



GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS, STANFORD UNIVERSITY
KNIGHT MANAGEMENT CENTER, STANFORD CA 94305

BÅRD HARSTAD

THE DAVID S. LOBEL PROFESSOR IN BUSINESS AND SUSTAINABILITY
PROFESSOR OF POLITICAL ECONOMY

harstad@stanford.edu

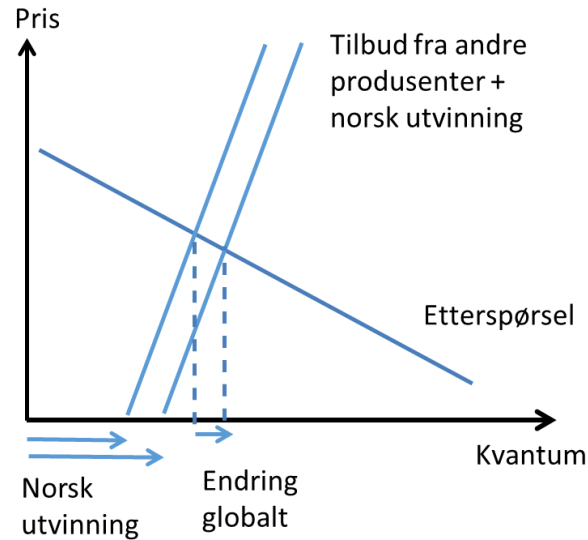
PALO ALTO: 26. AUGUST, 2024

VITNEFORKLARING:
GLOBALE KLIMAEFFEKTER AV NORSK UTVINNING

Hva blir globale effekter med økt norsk utvinning av olje/gass?

- 1) Effekt på etterspørsel
- 2) Effekt på tilbudet til andre produsenter
- 3) Effekt av lang tidshorisont
- 4) Effekt av raskere transisjon
- 5) Politiske/statsvitenskapelige momenter
- 6) Konklusjon

Globale effekter av økt utvinning (statisk analyse):

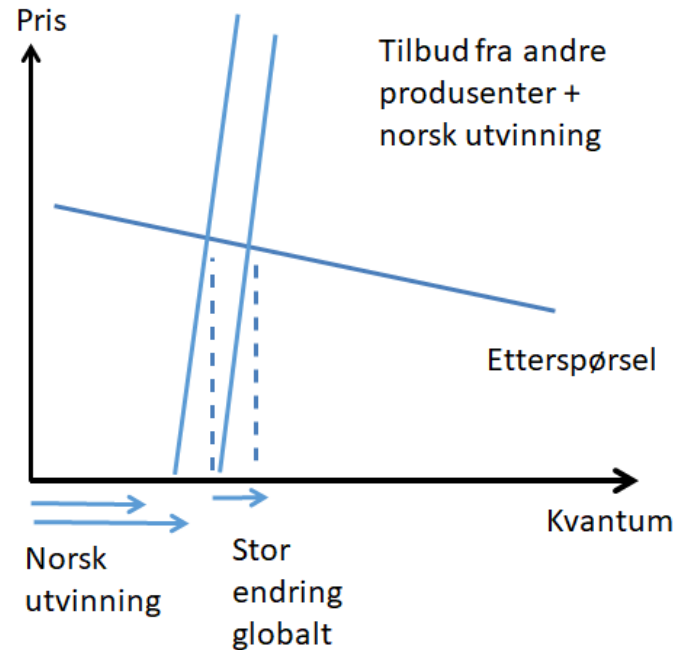


Om Norge tilbyr mer olje, går oljeprisen litt ned.

Det er derfor andre aktører endrer adferd:

Konsumenter etterspør mer;

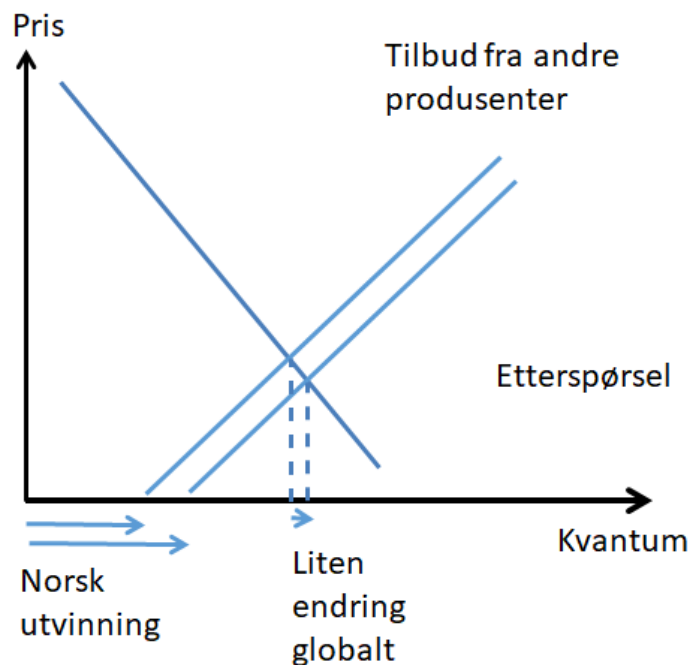
Produsenter tilbyr mindre.



Om konsumentene er tilpasningsdyktige, kjøper de en god del mer. Da er etterspørselastisiteten stor (etterspørselen er nokså flat).

I denne figuren er tilbudet fra andre produsenter lite påvirket av pris; slik at tilbudssideelastisiteten er liten (tilbudskurven er bratt).

Økt produksjon gir da en nesten like stor økning i global produksjon.



Om konsumentene er lite tilpasningsdyktige, kjøper de omtrent det samme selv om prisen faller. Da er etterspørselastisiteten liten.

I denne figuren er tilbudssideelastisiteten stor.

Økt produksjon vil da gi en svært liten økning i global produksjon, fordi andre produsenter vil kutte sin produksjon når prisen går ned.

Om utvinningen som fortrenses er mer forurensende enn norsk utvinning, så kan klimaeffekten av norsk utvinning være positiv.

Er dette realistisk?

For å finne svaret må vi kjenne elasticiteten (dvs, stigningstallet) på både etterspørselssiden og tilbudssiden.

Begge er svært usikre, spesielt på lang sikt.

Alle estimater blir spekulative og må tas med en klype salt.

Vi bør være føre var, og gjøre konservative forutsetninger.

1. Etterspørselastisiteten

A1. RE tar utgangspunkt i at etterspørselastisiteten er -0,11.

Et lavt tall er avgjørende for konklusjonen til Rystad Energy (RE):
«Økt norsk oljeproduksjon gir nøytral klimaeffekt i hovedscenarioet [om en antar] en økning av etterspørselastisiteten eller reduksjon i tilbudselastisiteten på nesten 50% fra det som ligger i hovedscenarioet.» (RE)

Prest m. fl. (2024) oppsummerer litteratur mellom 1991 og 2019 og finner en gjennomsnittelig etterspørselastisitet for olje på -0.33 :
Se neste side.

Table 1. Estimates of the Price Elasticity of Demand for Crude Oil

Study	Central	Peer-reviewed?
Dahl and Sterner (1991)	-0.43*	Yes
Hausman and Newey (1995)	-0.40*	Yes
Yatchew and No (2001)	-0.45*	Yes
Gately and Huntington (2002)	-0.42	Yes
Graham and Glