimarisikoeksponering for norske kroner som følge av Norges geografiske beliggenhet, OECD-dominert utenrikshandel og -investeringer, forholdsvis lav og avtakende andel gjenstående petroleumsressurser i forhold til andre formueskomponenter i nasjonalformuen og ikke minst, en relativ raskere grønn omstilling sammenlignet med mange av Norges handelspartnere.

Studien er disponert som følger: Kapittel 2 skiller mellom ulike typer klimarisiko og peker på forskjeller mellom ulike verdensdelers og lands eksponering og sårbarhet overfor klimarisiko. Kapittel 3 tar utgangspunkt i sammensetningen av Norges og handelspartnernes nasjonalformuer og drøfter eksponeringen av de ulike formueskomponentene overfor klimarisiko. Kapitlene 4 og 5 fokuserer på klimarisikoen som henholdsvis Norges finansielle ressurser i form av Statens pensjonsfond utland (SPU) og petroleumsressurser står overfor.⁴ Kapittel 6 omhandler mulige komparative fortrinn for land som tar i bruk klimavennlige produkter og energikilder i et raskere tempo og i et større omfang enn andre. Kapittel 7 undersøker økonometrisk om

⁴Disse kapitlene er basert på [Akram \(2024\)](#).

klimarisikoen har påvirket den nominelle effektive kronekursen basert på data siden 2010. Siste kapittel (8) oppsummerer implikasjonene for kronekursen.

2 Typer klimarisiko og deres globale fordeling

Det er vanlig å skille mellom to hovedtyper av klimarisiko: fysisk risiko og overgangsrisiko.⁵ Fysisk risiko forbindes med skader på natur, liv og eiendom som følge av klimaendringer. Overgangsrisiko knyttes til nedskrivninger av eiendeler og økte produksjon-, distribusjon- og konsumkostnader som følge av klimarisikorelaterte endringer i preferanser, teknologi og offentlige reguleringer.

På globalt nivå synes overgangsrisikoen å være konsentrert i de utviklede økonomiene med forholdsvis høyt energiforbruk per innbygger, mens eksponeringen overfor den fysiske klimarisikoen er hovedsakelig i fremvoksende økonomier; se figur 1, og [Hickel \(2020\)](#), [Ferrazzi et al. \(2021\)](#) og [Shaw et al. \(2022\)](#).⁶ De fleste utviklede økonomiene står derfor i større grad overfor risikoen for endringer i produksjons-, distribusjons- og forbruksmønstrene for å redusere klimagassutslippene, mens de fleste fremvoksende økonomiene i større grad står overfor fysisk klimarisiko og begrensede muligheter til å håndtere den.

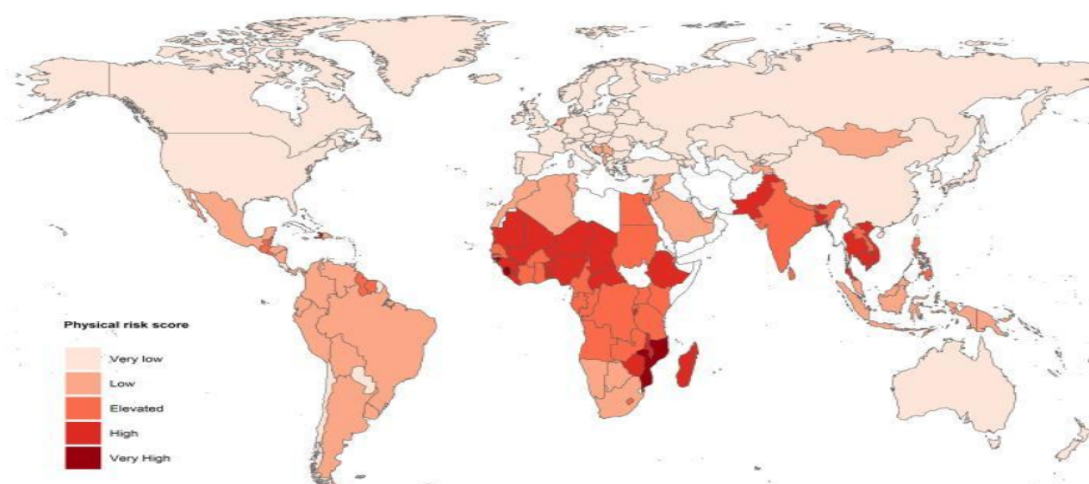
Figur 2 sammenlikner utvalgte lands sårbarhet overfor fysisk klimarisiko i perioden 1995-2020. Sårbarheten avhenger av både deres eksponering og evne til å håndtere den fysiske risikoen; se [Cheema-Fox et al. \(2021\)](#).⁷ Norge har forholdsvis lav sårbarhet ettersom det har både lav eksponering overfor fysisk klimarisiko og forholdsvis gode økonomiske og styringsmessige forutsetninger for å håndtere den.

Figur 2 tyder på at Norge har hatt lavere sårbarhet overfor fysisk klimarisiko enn mange utviklede og fremvoksende økonomier over tid. Figuren indikerer også små

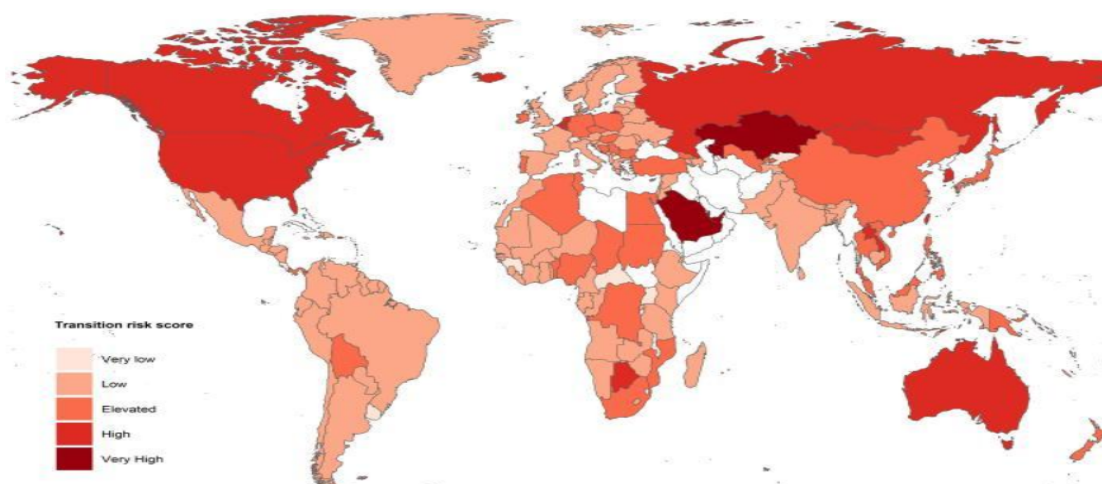
⁵Klimarisiko kan også innbefatte ansvarsrisiko. Det omfatter potensielle erstatningskrav forbundet med selskapers eller myndigheters beslutninger, eller mangel på beslutninger, som kan knyttes til klimapolitikk eller klimaendringer. I kvalitative termer kan valutakurseffektene av potensielle internasjonale erstatningskrav bli som ved en nedjustering av verdien av karbonintensive ressurser.

⁶https://www.eib.org/attachments/efs/economics_working_paper_2021_03_en.pdf and <https://www.eib.org/en/stories/climate-change-risks-developing-countries>

⁷For detaljer og data, se <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/methodology/>. IMF's INFORM Risk Index gir også samme inntrykk; se <https://climatedata.imf.org/pages/fi-indicators>.



(a) Fysisk klimarisiko som ulike land står overfor.



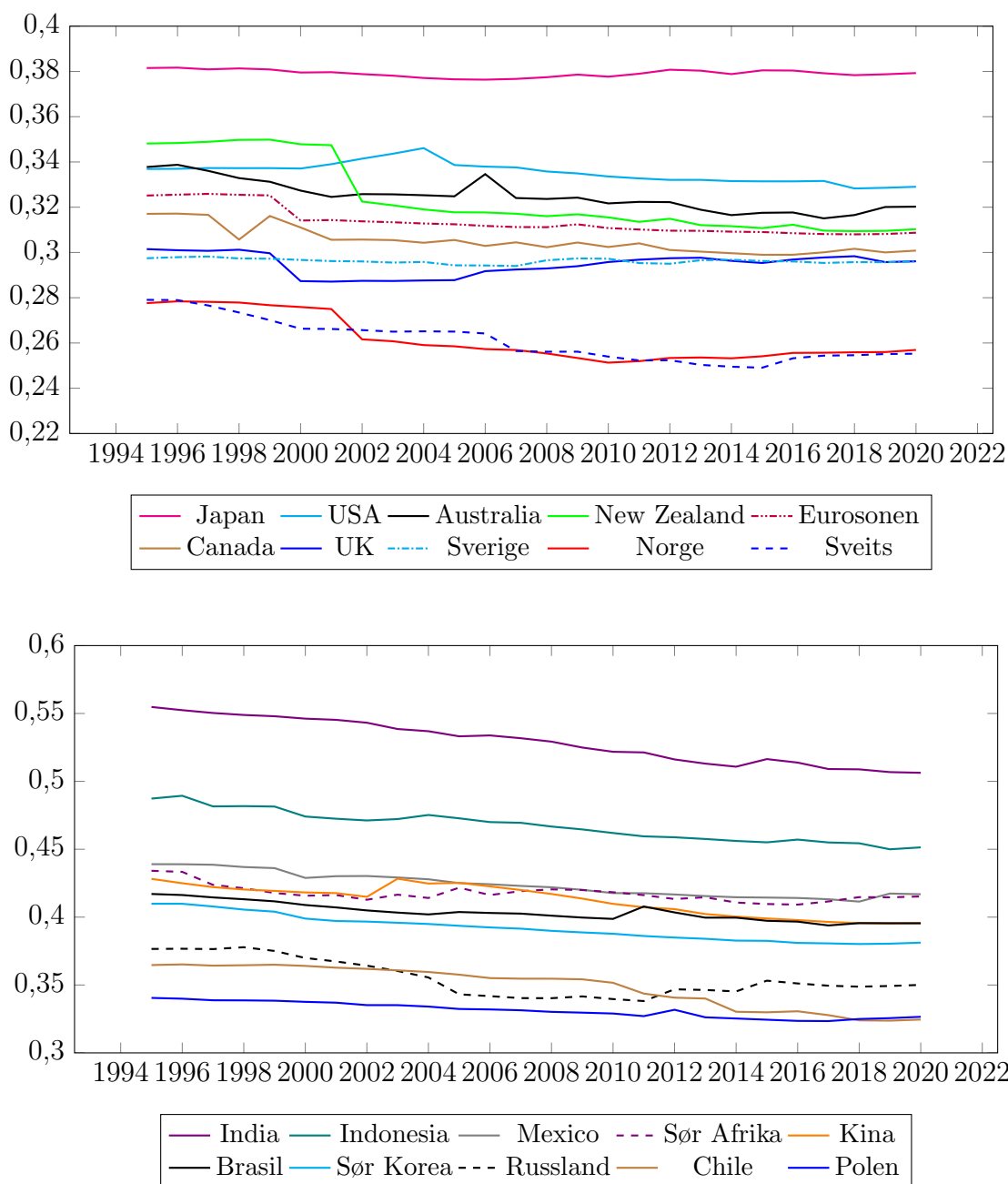
(b) Overgangsrisiko som ulike land står overfor.

Figur 1: Fysisk- og overgangsrisiko på tvers av land og verdensdeler. Figurkilde: [Ferrazzi et al. \(2021\)](#).

forskjeller i fysisk klimarisikosårbarhet mellom G10-landene. Forskjellene i klimarisikosårbarheten mellom fremvoksende økonomier er forholdsvis større. Den stabile utviklingen i indikatorverdiene for de ulike landene over dataperioden tilsier at indikatorverdiene avhenger av forhold som endrer seg langsomt. Rangeringene av land etter fysisk klimarisiko kan derfor være stabil over lange tidsperioder.

Europeiske land synes også å stå overfor mindre overgangsrisiko enn mange land fra andre verdensdeler; se [Ferrazzi et al. \(2021\)](#) og [Winkler \(2022\)](#). For eksempel, land som USA, Sør Afrika, Kina og India ser ut til å stå overfor både høyere fysisk risiko og overgangsrisiko enn de fleste landene i Europa; jf. figurene 1 og 2.

Norge er blant landene som står overfor både forholdsvis lav fysisk risiko og lav



Figur 2: Indikatorverdier (ND-Gain) for fysisk risiko i utvalgte land over perioden 1995–2020. Øverste panel viser indikatorverdier for utvalgte avanserte økonomier, mens nederste panel viser indikatorverdier for BRICS-landene og utvalgte fremvoksende økonomier over samme periode. Lave verdier indikerer lav utsatthet overfor fysisk risiko og/eller gode håndteringsforutsetninger. Datakilde: <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/rankings/>.

overgangsrisiko dersom en fokuserer på økonomiene i sin helhet og ikke enkeltsektorer; se figur 1 og Winkler (2022). Derimot synes Norge å stå overfor forholdsvis høy overgangsrisiko dersom en rangerer de utvalgte landene etter petroleumsinntektenes andel av deres BNP. De løpende petroleumsinntektene har vært rundt 20 av Norges

BNP de siste årene.⁸

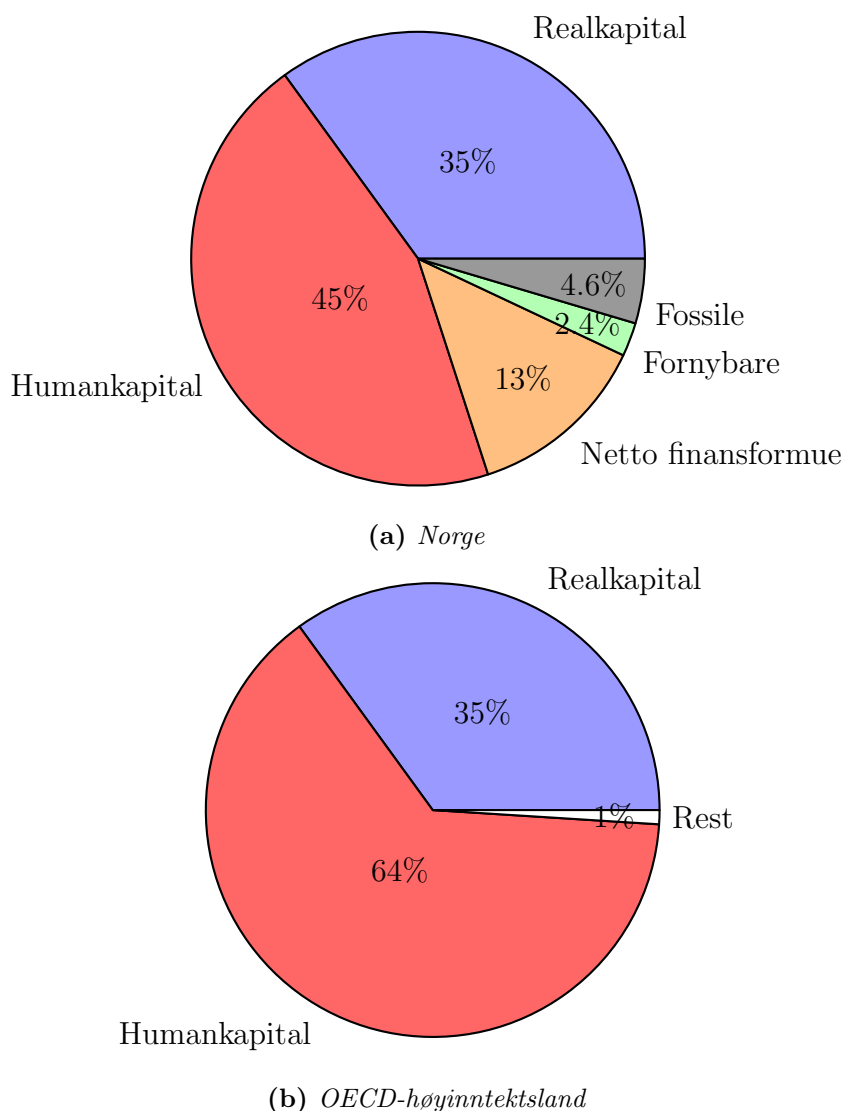
For å diskutere mulige effekter av ulike typer klimarisiko på kronekursen er det imidlertid mer hensiktsmessig å vurdere den fremtidige utviklingen i norsk økonomi samlet sett i forhold til handelspartnerenes økonomier enn å fokusere på dagens nærings- og inntektsforhold i Norge og utlandet. Sammensetningen av landenes nasjonalformuer kan gi et perspektiv på fremtidige inntektsstrømmer fra ulike formueskomponenter. Neste kapittel drøfter hvordan de ulike formueskomponentene i Norges nasjonalformue kan bli påvirket av klimarisiko.

3 Valutakurser, nasjonalformuer og klimarisiko

Realvalutakurser representerer nominelle valutakurser justert for prisforskjeller mellom land. Relative forskjeller mellom land i deres eksponering og evne til å håndtere ulike typer klimarisiko vil påvirke hvordan realvalutakursen mellom dem vil bli påvirket av klimarisiko. Realvalutakurser mellom land som påvirkes symmetrisk og tilpasser seg på samme måte overfor klimarisiko kan forventes å ikke endre seg på grunn av den. Forskjeller i fordelingen av nasjonalformuen på ulike typer ressurser på tvers av land kan belyse hvordan klimarisiko vil kunne påvirke utviklingen i norsk økonomi i forhold til handelspartnerenes økonomier og dermed realvalutakursen mellom dem. Sammensetningen av nasjonalformuen til et land indikerer framtidige inntektsstrømmer fra de ulike ressurskildene til landet.

Realvalutakurser påvirkes særlig av landenes nettofordringer på hverandre og produktivitets- eller vekstforskjeller mellom dem på lengre sikt; se f.eks. [Obstfeld og Rogoff \(1996\)](#) og [Itskhoki \(2021\)](#). Kronens nominelle og reelle verdi kan forventes å stige når Norges nettofordringer på utlandet stiger og/eller hvis produktivitetsveksten i Norge blir høyere enn produktivitetsveksten i utlandet. For å vurdere hvordan ulike typer klimarisiko vil påvirke valutakursen, gjør vi antakelser om hvordan de ulike komponentene i nasjonalformuen kan påvirkes av klimarisiko og hvilke implikasjoner det vil kunne ha for Norges nettofordringer på utlandet og produktivitetsvekst

⁸Se <https://www.norskipetroleum.no/okonomi/statens-inntekter/>.



Figur 3: Sammenligning av nasjonalformuesammensetningen i Norge og høyinntektslandene i OECD i 2018. Disse inkluderer Norges viktigste handelspartnere. Datakilde: *World Bank* (2021).

i forhold til handelspartnerne.

Figur 3.a gir en oversikt over Norges nasjonalformue.⁹ De ulike komponentene i nasjonalformuen representerer nåverdien av forventede inntektsstrømmer fra human-, real-, finans- og naturkapital over en periode på 50 år fra og med 2018. Anslagene i figuren tyder på at mesteparten av nasjonalformuen består av real- og humankapital

⁹Data er for 2018 og er hentet fra Verdensbanken: <https://www.worldbank.org/en/publication/changing-wealth-of-nations/data>. Anslagene og beregningsmåten for de ulike komponentene skiller seg fra offisielle norske beregninger; se f.eks.

<https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/fin/beregning-av-norges-nasjonalformue-til-perspektivmeldingen-2017/id2548710/>.

Verdensbankens beregninger gjør det mulig å sammenlikne størrelsen på de ulike formueskomponentene på tvers av land og over lengre tidsperioder.

på henholdsvis 35 prosent og 45 prosent. Finanskapital i form av nettofordringer på utlandet, i stor grad SPU, utgjør rundt 13 prosent, mens gjenstående petroleumsressurser (fossile ressurser) utgjør en forholdsvis liten andel av nasjonalformuen, under 5 prosent; se [World Bank \(2021\)](#). SPUs verdi er et resultat av utenlandsinvesteringer av offentlige inntekter fra petroleumsvirksomheten og avkastningen på dem.

Sammensetningen av Norges nasjonalformue skiller seg vesentlig fra sammensetningene til handelspartnerne, primært høy-inntektsland i OECD. Sammenlignet med disse har Norge en større andel som netto finansformue i utlandet og fossile naturressurser. Figur 3.b og tabell 1 antyder at nasjonalformuene til Norges største handelspartnere hovedsakelig består av real- og humankapital. Mens andelen realkapital i Norge er sammenlignbart med andelen for handelspartnerne, er humankapitalandelen vesentlig lavere, over 25 prosentpoeng lavere enn andelen for USA og Kina. Store petroleumsprodusenter som Kuwait og Saudi Arabia skiller seg fra andre land ved at over 45 prosent av nasjonalformuen består av petroleumsressurser; se tabell 2.

Tabell 1: *Sammensetningen av nasjonalformuen hos Norges viktige handelspartnere*

	SWE	DNK	DEU	NLD	FRA	UK	USA	CHN
Realkapital	0,38	0,36	0,38	0,34	0,40	0,34	0,30	0,22
Humankapital	0,58	0,58	0,57	0,60	0,60	0,66	0,71	0,73
Netto finansformue	0,01	0,04	0,04	0,05	-0,01	-0,01	-0,03	0,01
Naturressurser	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04
<i>Fossile</i>	0,000	0,003	0,000	0,004	0,000	0,002	0,005	0,009

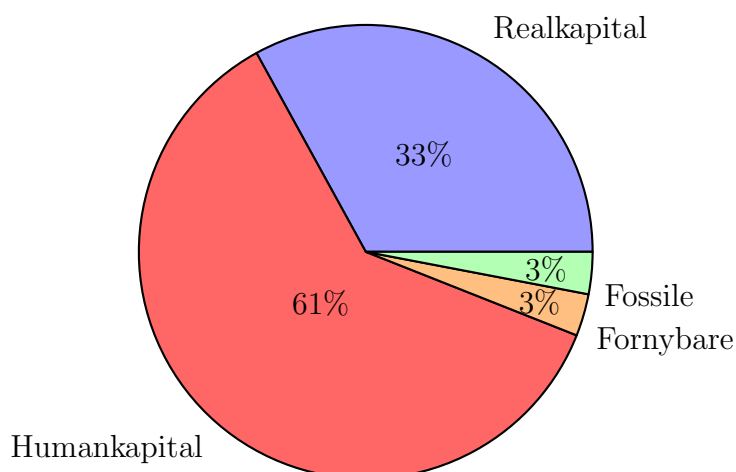
Note: Basert på data for 2018 fra [World Bank \(2021\)](#). For nærmere informasjon; se <https://www.worldbank.org/en/publication/changing-wealth-of-nations>.

Tabell 2: *Sammensetning av nasjonalformuen hos utvalgte ressursrike land*

	CAN	AUS	ZAF	IND	BRA	RUS	KWT	SAU
Realkapital	0,29	0,37	0,31	0,25	0,27	0,45	0,12	0,21
Humankapital	0,65	0,57	0,57	0,65	0,63	0,35	0,14	0,23
Netto finansformue	0,02	-0,04	0,01	-0,02	-0,02	0,01	0,27	0,10
Naturressurser	0,05	0,10	0,11	0,12	0,13	0,19	0,46	0,47
<i>Fossile</i>	0,013	0,020	0,038	0,021	0,012	0,123	0,458	0,458

Note: Basert på data for 2018 fra [World Bank \(2021\)](#). For nærmere informasjon; se <https://www.worldbank.org/en/publication/changing-wealth-of-nations>.

Sammensetningen av nasjonalformuer kan endre seg over tid som følge av ressursoppdagelser og økonomiske og politiske endringer, og med det også sårbarhet



Figur 4: Sammensetning av Norges nasjonalformue i 1995. Datakilde: *World Bank (2021)* og <https://www.worldbank.org/en/publication/changing-wealth-of-nations>.

overfor klimarisiko. Figur 4 minner om sammensetningen av nasjonalformuen for Norge i 1995. Den var stort sett sammenlignbar med den hos handelspartnerne både på den tiden og i nyere tid; jf. tabell 1. Nettofinansformuen var tilnærmet null, mens petroleumsressursene på 3 prosent var blant forhold som skilte Norge fra handelspartnerne. Fra og med 1996 har utenlandssparingen av petroleumsressursene i SPU og handlingsregelen for bruk av petroleumsinntektene fra 2001 bidratt til å øke nettofinansformuens andel. Til tross for det har petroleumsressursenes andel vokst over tid som følge av nye oppdagelser og verdistigning.

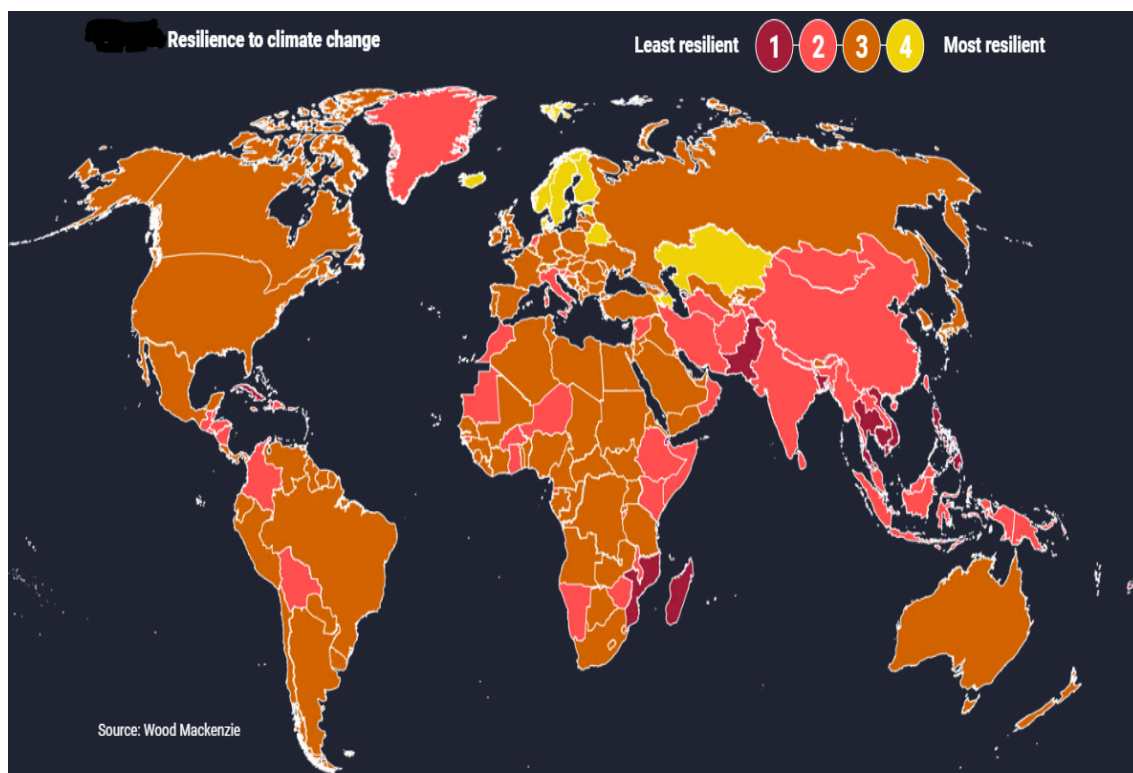
Neste delkapittel drøfter eventuelle virkninger av klimarisiko, særlig fysisk klimarisiko, på real- og humankapitalen i Norge og utlandet. Fysisk klimarisiko kan påvirke real- og humankapitalen ved å bidra til høyere depresieringsrate og lavere arbeidsproduktivitet. Forskjeller i effektene av fysisk klimarisiko på særlig arbeidsproduktiviteten i ulike land kan få forholdsvis stor betydning ettersom human- og realkapitalen utgjør de største komponentene i de fleste landenes nasjonalformuer; jf. tabellene 1–2.

3.1 Fysisk risiko, tilpasningskostnader og produktivitet

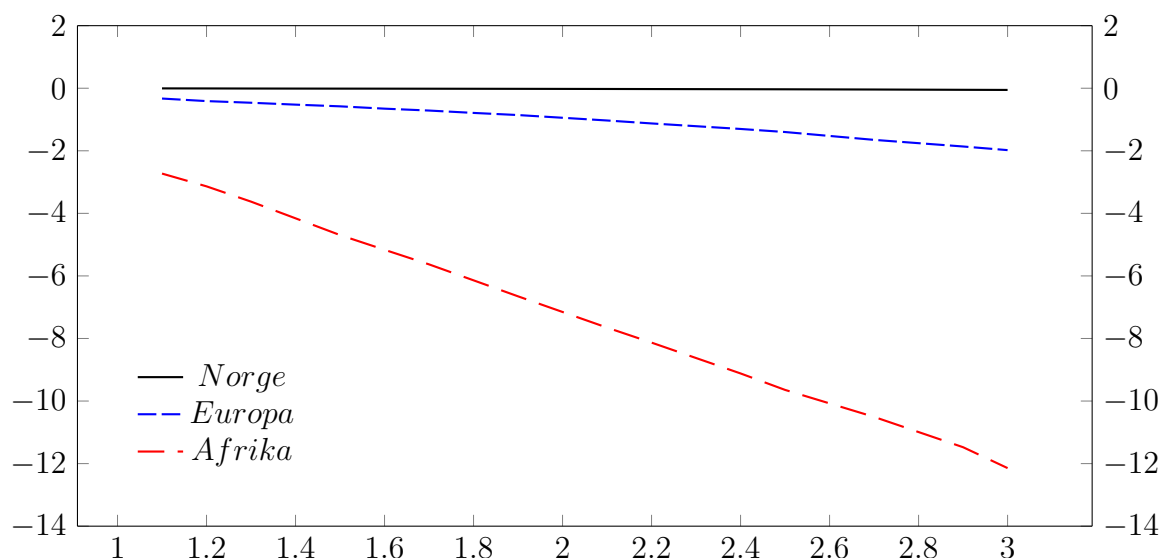
Fysisk klimarisiko kan påføre både akutte og vedvarende kostnader. Høy eksponering overfor fysisk klimarisiko innebærer høye forventede tap av natur-, real- og

humankapital. Det innebærer også bruk av ressurser til å beskytte seg mot slike tap og til å vedlikeholde ulike typer natur- og realkapital som kan depresierte raskere enn ellers på grunn av værhendelser. Realinvesteringer i infrastruktur, bygninger og maskiner som i større grad kan være robuste overfor værhendelser kan øke realkapitalkostnadene på varig basis. Foringelse og tap av natur- og realkapital, i tillegg til produksjonsavbrudd, kan dessuten redusere produktiviteten til kapital og arbeidskraft. Dette kan igjen føre til høyere produksjonskostnader per enhet av varer og tjenester.

Ettersom norsk økonomi kan være mindre eksponert og sårbar overfor fysisk klimarisiko enn de fleste økonomier, står det overfor lavere kostnader forbundet med fysisk klimarisiko enn mange av handelspartnerne; se figur 5. Den relative robustheten overfor fysisk klimarisiko skyldes geografiske forhold, næringsstruktur og økonomisk utviklingsnivå. Det innebærer også at produktiviteten til arbeid og kapital ikke behøver å falle like mye som hos handelspartnerne på grunn av skader på natur, real- og humankapital.



Figur 5: Ulike lands motstandsevne overfor fysisk klimarisiko. Figurkilde: *Martin og Zhou (2022)*: <https://www.woodmac.com/horizons/no-pain-no-gain-the-economic-consequences-of-accelerating-the-energy-transition/>.



Figur 6: Mediananslag på prosentvis endring i arbeidsproduktivitet i Norge, Europa og Afrika ved ulike temperaturnivåer utover gjennomsnittet for førindustriell temperatur i Celsiusgrader. Datakilde: <https://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/>.

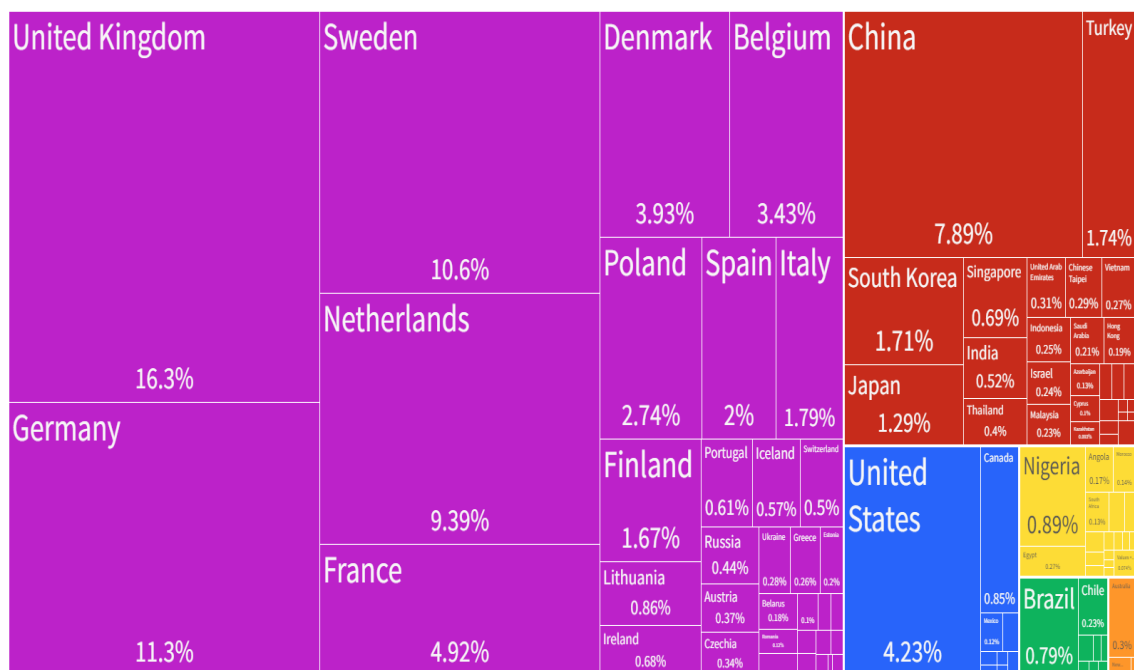
Arbeidsproduktiviteten kan tvert imot stige noe i Norge som følge av en temperaturøkning. Flere studier peker på en ikke-lineær sammenheng mellom arbeidsproduktivitet og temperatur der en temperaturøkning til et viss nivå kan bidra til å øke arbeidsproduktiviteten mens temperaturer utover det kan medføre lavere arbeidsproduktivitet. For analyser av sammenhengen mellom temperatur og arbeidsproduktivitet, se f.eks. Seppänen et al. (2006), Somanathan et al. (2021), Heal og Park (2016) og referansene der.

Anslag tyder på at arbeidsproduktiviteten i Norge ikke vil bli påvirket nevneverdig ved globale temperaturstigninger; se figur 6. Dette i motsetning til for flere land i Europa og særlig i Afrika.

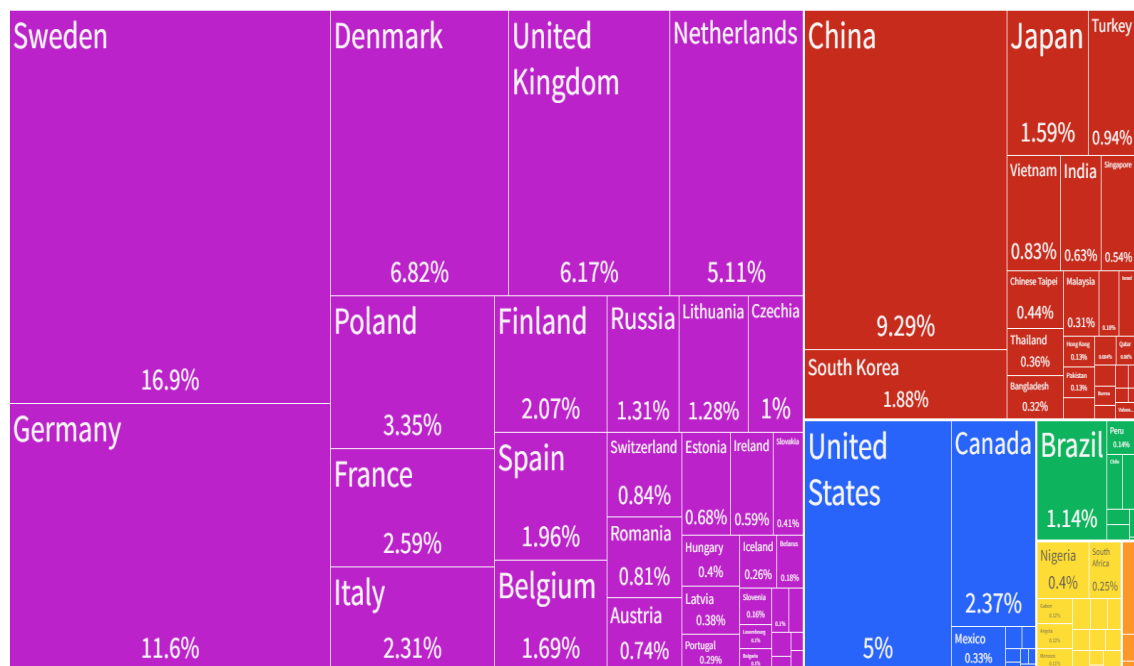
Norge synes også å ha begrenset indirekte eksponering overfor fysisk klimarisiko på grunn av mønsteret i sin utenrikshandel; se figurene 7 og 8. Mesteparten av Norges handel er med andre land på den nordlige halvkule, som har forholdsvis liten eksponering overfor fysisk klimarisiko. Norges handelspartnere kan imidlertid være eksponert overfor fysisk klimarisiko i større grad enn Norge som følge av sin betydelige handel med land på den sørlige halvkule.¹⁰

Som et resultat av at handelspartnerne har større grad av direkte og/eller indi-

¹⁰Se f.eks. <https://viz.ged-project.de/> for analyser av internasjonale handelsstrømmer.



Figur 7: Norges eksport av alle varer og tjenester til ulike land i 2020. *Figurkilde:* <http://wits.worldbank.org/visualization/detailed-country-analysis-visualization.html>.



Figur 8: Norges import av alle varer og tjenester fra ulike land i 2020. *Figurkilde:* <http://wits.worldbank.org/visualization/detailed-country-analysis-visualization.html>.

rette eksponering overfor fysisk klimarisiko enn Norge, kan norske kroner styrke seg i forhold til deres valutaer, alt annet gitt.

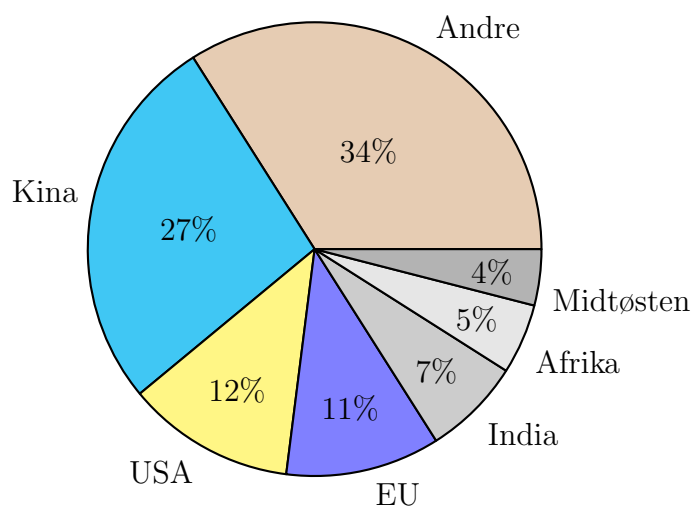
3.2 Overgangsrisiko og omstillingskostnader

Overgangsrisiko er forbundet med omstillinger i produksjon, leveranser og bruk av energi for å oppnå klimamål. Det innebærer investeringer i produksjon av klimavennlig energi og i tilhørende realkapital inklusive infrastruktur, bygninger og maskiner. Det innebærer også adopsjon av klimavennlige produksjonsprosesser samt produksjon og forbruk av klimavennlige varer og tjenester. Særlig produksjon og bruk av fossil energi kan falle og bli faset ut over tid.

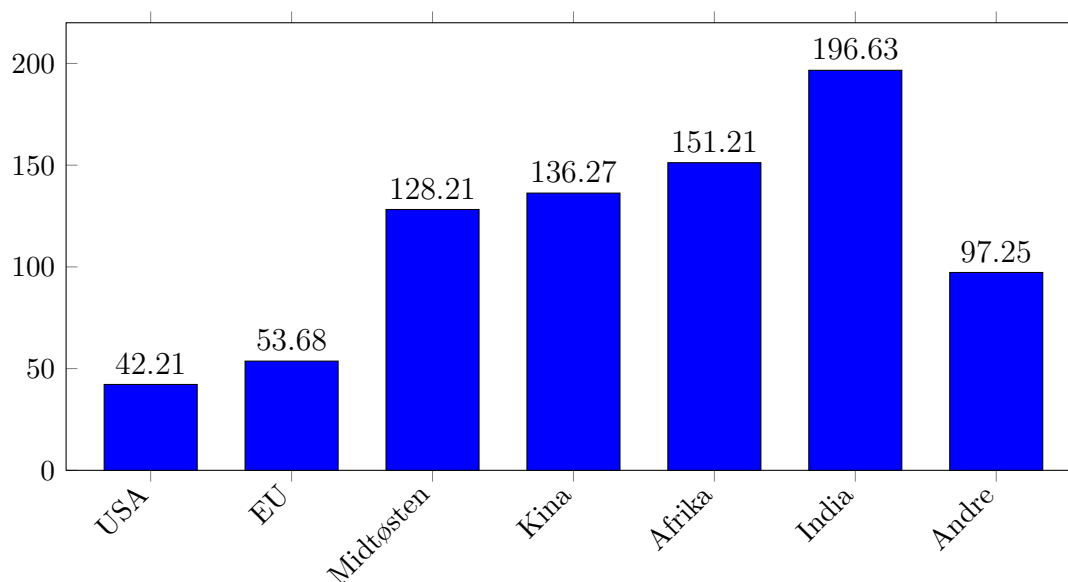
Et verdifall eller en utfasing av fossile energiresurser er imidlertid ikke ensbetydende med svekkelse av valutakursene til land med slike resurser. Både land med relativt store og små fossile energiresurser står overfor betydelige overgangskostnader. [Martin og Zhou \(2022\)](#) anslår at overgangskostnadene globalt kan beløpe seg til over 75 tusen mrd. dollar i perioden 2020-2050 for å oppnå 1,5-graders temperaturmålet i henhold til Parisavtalen. Figur 9 viser fordelingen av disse kostnadene på ulike land og verdensdeler. Vi ser at ikke bare store produsenter, men også forbrukere av fossile energiresurser vil kunne stå overfor overgangskostnader som følge av klimaendringer og offisielle klimamål.

Det er vesentlige forskjeller mellom land når det gjelder hvor mye de trenger å omstille sin energiproduksjon og/eller -bruk for å kunne oppnå internasjonale klimamål. Omstillingskostnadene kan bli høye for land der produksjonen og forbruket av varer og tjenester i stor grad avhenger av fossile energikilder. I tillegg kan endringer i teknologi og forbrukerpreferanser fremme produksjon og forbruk av klimavennlige varer og tjenester på bekostning av de som ikke er det, uavhengig av offentlige klimamål og tiltak. Land som produserer fossil energi og der produksjonen og forbruket av varer og tjenester er spesielt avhengige av denne, kan oppleve verdifall på sine energiresurser og realkapital.

Omstillingsbehovet i Norge kan være lavere enn hos mange av handelspartnerne, til tross for Norges forholdsvis store petroleumsressurser. Det meste av produksjonen og forbruket av varer og tjenester i Norge er allerede basert på fornybar energi. Figur 10 viser at andelen av energiforbruket som er basert på fornybar energi er høyere i Norge enn hos de viktigste handelspartnerne. Dette bidrar i stor grad til at Norge



(a) Fordeling av samlede kostnader, i prosent.

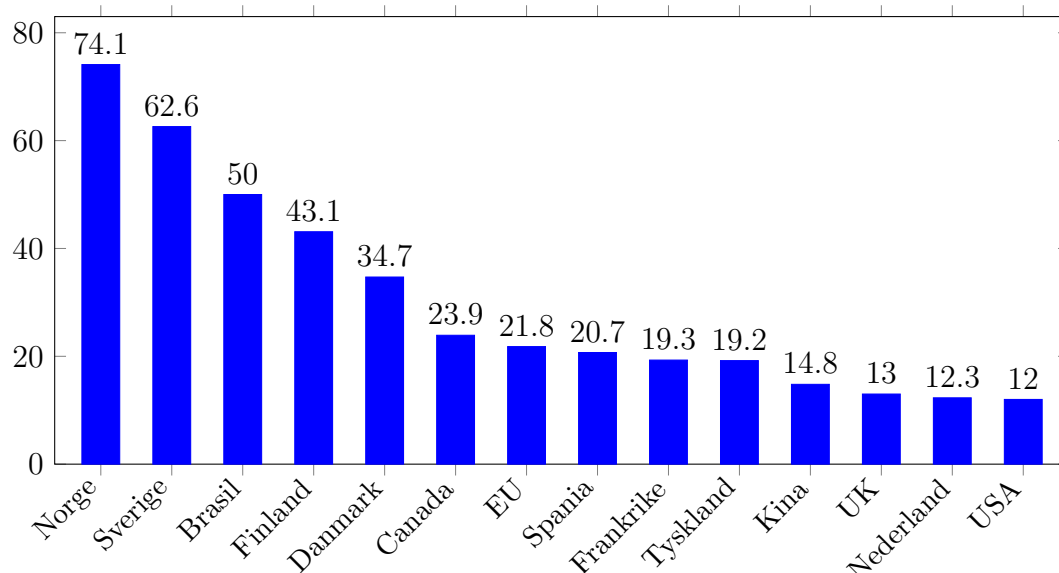


(b) Fordeling i forhold til BNP, i prosent.

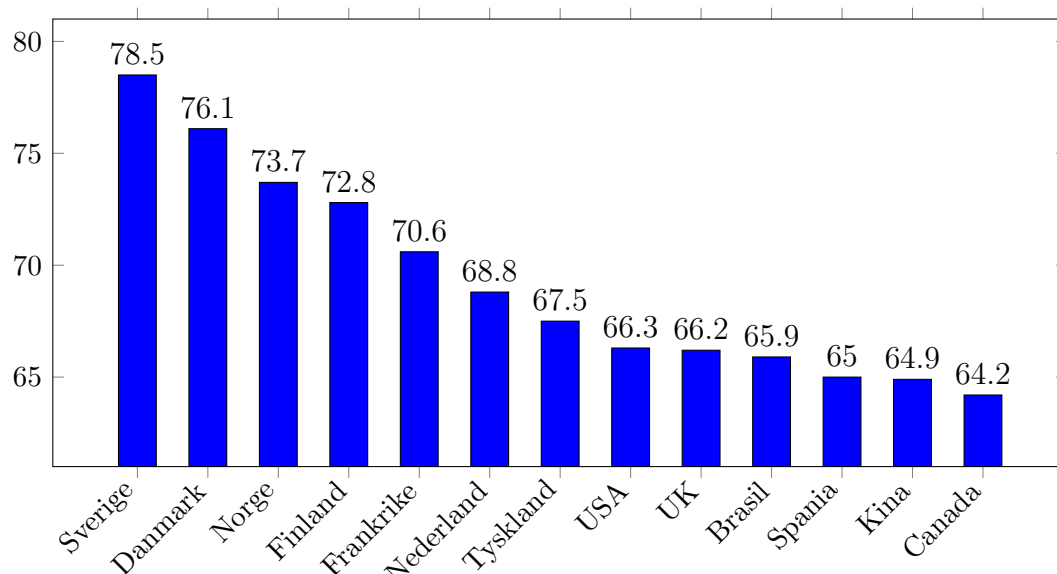
Figur 9: (a) Fordeling av antatte kostnader for å nå 1,5-gradersmålet i perioden 2020–2050, 75 000 mrd. dollar, på ulike verdensdeler. (b) Fordeling av de antatte kostnadene i forhold til landenes og regionenes BNP i 2020. Datakilder: [Martin og Zhou \(2022\)](#) og IMF: <https://www.imf.org/external/datamapper>.

skårer høyt på indekser for omstillingsklarhet og vurderes som mer omstillingsklar enn de fleste handelspartnerne; se figur 11. Norges betydelige petroleumsressurser bidrar imidlertid til at det rangeres lavere enn Sverige og Danmark på World Economic Forums energiomstillingsindeks, ETI; se f.eks. [World Economic Forum \(2023\)](#).

Transport, oppvarming og industriproduksjon hos mange av Norges handelspartnere er sterkt avhengig av fossile energikilder. Det innebærer behov for omfattende omstillinger av produksjonen, forsyningen og forbruket av energi de nærmeste årene



Figur 10: Forbruk av fornybar energi som prosentvis andel av total forbruk av energi i 2021. Data for Canada, Kina og Brasil er for 2020 og hentet fra World Bank: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS>. Data for øvrige land er fra Eurostat, fra ONS for UK og fra <https://usafacts.org/> for USA.



Figur 11: Energiomstillingsindeksen ETI (Energy Transition Index) gir en vurdering av klimavennligheten til landenes energisystemer og hvor klare de er til å omstille seg i en bærekraftig retning blant annet. Skalaen går fra 0 til 100. Data for 2023, kilde: <https://www.statista.com/statistics/1120015/energy-transition-index-score-country-globally/>.

for å kunne nå klimamålene. For eksempel har Tyskland en stor bilindustri basert på forbrenningsmotorer som i stor grad skal fases ut i løpet av det neste tiåret. Dette illustrerer at mange av omstillingene på etterspørselsiden av fossil energi kan skje før produksjonen av den, særlig av gass, vil falle betydelig.

Norges petroleumsressurser innebærer omstillingskostnader for Norge i forbindel-

se med en eventuell utfasing av disse over tid eller som følge av et potensielt verditap på gjenstående ressurser ved en vridning av etterspørselen vekk fra petroleumsressurser. Overgangsrisikoen som petroleumsressursene står overfor kan imidlertid forventes å avta over tid ettersom disse transformeres til veldiversifiserte finansielle ressurser i SPU. Før vi går nærmere inn på petroleumsressursene og risikoen for at en del av de kan bli værende på havbunnen, ser vi nærmere på klimarisikoen som Norges finansielle ressurser står overfor.

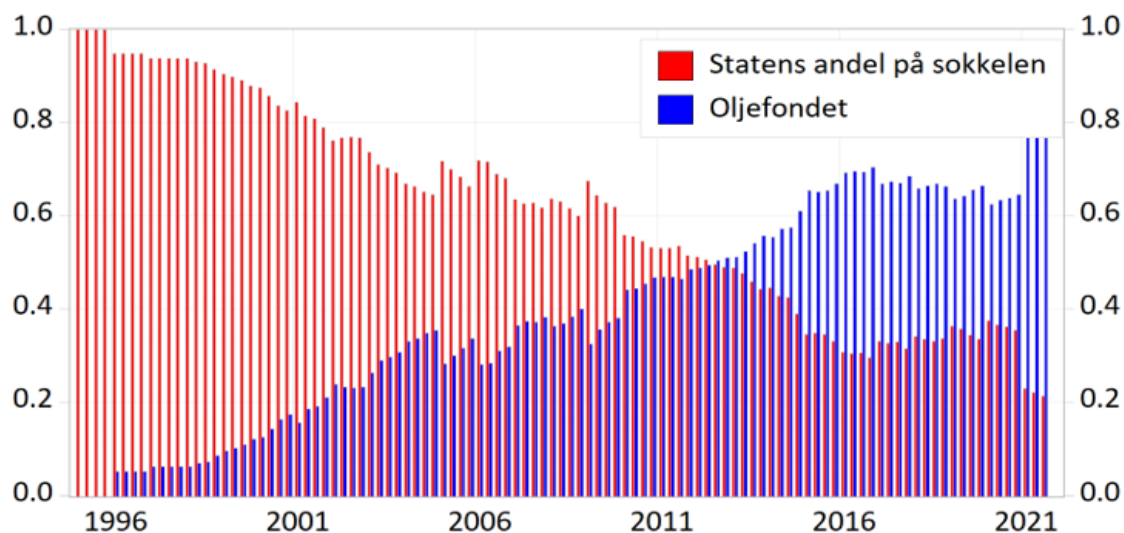
4 Norges finansielle ressurser og klimarisiko

Norge har også eksponeringer overfor fysisk- og overgangsrisiko globalt gjennom SPUs utenlandsinvesteringer. Disse finansielle ressursene er omlag fem ganger større enn petroleumsressursene i nasjonalformuen, ifølge nyere offisielle anslag.¹¹ SPUs verdi er et resultat av utenlandsinvesteringer av offentlige inntekter fra petroleumsvirksomheten og avkastningen på dem; se figur 12. SPU utgjør det meste av offentlig sektors nettofordringer på utlandet, og Norges samlede nettofordringer på utlandet; se figur 13.

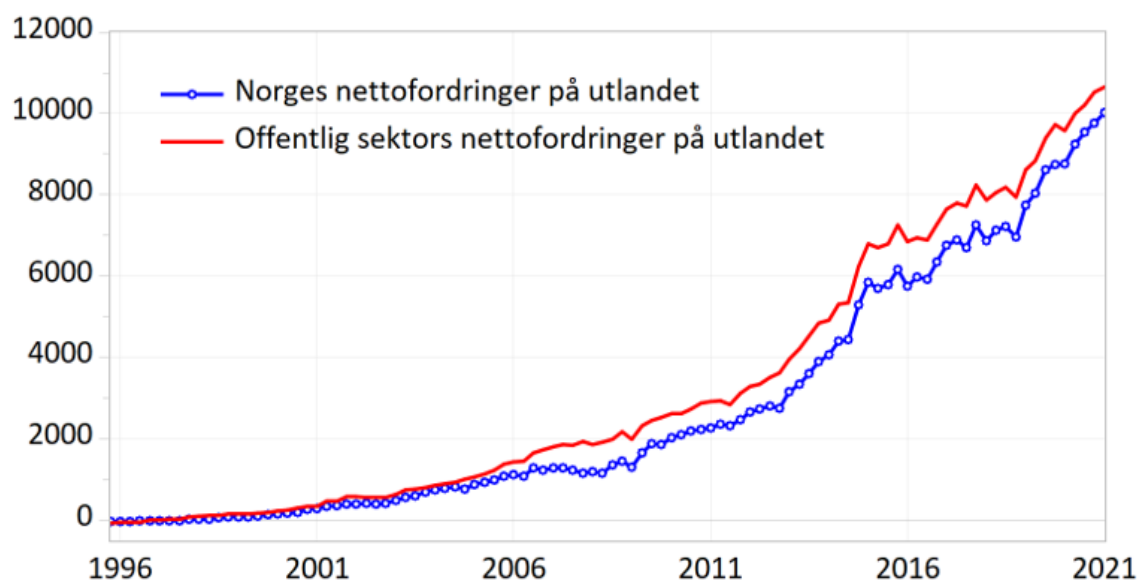
Transformasjonen av petroleumsformuen til finansformue over tid, i kombinasjon med handlingsregelen for bruk av petroleumsinntektene, har redusert nasjonalformuens sårbarhet overfor klimarisiko; jf. Skancke et al. (2021). En betydelig mindre andel av oppdagede og forventede (uoppdagede) petroleumsressurser er eksponert overfor overgangsrisiko enn om petroleumsproduksjonen hadde vært knyttet til f.eks. den løpende bruken av petroleumsinntektene og medført et høyere nivå på gjenstående ressurser fremover enn det prognoser tilsier; se f.eks. Olje- og energidepartmentet (2021).¹² Et høyt utvinngstempo vil isolert sett fortsette å redusere overgangsrisikoen ettersom nivået på potensielt ikke-utvinnbare ressurser (‘stranded assets’) kan forventes å avta over tid.

¹¹https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/norsk_okonomi/bruk-av-oljepenger-/hvor-stor-er-petroleumsformuen/id484903/
og <https://www.nbim.no/no/>.

¹²<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-36-20202021/id2860081/?ch=5>.



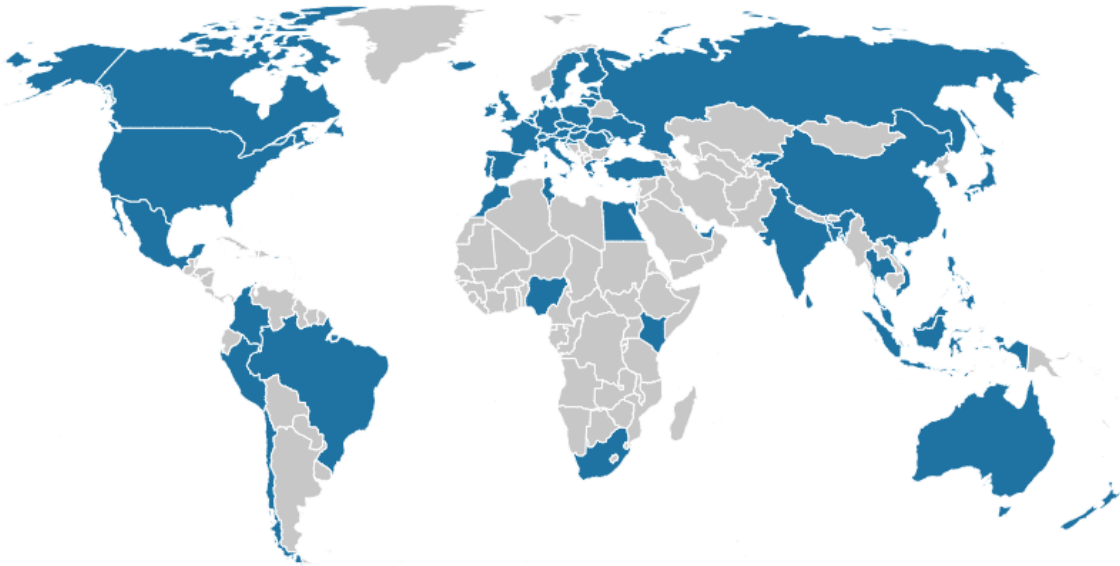
Figur 12: Omgjøring av petroleumsressurser til finansiell formue. Andeler av totalverdien av petroleumsformuen bestående av årlige verdier av SPU og nåverdiene av gjenstående petroleumsressurser over tidsperioden 1996–2021. Datakilder: SPU's kvartals- og halvårsrapporter og Revidert Nasjonalbudsjett for flere år.



Figur 13: Norges nettofordringer på utlandet - samlet og offentlig sektors i mrd. kroner. Privat sektor har samlet sett negative nettofordringer på utlandet, noe som reduserer Norges samlede nettofordringer på utlandet i forhold til offentlig sektors. Datakilde: SSB.

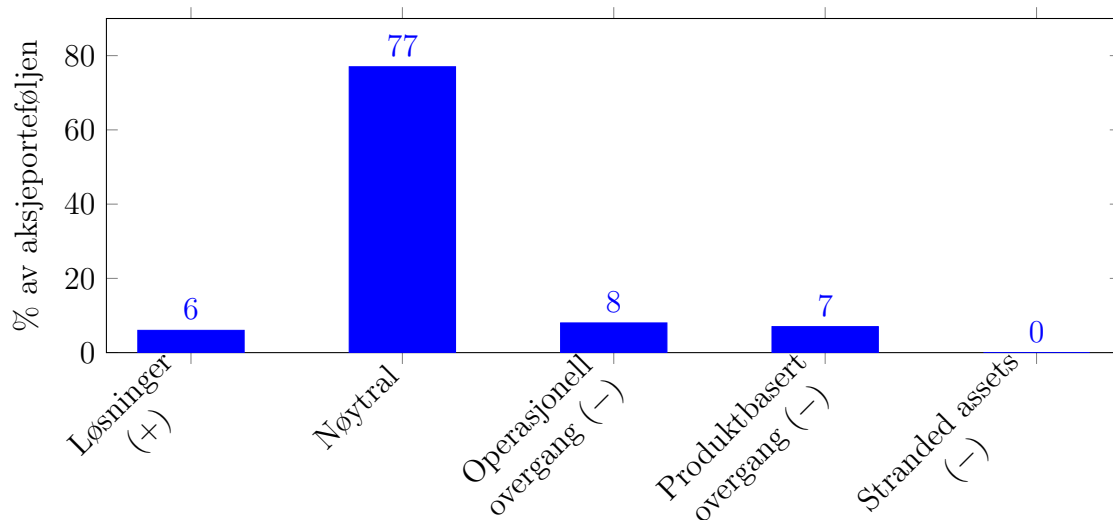
De finansielle ressursene representert ved SPU er hovedsakelig investert i land på den nordlige halvkule og er slik sett utsatt for begrenset fysisk klimarisiko; se figur 14.¹³ De kan imidlertid være utsatt for overgangsrisiko som følge av at klimarisikomotiverte endringer i preferanser, teknologi og reguleringer kan påvirke mar-

¹³Selv om mange av selskapene som SPU er investert i, er globale, har mesteparten av deres inntekter stort sett opphav i forretningsvirksomhet på den nordlige halvkule. Dette inntrykket er basert på regionfordelinger av de samlede inntektene til flere av de mest internasjonale selskapene i SPU's aksjeportefølje.



Figur 14: SPU's investeringer i ulike land, per utgangen av 2021.
Figurkilde: <https://www.nbim.no/en/the-fund/investments/>.

kedsverdiene på SPU's investeringer. En dynamisk tilpasning der en vokter seg ned i investeringsprosjekter som har klimarisikoeksponering og dreier investeringer mot prosjekter som er nøytrale eller som kan tjene på overgangen til mer bærekraftige økonomier, vil kunne bidra til å redusere overgangsrisikoen samlet sett.¹⁴



Figur 15: SPU's aksjeportefølje og overgangsrisiko. Andeler av aksjeporteføljens markedsverdi som er eksponert mot ulike typer overgangsrisiko, i henhold til MSCI sine fem kategorier for overgangsrisiko, per 25. mars 2021. Pluss- og minustegn indikerer hvorvidt aksjeporteføljens oppgitte andeler forventes å stige eller falle i verdi som følge av de ulike overgangsrisikoene. Datakilde: NBIM (2021).

Beregninger foretatt av NBIM tyder på at SPU's finans- og realinvesteringer

¹⁴For nærmere informasjon om SPU's klimahandlingsplan, se <https://www.nbim.no/en/the-fund/responsible-investment/2025-climate-action-plan/>.

har liten negativ eksponering overfor overgangsrisiko; se NBIM (2021).¹⁵ Mens obligasjonsinvesteringene antas å ha neglisjerbar sårbarhet overfor overgangsrisiko på grunn av klimapolitikken til utstedelseslandene og andre kjennetegn som lav kreditt- risiko, er omlag 15 prosent av aksjemarkedsinvesteringene sårbare overfor overgangs- risiko; se figur 15. SPU's aksjeinvesteringer antas å ikke tape nevneverdig verdi på grunn av klimamotiverte utvinnings- eller produksjonsrestriksjoner på naturressur- ser ('stranded assets'). Derimot kan 6 prosent av aksjemarkedsinvesteringene oppleve verdistigning ved en overgang til klimavennlige prosesser og produkter.

Tabell 3: Anslag på SPUs overgangs- og fysiske klimarisiko innen 2080

Scenario	Verdifall, %	Verdifall, mrd. NOK
Overgangsrisiko ved:		
1,5°C	8%	650
2°C	4%	300
2°C (forsinket)	9%	750
3°C	1%	50
Fysisk risiko: RCP 8,5	4%	300

Note: Estimert verdifall frem mot 2080 for aksjeporteføljen under ulike scenarioer, per 31. desember 2020, i prosent og i mrd. norske kroner. Scenariet "2°C (forsinket)" henviser til et scenario med forsinket omstilling og klimaregulering, noe som medfører større omstillingskostnader og verditap på lengre sikt. Representative Concentration Pathway (RCP) 8,5 representerer et scenario med høye utslipp av klimagasser som resulterer i det høyeste nivået på global oppvarming i henhold til det internasjonale klimapanelets (IPCC) klassifisering. Datakilde: NBIM (2021).

Tabell 3 gjengir NBIMs anslag på nåverdien av SPUs samlede verdifall som følge av fysisk- og overgangsrisiko under ulike scenariorer for utviklingen i global temperatur frem til år 2080. Mer ambisiøs klimapolitikk uttrykt ved lavere temperaturstigning innebærer større verdifall enn mindre ambisiøs klimapolitikk. Anslagene på verdifall forbundet med overgangsrisiko varierer mellom 750 mrd. og 50 mrd. kroner. Verdifallet forbundet med den fysiske risikoen estimeres til 300 mrd. kroner for et forholdsvis ekstremt scenario der temperaturen tillates å stige med 3 grader. Som andeler av SPUs markedsverdi på nær 11 000 mrd. kroner ved utgangen er 2020, er de anslåtte kostnadene ved både fysisk- og overgangsrisiko under 10 prosent (= $(750 + 300)/11\,000$) på det meste.

Disse punktanslagene for SPUs klimarisiko kan være lavere enn overgangsrisikoen

¹⁵<https://www.nbim.no/no/publikasjoner/brev-til-finansdepartementet/2021/klimarisiko-i-statens-pensjonsfond-utland/>

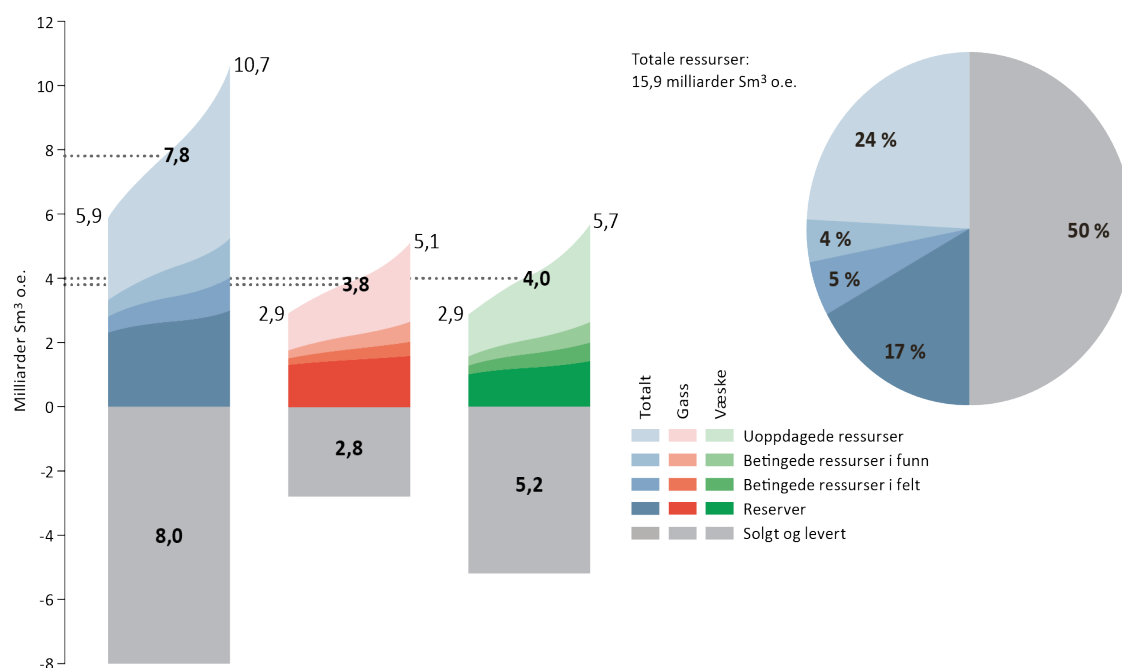
for gjenværende petroleumsressurser ved forbud mot utvinning av deler av eller alle ‘uoppdagede ressurser’; se neste kapittel (5). De makroøkonomiske ringvirkningene for Norge ved SPUs tap som spres internasjonalt er dessuten vesentlig lavere enn ved eventuelle verditap på gjenværende petroleumsressurser med ringvirkninger hovedsakelig innenlands. Eksempelvis har det vært lite fokus på mulige makroøkonomiske effekter av forholdsvis store svingninger i SPUs verdi, jf. verditapet på nær 1637 mrd. kroner i 2022 som ikke synes å ha hatt nevneverdige ringvirkninger på norsk økonomi; se f.eks. [Finansdepartementet \(2023\)](#) og nøkkeltall for norsk økonomi.

Dersom SPU står overfor lavere overgangsrisiko enn den som er forbundet med petroleumsressursene, vil den pågående omplasseringen av petroleumsressursene i SPU i henhold til handlingsregelen redusere overgangsrisikoen for Norge over tid.

I takt med økningen i størrelsen på SPU og nedgangen i petroleumsressursene som andeler av BNP og nasjonalformuen er det rimelig å anta at svingninger i verdien på petroleumsressursene vil ha stadig mindre virkning på kronekursen over tid. Svingninger i markedsverdien av SPU vil samtidig kunne få økt betydning for utviklingen i kronekursen. En slik utvikling vil kunne redusere kronekursens eksponering overfor klimarisiko dersom anslagene på SPUs eksponeringer overfor klimarisiko er realistiske; jf. figur 15. I den grad SPU er mindre eksponert overfor klimarisiko enn handelspartnernes økonomier, kan kronen styrke seg som respons på en økning i klimarisiko globalt.

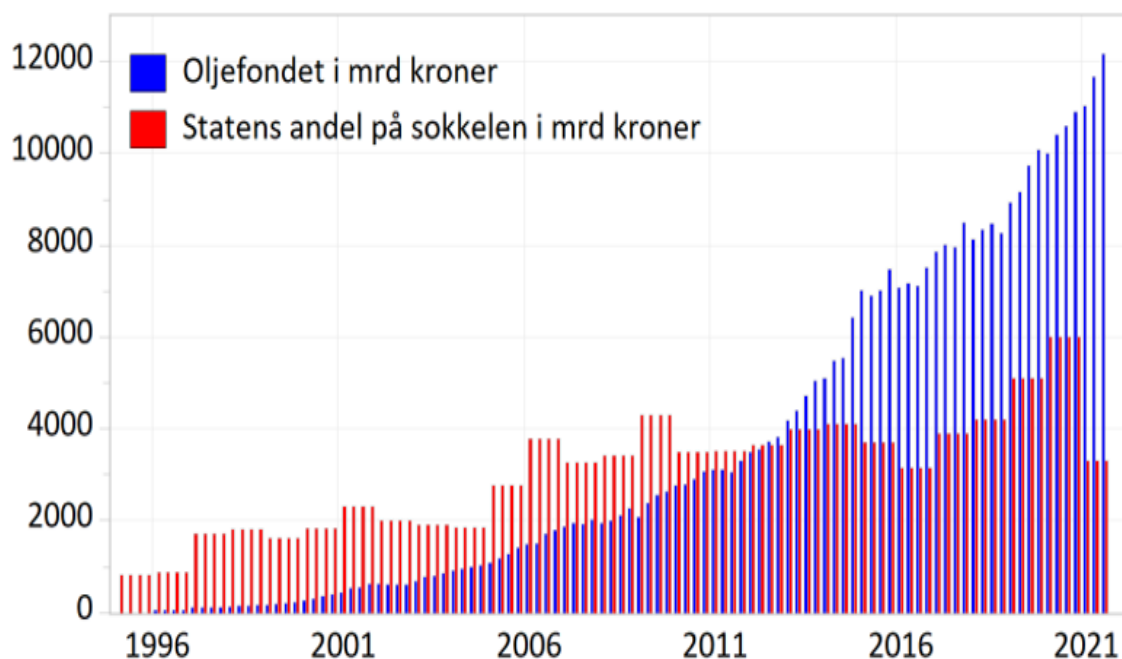
5 Petroleumsressurser og overgangsrisiko

Norge er blant OECD-landene som potensielt kan oppleve et relativt stort verditap på sine gjenværende petroleumsressurser, dersom de ikke kan utvinnes fullt ut. Norge har fortsatt betydelige gjenstående petroleumsressurser som følge av nye oppdagelser av olje- og gassforekomster over tid; se figur 16. Omlag halvparten av petroleumsressursene antas å gjenstå. Nåverdiene av gjenstående petroleumsreserver i løpende priser over tid, slik de er beregnet av Finansdepartementet, er gjengitt i figur 17. Anslag fra 2021 antyder en nåverdi på rundt 3 300 mrd. kroner. Figuren



Figur 16: Norske petroleumsressurser og usikkerhet i estimatene per 2021. Figurkilde: <https://www.norskipetroleum.no/petroleumsressursene/ressursregnskap-norsk-sokkel/>.

viser også utviklingen i markedsverdien av SPU som følge av omplasseringen av petroleumsformuen fra sokkelen, meravkastningen på denne og kronekursutviklingen frem til 2021.



Figur 17: Markedsverdien av SPU og nåverdiene av statens andel av gjenstående petroleumsressurser anslått i årlige nasjonalbudsjetter i perioden 1996-2021. I mrd. kroner.

Mulig klimarelatert verdifall på gjenværende petroleumsressurser vil kunne skyl-

des eventuelle politiske restriksjoner, teknologiske endringer eller endringer i forbrukernes preferanser. Politiske restriksjoner kan innebære begrensninger på leting etter olje og gass i områder som foreløpig ikke er åpnet for leting og/eller i allerede lisensierte leteområder.¹⁶

Figur 16 gir en oversikt over petroleumsressurser i ulike faser av lete- og uthentingsvirksomheten. ‘Reserver’ i de mørke delene av figurene angir volumet av gjenværende ressurser som med stor grad av sikkerhet kan hentes ut. Derimot er anslagene for ‘Betingede ressurser i felt’ og ‘Betingede ressurser i funn’ mindre sikre. Dette er ressurser som sannsynligvis finnes i henholdsvis utviklede felt og i felt som ennå ikke er utviklet. ‘Uoppdagede ressurser’ i de lyse delene av figurene viser til anslag på ressurser som forventes å bli funnet i områder som ennå ikke er åpnet for leting. Slike ressurser antas å utgjøre omlag 1/2 av anslagene på de samlede gjenværende ressursene, men størrelsen på dem er svært usikker.

Det er stor usikkerhet om og hvor mye gjenværende ressurser kan bli nedskrevet. Fremtidige markedsforhold for petroleum er svært usikre på grunn av usikkerhet om blant annet endringer i teknologi, forbrukernes preferanser, og energi- og klimapolitikk. Når det gjelder klimapolitikk kan imidlertid inngåtte avtaler og ønsket om forutsigbarhet i offentlig politikk innebære lav sannsynlighet for en politisk bestemt utvinningsstans for felt der infrastrukturen for uthenting allerede finnes i større eller mindre grad. Det er også lite sannsynlig at en vil stanse uthenting av allerede oppdagede petroleumsressurser selvom infrastrukturen ikke skulle være tilstede; jf. Aune et al. (2020). Eventuelle politiske restriksjoner på uthenting av petroleumsressurser kan derfor antas å bare berøre deler av gjenværende petroleumsressurser, særlig på kort sikt.

En enkel antakelse kan være at politiske vedtak for det meste lar alle ‘uoppdagede ressurser’ bli værende, det vil si nær halvparten av gjenværende ressurser. Alternativt kan en anta som Aune et al. (2020) at ‘uoppdagede ressurser’ bare delvis

¹⁶Følgende analyse av eventuelle politiske restriksjoner bør betraktes som rent hypotetisk. Gjeldende norsk petroleumspolitikken innebærer ifølge regjeringen en “utvikling, ikke avviking av petroleumssektoren”; se f.eks. Hurdalsplattformen: <https://www.regjeringen.no/contentassets/cb0adb6c6fee428caa81bd5b339501b0/no/pdfs/hurdalsplattformen.pdf> og regjeringens kommunikasjon, f.eks. i etterkant av klimatoppmøtet i Dubai i 2023: <https://e24.no/energi-og-klima/i/kEnAg6/aasland-om-klimaavtalen-ender-ingenting-for-norge>.

blir liggende, nær 60 prosent. Det vil innebære at nær 1/4 av gjenværende ressurser ikke blir utvunnet. En nedskrivningsandel mellom 1/4 og 1/2 av gjenstående reserver innebærer et antatt verditap på mellom 792 mrd. og 1 650 mrd. kroner dersom vi legger til grunn nåverdien av de gjenstående reservene i 2021, 3 300 mrd. kroner. Maksimumsanslaget på verditapet tilsvarer SPU's tap i 2022.

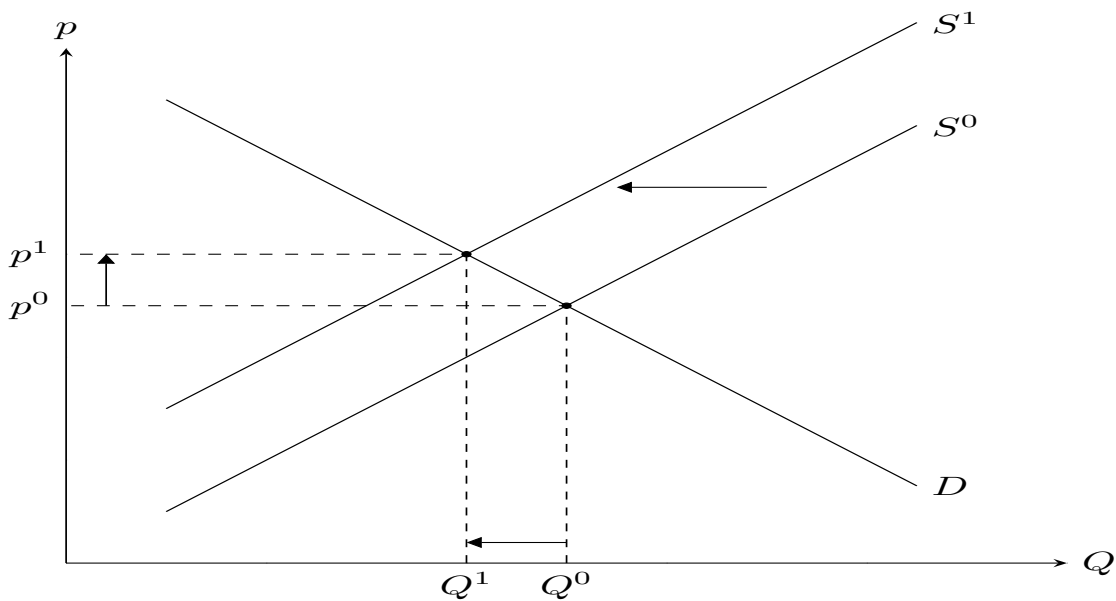
Det potensielle verditapet kan bli vesentlig høyere eller lavere enn det punktanslagene tilsier. Figur 16 indikerer stor usikkerhet om både det samlede nivået på gjenstående ressurser og størrelsen på uoppdagede ressurser. Det er dessuten stor usikkerhet om framtidige petroleumspriser, produksjonskostnader og blant annet renter som inngår i beregningen av nåverdien av gjenstående reserver. Det er også vanskelig å anslå de samlede makroøkonomiske kostnadene av ringvirkningene ved å redusere den fremtidige petroleumsvirksomheten; se f.eks. Aune et al. (2020) og litteraturen om hollandsk syke, bl.a. Bjørnland et al. (2019).

Petroleumsprisene kan bli påvirket av eventuelle utvinningsrestriksjoner og/eller avgifter; se Carlin et al. (2022). En forholdsvis stor prisøkning på petroleumsressursene som følge av slike restriksjoner kan potensielt mer enn oppveie nedgangen i verdien av gjenværende petroleumsressurser; jf. figur 18. En priseffekt forutsetter mer eller mindre internasjonalt koordinerte produksjonsrestriksjoner eller avgiftsøkninger. Gitt den betydelige størrelsen på gjenværende petroleumsressurser globalt, kan tiltak som kun berører norsk petroleumsproduksjon få liten effekt på petroleumsprisene.¹⁷

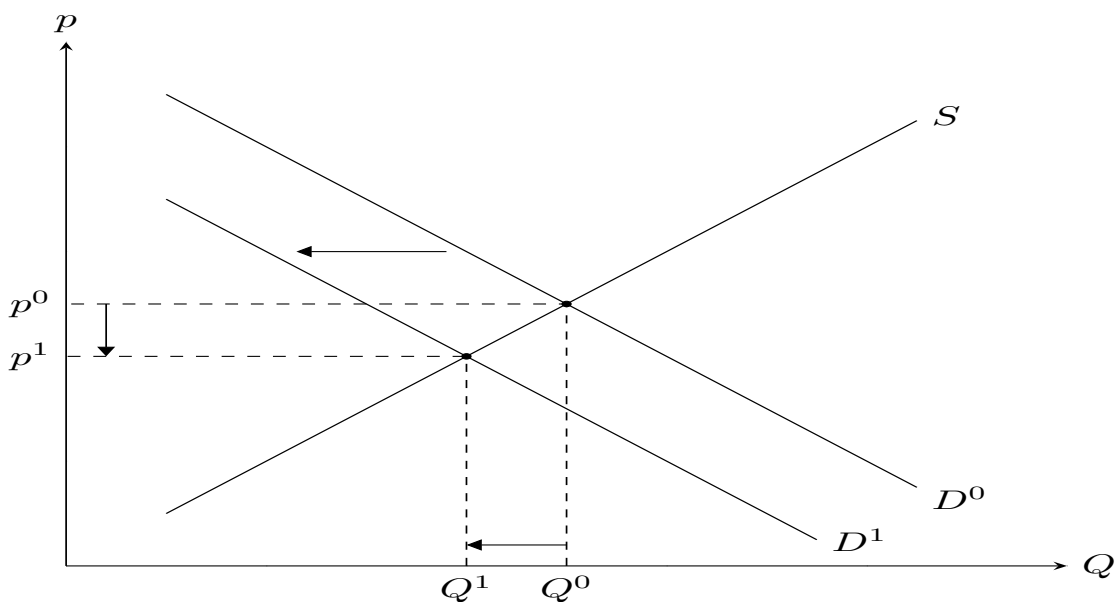
Teknologiske endringer, energieffektivisering eller skift i forbrukerpreferanser kan gjennom lavere etterspørsel etter petroleumsressurser føre til både et prisfall og produksjonsnedgang; jf. figur 19. Slike skift kan senke verdien av gjenstående reserver mer enn politisk bestemte produksjonskutt som kan ha usikker effekt. Imidlertid er det ikke opplagt at Norge vil redusere produksjonen selvom den globale petroleums- etterspørselen og -produksjonen samlet sett skulle falle.

Et mulig verdifall på gjenværende petroleumsressurser ved negative etterspørsels-

¹⁷Se f.eks. OPEC Annual Statistical Bulletin (2022), https://www.opec.org/opec_web/en/publications/202.htm og oversikten på nettsiden <https://howmuch.net/articles/worlds-biggest-crude-oil-reserves-by-country>.



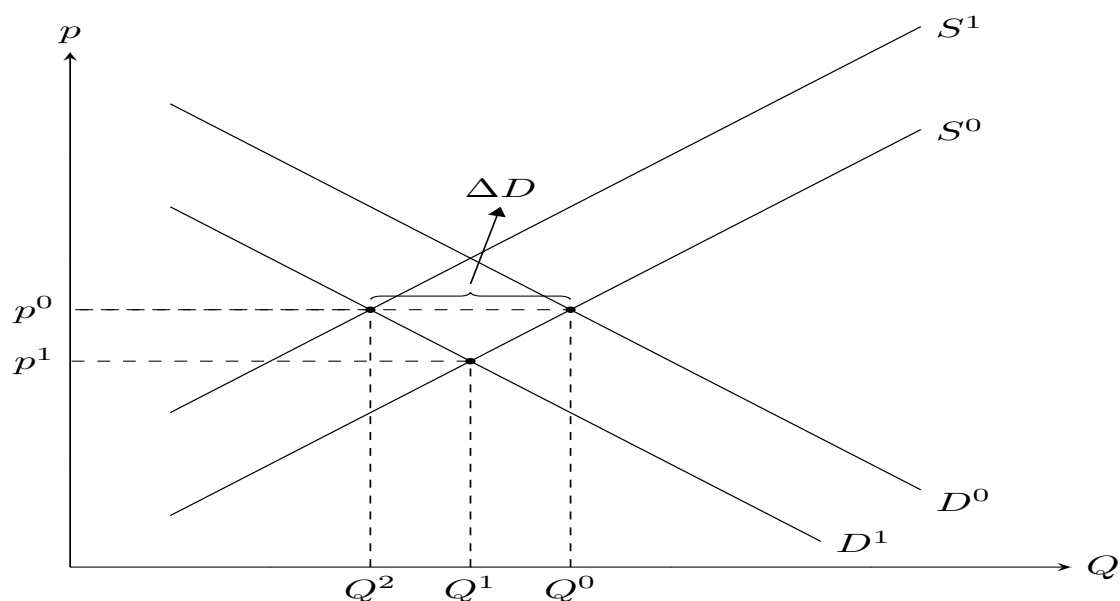
Figur 18: Globalt oljemarked der tilbudssidereguleringer medfører lavere oljeproduksjon (Q) og høyere oljepris (p).



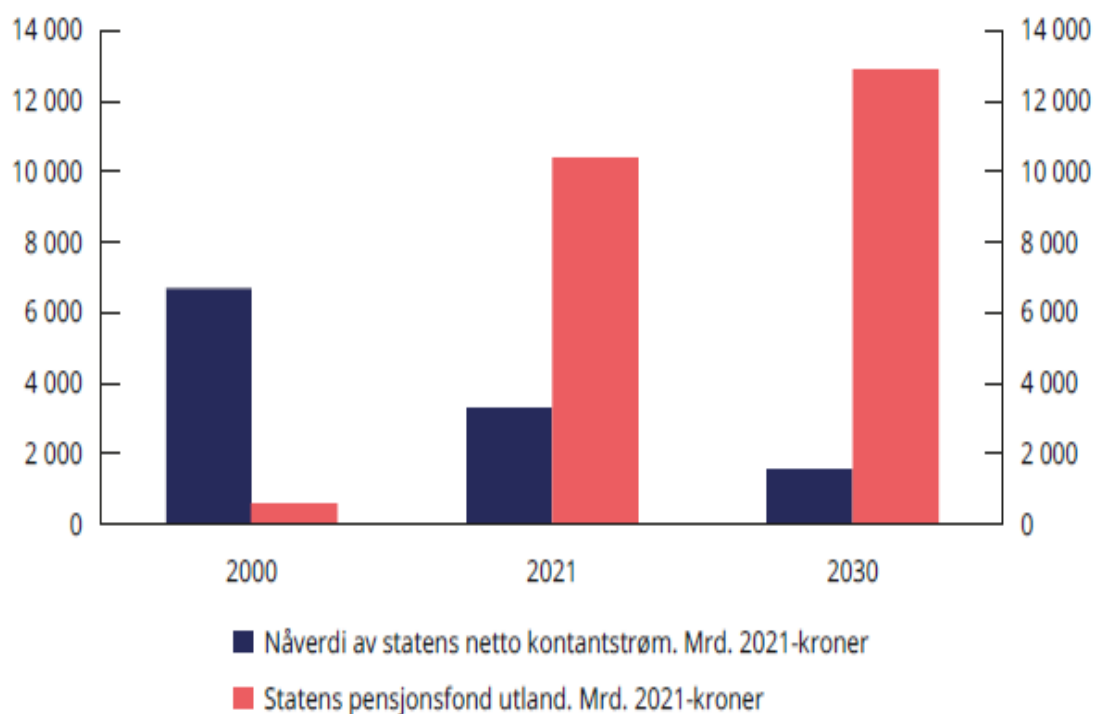
Figur 19: Globalt oljemarked der etterspørselsreducerende skift i reguleringer og/eller forbrukerpreferanser medfører lavere pris og produksjon.

skift vil også avhenge av hvordan petroleumprodusentene responderer på slike skift. [Asheim et al. \(2019\)](#) foreslår et mulig samarbeid mellom produsentlandene for å kunne regulere produksjonsnedgangen slik at et eventuelt prisfall modereres. I et slikt tilfelle vil den samlede produksjonen gå ned til fordel for oppnåelse av klimamålene samtidig som produsentlandenes inntektstap blir mindre enn ved en ren etterspørselsbestemt produksjonsnedgang; jf. figur 20.

Tidsforsinkelser i etterspørselsnedgangen etter petroleum på grunn av tregheter



Figur 20: Globalt oljemarked der tilbudsbegrensninger som respons på lavere etterspørsel forsterker produksjonsnedgangen mens en unngår at oljeprisen faller, $p^2 = p^0$; jf. [Asheim et al. \(2019\)](#).



Figur 21: Faktisk og forventet transformasjon av petroleumsformue til finansiell formue i SPU i perioden 2000–2030. Figurkilde: [Finansdepartementet \(2021\)](#).

i forbrukeratferd og teknologiske og politiske prosesser bidrar også til å redusere overgangsrisikoen knyttet til gjenværende petroleumsressurser. Figur 21 anslår en nedgang i verdien av gjenværende petroleumsressurser over tid i samsvar med produksjonsprognoser under gjeldende klima- og petroleumpolitikk. I fravær av

nye store petroleumsoppdagelser kan verdien av gjenværende petroleumsressurser i løpet av det neste tiåret bli forholdsvis liten i forhold til andre deler av Norges nasjonalformue, som SPU.

Selv et stort verditap på petroleumsressursene som følge av overgangsrisiko behøver ikke å være ensbetydende med en varig svekkelse av utenriksøkonomien og svakere valutakurs. Som vist ovenfor utgjør de én av flere komponenter i nasjonalformuen som kan bli påvirket på ulikt vis av klimarisiko. Forskjeller mellom land i hvordan ulike komponenter i nasjonalformuen påvirkes av klimarisiko vil kunne påvirke utviklingen i valutakursene mellom dem. Dessuten kan forskjeller mellom land i deres håndtering av klimarisiko bidra til komparative fortrinn i utenriksøkonomien. Neste kapittel omhandler omfanget og takten på grønn omstilling som kan påvirke landenes komparative fortrinn i forhold til hverandre.

6 Fortrinn ved en raskere grønn omstilling?

[Way et al. \(2022\)](#) anslår at en erstatning av karbonintensive energikilder med fornybare energikilder vil kunne redusere de samlede energikostnadene globalt med flere tusen mrd. dollar. Anslagene forutsetter blant annet at prisen på fornybare energikilder fortsetter å falle i forhold til olje- og gasspriser og at de blir tatt i bruk i mer eller mindre samme tempo som det en har observert historisk; se bl.a. [Roser \(2020\)](#). Besparelser av karbonavgifter ved adopsjon av fornybar teknologi kan bli en annen kilde til komparative fortrinn over tid, særlig hvis karbonavgifter blir mer utbredt internasjonalt og i større grad reflekterer de samfunnsøkonomiske kostnadene ved karbonutslippene; se [Adrian et al. \(2022\)](#).¹⁸

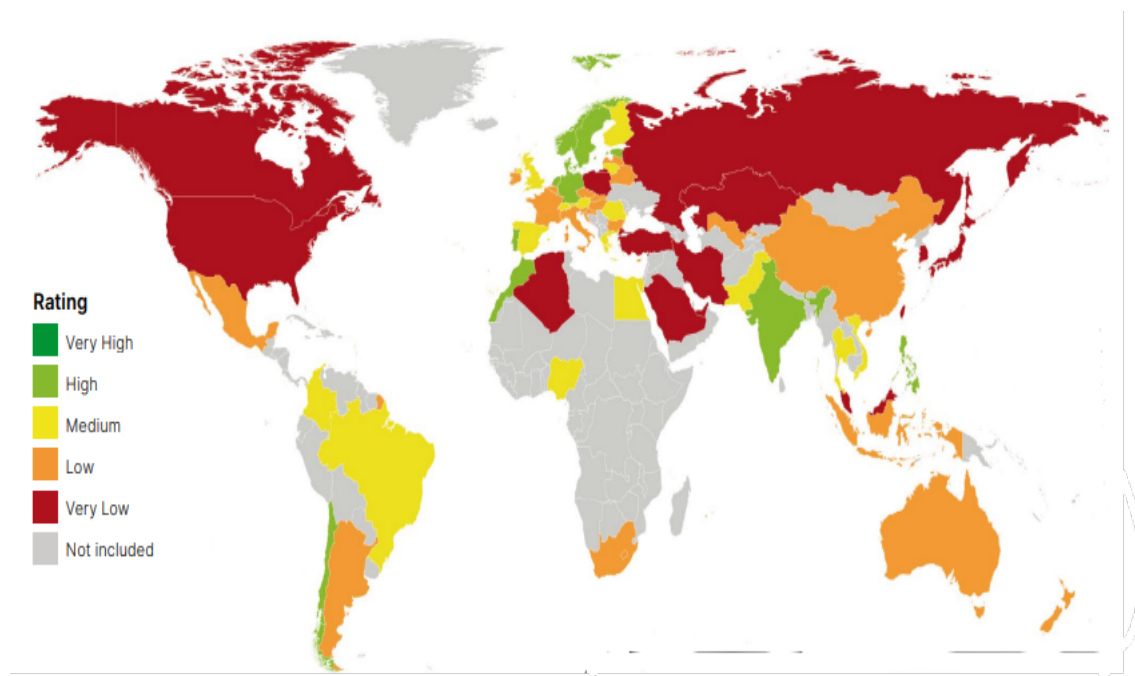
Land som kan ta i bruk fornybare energikilder i et større omfang og raskere enn andre, vil følgelig oppnå lavere kostnader per energienhet enn andre land. Det følger også at eksportører av karbonintensive energikilder som også produserer eller tar i bruk fornybare energikilder, kan helt eller delvis kompensere for mulige tap. Dette gjelder tap knyttet til at deres karbonintensive energiressurser enten ikke kan

¹⁸[Adrian et al. \(2022\)](#) anslår globale nettobesparelser i form av sparte karbonavgifter til minst 85 000 mrd. dollar dersom kullbruken erstattes med fornybar energi.

utvinnes, eller må utvinnes med mindre fortjeneste enn før.

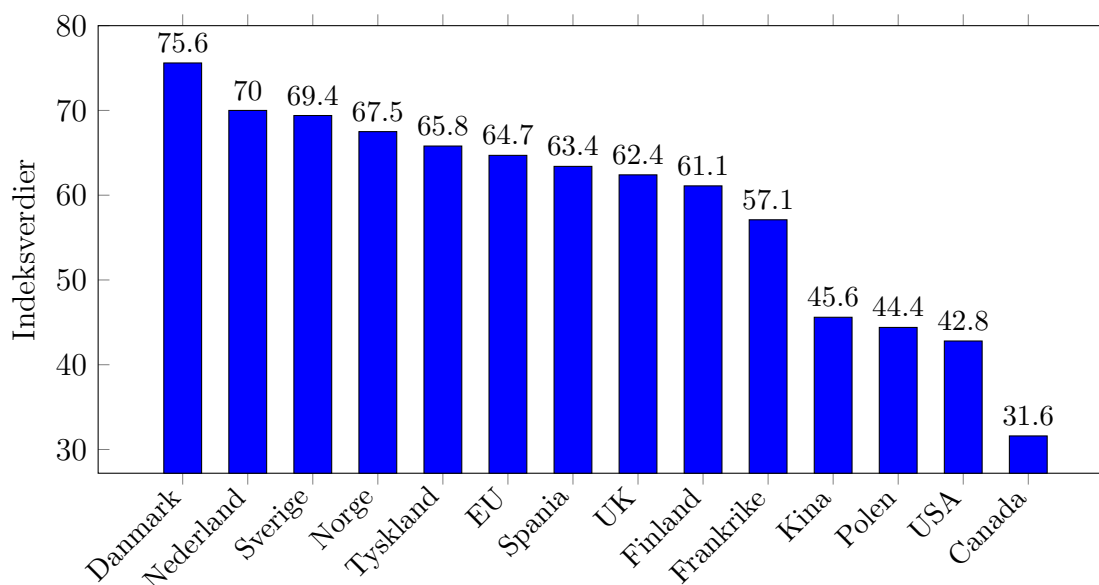
Way et al. (2022) anslår totale besparelser ved ulike tilpasningshastigheter til fornybare energikilder. Deres anslag tyder på at de samlede besparelsene kan bli opptil 12 tusen mrd. dollar ved en rask overgang til fornybare energikilder på bekostning av karbonintensive energikilder globalt. De samlede kostnadsbesparelsene kan derfor bli langt større enn formuestapene i form av nedskrivning av de karbonintensive energikildene. Som nevnt ovenfor har Semieniuk et al. (2022) anslått disse til omtrent tusen mrd. dollar, det vil si omtrent en tiende del av kostnadsbesparelsene ved å erstatte dem med fornybare energikilder.

Det er vesentlige forskjeller mellom land når det gjelder tempoet i utbyggingen av kapasitet for produksjon av fornybar energi og i adopsjon av klimavennlige varer og tjenester. Utbyggingstempoet er støttet av ulike offentlige støtteordninger, avgifter og subsidier samt reguleringer.¹⁹ Produksjonskapasiteten er voksende på tvers av land og regioner; se International Energy Agency (2023). Det samme gjelder etterspørselen etter klimavennlige produkter.



Figur 22: Ulike lands klimapositive tiltak og bidrag. Figurkilde: <https://ccpi.org/wp-content/uploads/CCPI-2024-Results.pdf>.

¹⁹Jf. Norges havvindsatsning som på sikt kan bidra til å fordoble landets samlede kraftproduksjon: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/historisk-satsing-pa-havvind/id2930618/>.



Figur 23: Grønn omstillingsindeksverdier (Climate Change Performance Index) for Norge og de viktigste handelspartnerne. Blant forhold som vurderes er klimagassutslipp, produksjon og forbruk av fornybare energi og klimapolitikk. CCPI baseres på et standardisert rammeverk og har som delmål å gi en uavhengig vurdering av omstillingsnivået i de ulike landene, for tiden 63 land i tillegg til EU. For nærmere informasjon og data: <https://ccpi.org/wp-content/uploads/CCPI-2024-Results.pdf>

Antatte kostnadsbesparelser ved en overgang til fornybare energikilder vil kunne gi landene som baserer seg på disse tidligere enn andre et komparativ fortrinn i produksjon av varer og tjenester. Vesentlige forskjeller mellom land i reguleringer og deres effektivitet når det gjelder å fremskynde overgangen til fornybare energikilder, tilsier at enkelte land vil kunne være lengre fremme enn andre over lengre perioder.

Figur 22 antyder over hvor raskt ulike land og verdensdeler er i ferd med å omstille seg til klimavennlige økonomier i henhold til Climate Change Performance Index.²⁰ Figur 23 viser indikatorverdiene for Norge og de viktigste handelspartnerne. Figurene indikerer at Norge er i ferd med å omstille seg raskere enn nesten alle av handelspartnerne og de fleste andre land i verden. I den grad den relative raske omstillingen medfører lavere produksjonskostnader per produsert enhet av varer og tjenester i Norge sammenlignet med handelspartnerne, vil det isolert sett bidra til en sterkere kronekurs.

Drøftingen i dette og tidligere kapitler har pekt på flere forhold som kan bidra til at økt klimarisiko kan sammenfalle med en sterkere kronekurs. Flere studier

²⁰Se <https://ccpi.org/> for nærmere informasjon.

har imidlertid argumentert for et verditap på petroleumsressursene på grunn av klimarisiko og foreslått dette som en mulig forklaring på kronesvekkelsen de siste årene; se [Kapfhammer et al. \(2020\)](#) og [Benedictow og Hammersland \(2023\)](#). Neste kapittel undersøker empirisk om det har vært en sammenheng mellom klimarisiko og kronekursen i løpet av det siste tiåret.

7 Har klimarisiko påvirket kronekursen, så langt?

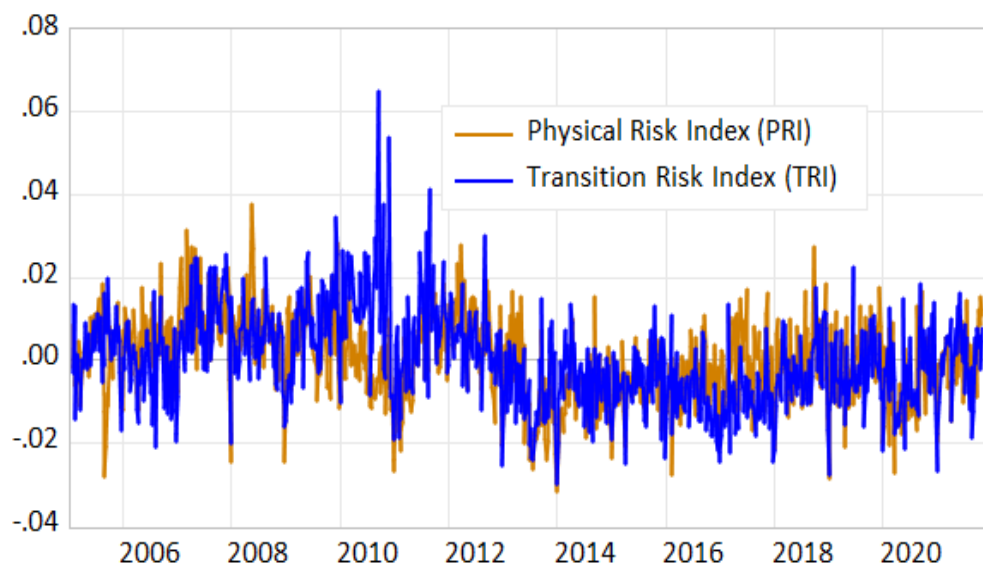
Ofte anvendte empiriske modeller for kronekursen har ikke kunnet forklare kronesvekkelsen helt i flere av årene etter oljeprisfallet i 2014/2015. Tidspunktet sammenfaller delvis med undertegnelsen av Parisavtalen i desember 2015. Blant andre [Kapfhammer et al. \(2020\)](#) argumenterer for at en økning i overgangsrisiko som følge av økt fokus på klimarisiko og en potensiell nedskrivning av petroleumsreserver har medført en svekkelse av valutakursene til petroleumsprodusenter, deriblant Norge.²¹

[Akram \(2020\)](#) derimot viser at utviklingen i valutakursene til land som Norge og Canada i stor grad kan forklares ved hjelp av tradisjonelle variabler som rentedifferanser, risikoindikatorer og oljeprisen, forutsatt at en åpner for sjokkavhengige virkninger av oljeprisen på valutakursen. Følgende analyse tyder også på at klimarisiko ikke bidrar til å forklare kronekursen utover det som kan forklares av noe utvidede modeller med vanlige forklaringsvariabler.

Det er ikke opplagt hvordan klimarisiko skal måles og hvordan en skal skille mellom fysisk risiko og overgangsrisiko i analyser av finansielle variable der tilgjengelig informasjon antas å være inkorporert i prisene. Dessuten avhenger mange mål på fysisk- og overgangsrisiko av strukturelle forhold som generelt sett endrer seg for langsomt til å kunne forklare svingninger i finansielle variable på korte horisonter; jf. indikatorene for fysisk klimarisiko i kapittel 2.

En vanlig tilnærming for å kunne inkorporere ny informasjon om klimarisiko er å

²¹Selve oljeprisfallet i 2014/2015 forklares vanligvis med vesentlig skiferoljeproduksjon i USA, vedvarende høy oljetilbud fra OPEC-landene samt en resesjonsbasert nedgang i global oljeetterspørsel. Se [Arezki og Blanchard \(2014\)](#): <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2014/12/22/seven-questions-about-the-recent-oil-price-slump> og [Kilian \(2015\)](#): <https://cepr.org/voxeu/columns/why-did-price-oil-fall-after-june-2014> for nærmere analyser av oljeprisfallet i 2014/2015.



Figur 24: Indikatorverdier på ukesfrekvens for fysisk- og overgangsrisiko over tidsperioden januar 2005–oktober 2021. Disse er basert på daglige data fra forfatterne av [Bua et al. \(2022\)](#).

basere klimarisikoinndikatorer på det daglige omfanget av nyhetsartikler som direkte eller indirekte omhandler klimarisiko i form av fysisk- og/eller overgangsrisiko. [Kaphammer et al. \(2020\)](#) representerer overgangsrisikoen ved en indikator som baserer seg på eksplisitte eller implisitte omtaler av overgangsrisiko i nyhetsarkivet til Dow Jones over tidsperioden 2001–2019. En nyere studie, av [Bua et al. \(2022\)](#), utvikler indikatorer for både fysisk risiko og overgangsrisiko basert på klimarisikorelaterte nyheter publisert av Reuter News over tidsperioden januar 2005–oktober 2021.

Figur 24 viser ukentlige verdier av de sistnevnte indikatorene for fysisk- og overgangsrisiko. Indikatorene er konstruert for å reflektere klimarisikonyheter utover det som reflekteres i det løpende omfanget av nyhetsdekningen om klimarelatert risiko og bekymring. Figuren tyder ikke på at det er en klart stigende tendens i disse indikatorene over hele tidsperioden, eller siden 2014/2015, som kan tenkes å sammenfalle med en eventuell uforklart svekkelse av kronekursen i løpet av særlig det siste tiåret.

Vi undersøker i det følgende nærmere om indikatorene for fysisk- og/eller overgangsrisiko kan bidra til å forklare svingninger i den nominelle importveide valutakursen for Norge (I44) som ikke blir forklart av vanligvis brukte forklaringsvariabler. Tabell 4 presenterer en estimert modell for logaritmen av I44, der vi inkluderer 12-

Tabell 4: *Modell for nominell importvektet valutakurs I44, uten klimarisiko*

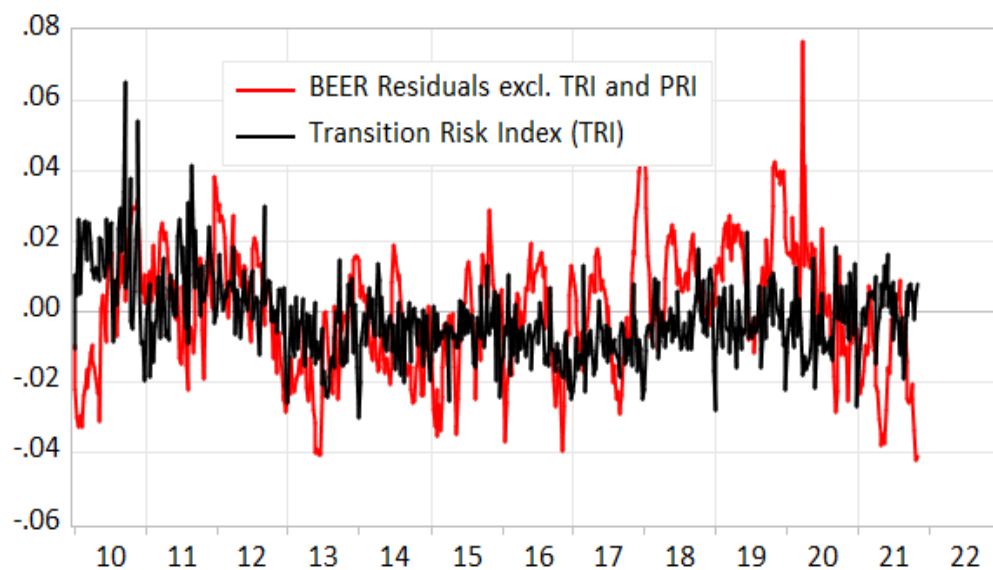
Dependent Variable: LOG(I44)					
Method: Fully Modified Least Squares (FMOLS)					
Sample (adjusted): 30/12/2009 27/10/2021					
Included observations: 618 after adjustments					
Cointegrating equation deterministics: C					
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
C	4.266	0.045	95.285	0.0000	
$i^s - i^{f,s}$	-0.028	0.009	-3.136	0.0018	
$\{(i^L - i^s) - (i^{f,L} - i^{f,s})\}$	-0.077	0.013	-5.901	0.0000	
oilp ^{Dem}	0.001	0.015	0.075	0.9400	
oilp ^{Sup}	-0.178	0.006	-28.671	0.0000	
oilp ^{Res}	-0.159	0.026	-6.202	0.0000	
vix	0.032	0.007	4.906	0.0000	
R-squared	0.967	Mean dependent var		4.597	
Adjusted R-squared	0.967	S.D. dependent var		0.095	
S.E. of regression	0.017	Sum squared resid		0.186	
Long-run variance	0.001				

Note: $i^s - i^{f,s}$ er 12-måneders nominell swaprentedifferanse mellom Norge og handelspartnerne, mens $\{(i^L - i^s) - (i^{f,L} - i^{f,s})\}$ representerer forskjellen mellom helningene på rentekurvene i Norge og hos handelspartnerne. De lange nominelle rentene (i^L og $i^{f,L}$) er 10-årige swaprenter. Dekomponeringen av log av Brent Blend råoljeprisen i etterspørselssidedrevet, tilbudssidedrevet og en restdel er hentet fra New York Feds *Oil Dynamics Report*; se f.eks. https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/research/policy/oil_decomposition/oil-decomp_2021-1129.pdf. Tilslutt i modellen har vi log av VIX indexen som representerer generell markedsusikkerhet. Se Akram (2020) for nærmere detaljer om variablene og modellspesifikasjonen.

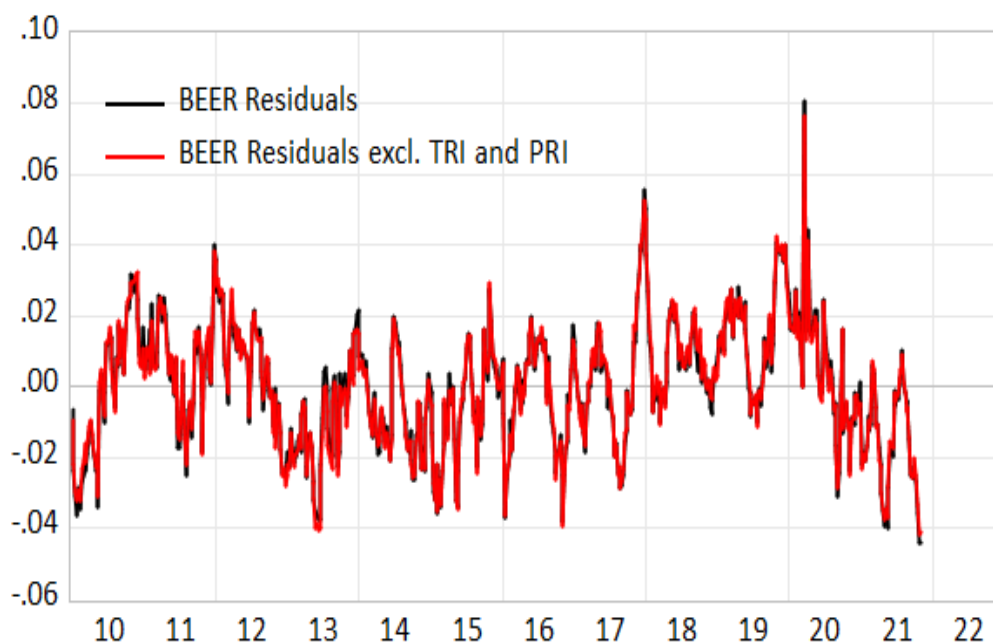
måneders rentedifferanse i forhold til handelspartnerne, differansen mellom helningene på rentekurvene i forhold til handelspartnerne (uttrykt ved differanser mellom 10-årige og 12-måneders rentedifferanser), og oljeprisen dekomponert i etterspørsels- og tilbudsdrivne forhold samt forhold som er vanskelig å plassere i disse to kategoriene.²² Seriene for de ulike komponentene av oljeprisen er hentet fra New York Feds *Oil Dynamics Report*, mens dekomponeringen er nærmere forklart i Groen et al. (2013).²³ Modellen inkluderer også log av VIX indeksen for å ta hensyn til generell markedsusikkerhet. Vi estimerer modellen på ukesdata over tidsperioden januar 2010 til utgangen av oktober 2021, når tidsseriene for klimarisikoinndikatorene slutter.

²²Mens tilbudsdrivne oljepriser (oilp^{Sup}) kan representere oljeprisendringer knyttet til klimarisikomotiverte produksjonsrestriksjoner, er dette ikke opplagt for etterspørselsdrivne oljepriser (oilp^{Dem}). Sistnevnte viser til oljepriser drevet av etterspørsel forbundet med den globale økonomiske utviklingen og ikke til klimarisikomotiverte etterspørselendringer som drøftes i kapittel 5.

²³Se https://www.newyorkfed.org/research/policy/oil_price_dynamics_report for data



Figur 25: Indikatorverdier for overgangsrisiko og uforklart variasjon i den nominelle effektive valutakursen I_{44} (i rødt) over tidsperioden januar 2010–Oktober 2021; ukesdata.



Figur 26: Residualer fra modellen i tabell 4 der PRI og TRI ikke inkluderes (i sort) og fra modellen i tabell 5 der disse inkluderes. Tidsperioden er januar 2010–Oktober 2021; ukesdata.

Figur 25 viser residualer fra modellen i tabell 4 sammen med verdier av indikatoren for overgangsrisiko, TRI, over estimeringsperioden. Residualen uttrykker logverdier av I_{44} som ikke forklares av modellen, der positive residualverdier indikerer relevante referanser.

Tabell 5: *Modell for nominell importveid valutakurs I44, med klimarisiko*

Dependent Variable: LOG(I44)				
Method: Fully Modified Least Squares (FMOLS)				
Sample (adjusted): 30/12/2009 27/10/2021				
Included observations: 618 after adjustments				
Cointegrating equation deterministics: C				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.264	0.045	95.810	0.000
$i^s - i^{f,s}$	-0.030	0.009	-3.368	0.001
$\{(i^L - i^s) - (i^{f,L} - i^{f,s})\}$	-0.080	0.013	-5.967	0.000
oilp ^{Dem}	0.004	0.015	0.232	0.817
oilp ^{Sup}	-0.178	0.006	-28.742	0.000
oilp ^{Res}	-0.163	0.026	-6.222	0.000
vix	0.032	0.007	4.777	0.000
TRI	0.121	0.176	0.687	0.492
PRI	0.132	0.189	0.702	0.483
R-squared	0.967	Mean dependent var		4.597
Adjusted R-squared	0.966	S.D. dependent var		0.095
S.E. of regression	0.017	Sum squared resid		0.186
Long-run variance	0.001			

Note: Variablene TRI og PRI indikerer henholdsvis overgangsrisiko og fysisk risiko. Disse er nærmere beskrevet i [Bua et al. \(2022\)](#). Det vises til tabell 4 for en nærmere forklaring av de andre variablene i denne modellen.

kerer uforklart svekkelse. Det synes ikke å være en åpenbar sammenheng mellom de uforklarte kursendringene og utviklingen i TRI over estimeringsperioden. Tilsvarende figur med fysisk risikoindikator PRI ga samme inntrykk.

Tabell 5 presenterer en estimert modell for den nominelle importveide valutakursen der vi i tillegg til tradisjonelle forklaringsvariabler inkluderer indikatorene for både fysisk- og overgangsrisiko. Tabellen viser at det ikke er en statistisk signifikant sammenheng mellom klimarisikoindikatorene, TRI og PRI, og valutakursen.

Figur 26 viser residualene fra begge modellene. Som vist er residualene tilnærmet identiske over hele estimeringsperioden. Dette tyder på at modellen med klimarisikoindikatorer i tabell 5 ikke har nevneverdig forklaringskraft utover modellen i tabell 4 der klimarisikoindikatorene ikke inkluderes.

8 Oppsummering - en sterkere krone?

Kronekursen er en relativ pris som blant annet avhenger av forventninger om den framtidige utviklingen i norsk økonomi i forhold til handelspartnerenes økonomier. Forskjeller i eksponeringen ovenfor klimarisiko mellom Norge og handelspartnerne, samt hvor godt Norge kan håndtere klimarisikoen sammenlignet med handelspartnerne, vil kunne ha betydning for utviklingen i kronekursen.

Tabell 6: *Forhold som tilsier sterkere (+) eller svakere kronekurs (-)*

	Kronekurs	Referanse
Fysisk risiko relativt mindre	+	Fig. 2
Overgangsrisiko relativt mindre	+	Fig. 1
Håndteringsevne relativt bedre	+	Fig. 5 og 11
Arbeidsproduktiviteten mindre utsatt	+	Fig. 6
Diversifiserte nettofordringer på utlandet	+	Fig. 14 og 15
Potensiale for stranded assets	-	Fig. 16
Raskere omstilling enn handelspartnerne	+	Fig. 22 og 23

Note: Tabellen angir hvordan Norges situasjon i forhold til handelspartnerenes på ulike parametre relatert til klimarisiko kan tilsi sterkere (+) eller svakere (-) kronekurs fremover. Det vises også til utvalgte figurer som kan begrunne Norges relative situasjon.

Tabell 6 oppsummerer eksponeringen og håndteringsevnen til norsk økonomi når det gjelder klimarisiko sammenlignet med handelspartnerenes eksponering og håndteringsevne. Relativt lavere eksponering, bedre håndteringsevne og mindre ugunstige effekter tilsier en styrking av kronekursen, mens det motsatte innebærer en svekkelse. Tabellen henviser også til evidens presentert i ulike figurer som kan underbygge argumentene i første kolonne.

Tabellen viser at effekten av klimarisiko på kronekursen ikke er entydig og at det er flere faktorer som kan tilsi at kronekursen kan styrke seg som følge av klimarisiko. På den ene siden kan et verditap på grunn av petroleumsressurser som ikke utvinnes, bidra til en svakere kronekurs. På den annen side kan norsk økonomis geografiske beliggenhet, økonomiske og styringsmessige forutsetninger, veldiversifiserte finansielle ressurser og rask omstillingstakt når det gjelder overgang til bruk av fornybare energiresurser tilsi en styrking av kronekursen som respons på fysisk- og overgangsrisiko.

Vår empiriske analyse av sammenhengen mellom ulike typer klimarisiko og krone-

kurs på historiske data tilsier ikke en sammenheng i den ene eller den andre retningen. Lengre sample basert på nyere data kan gi andre resultater, men det er grunnlag for å si at kronesvekkelsen i løpet av det siste tiåret ikke bør knyttes til klimarisiko.

Referanser

- Adrian, T., P. Bolton, og A. M. Kleinnijenhuis (2022). The great carbon arbitrage. Working Paper 107, The IMF.
- Akram, Q. F. (2020). Oil price drivers, geopolitical uncertainty and oil exporters' currencies. *Energy Economics* 89, 1–13.
- Akram, Q. F. (2024). Klimarisiko, petroleumsressurser og likevektsrealvalutakurs for Norge. Staff Memo, forthcoming, Norges Bank.
- Arezki, R. og O. Blanchard (2014). Seven questions about the recent oil price slump. <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2014/12/22/seven-questions-about-the-recent-oil-price-slump>.
- Asheim, G. B., T. Fæhn, K. Nyborg, M. Greaker, C. Hagem, B. Harstad, M. O. Hoel, D. Lund, og K. E. Rosendahl (2019). The case for a supply side climate treaty. *Science* 365(6451), 325–327.
- Aune, R., Å. Cappelen, og S. Mæland (2020). Konsekvenser av redusert petroleumsvirksomhet. Reports 38, Statistics Norway.
- Benedictow, A. og R. Hammersland (2023). Transition risk of a petroleum currency. *Economic Modelling* 128(C).
- Bjørnland, H. C., L. A. Thorsrud, og R. Torvik (2019). Dutch disease dynamics reconsidered. *European Economic Review* 119, 411–433.
- Bua, G., D. Kapp, F. Ramella, og L. Rognone (2022). Transition versus physical climate risk pricing in European financial markets: a text-based approach. Working Paper 2677, The European Central Bank.
- Carlin, D., M. Arshad, I. Hurst, D. Holland, og I. Liadze (2022). Economic impacts of climate change: Exploring short-term climate related shocks for financial actors with macroeconomic models. Report, UN Environment Programme - Finance Initiative and NIESR.

- Cheema-Fox, A., G. Serafeim, og H. Wang (2021). Climate change vulnerability and currency returns. Working Paper 19 May, Harvard Business School and State Street Associates.
- Ferrazzi, M., F. Kalantzis, og S. Zwart (2021). Assessing climate change risks at the country level: the EIB scoring model. Working Paper 3, European Investment Bank.
- Finansdepartementet (2021). Perspektivmeldingen 2021. Meld. St. 14 (2020-2021), Finansdepartementet.
- Finansdepartementet (2023). Revidert nasjonalbudsjett 2023. Meld. St. 2 (2022-2023), Finansdepartementet.
- Groen, J., K. McNeil, og M. Middelorp (2013). A new approach for identifying demand and supply shocks in the oil market. Liberty Street Economics (blog) March 25, Federal Reserve Bank of New York.
- Heal, G. og J. Park (2016). Temperature stress and the direct impact of climate change: A review of an emerging literature. *Review of Environmental Economics and Policy* 10, 347–362.
- Hickel, J. (2020). Quantifying national responsibility for climate breakdown: An equality-based attribution approach for carbon dioxide emissions in excess of the planetary boundary. *The Lancet Planetary Health* 4, e399–e404.
- International Energy Agency (2023). *Renewables 2023*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>.
- Itskhoki, O. (2021). The story of the real exchange rate. *Annual Review of Economics* 13, 423–455.
- Kapfhammer, F., V. H. Larsen, og L. A. Thorsrud (2020). Climate risk and commodity currencies. Working Paper 18, Norges Bank.
- Kilian, L. (2015). Why did the price of oil fall after June 2014? <https://cepr.org/voxeu/columns/why-did-price-oil-fall-after-june-2014>.

- Lazard (2024). Lazard's Levelized Cost of Energy+, June 2024. <https://www.lazard.com/research-insights/levelized-cost-of-energyplus/>.
- Martin, P. og Y. Zhou (2022). No pain, no gain: The economic consequences of accelerating the energy transition. *Wood Mackenzie*. <https://www.woodmac.com/horizons/>.
- Muttitt, G. (2016). The Sky's limit: Why the Paris climate goals require a managed decline of fossil fuel production. eBook, Oil Change International.
- NBIM (2021). Klimarisiko i Statens pensjonsfond utland. Brev til Finansdepartementet 2. Juli, Norges Bank.
- Obstfeld, M. og K. Rogoff (1996). *Foundations of International Macroeconomics*. MIT Press.
- Olje- og energidepartementet (2021). Energi til arbeid - langsiktig verdiskaping fra norske energiressurser. Meld. St. 36 (2020-2021, Olje- og energidepartementet.
- Rogelj, J., A. Popp, K. Calvin, og et al. (2018). Scenarios towards limiting global mean temperature increase below 1.5°C. *Nature Climate Change* 8, 325–332.
- Roser, M. (2020). Why did renewables become so cheap so fast? *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/cheap-renewables-growth>.
- Semieniuk, G., P. B. Hoden, J.-F. Mercure, P. Salas, H. Pollitt, K. Jobson, P. Vercoulen, U. Chewpreecha, N. R. Edwards, og J. E. Viñuales (2022). Stranded fossil-fuel assets translate to major losses for investors in advanced economies. *Nature Climate Change* 12(June), 532–538.
- Seppänen, O., W. J. Fisk, og Q. H. Lei (2006). Effect of temperature on task performance in office environment. Working Paper LBNL- 60946, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Shaw, T. A., O. Miyawaki, og A. Donohoe (2022). Stormier southern hemisphere induced by topography and ocean circulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119, e2123512119.

- Skarcke, M., K. Halvorsen, T. B. Hanstad, og K. Thorburn (2021). Klimarisiko og Oljefondet. Rapport fra ekspertgruppe oppnevnt av Finansdepartementet, Finansdepartementet.
- Somanathan, E., R. Somanathan, A. Sudarshan, og M. Tewari (2021). The impact of temperature on productivity and labor supply: Evidence from Indian manufacturing. *Journal of Political Economy* 129, 1797–1827.
- Way, R., M. C. Ives, P. Mealy, og J. D. Farmer (2022). Empirically grounded technology forecasts and the energy transition. *Joule* 6, 1–26.
- Welsby, D., J. Price, S. Pye, og P. Ekins (2021). Unextractable fossil fuels in a 1.5 °C world. *Nature* 597(9 September), 230–234.
- Winkler, R. (2022). Too hot to handle: the climate risk premium in FX. FX Special Report August, Deutsche Bank.
- World Bank (2021). *The Changing Wealth of Nations: Managing Assets for the Future*. The World Bank.
- World Economic Forum (2023). Fostering effective energy transition. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2023.pdf.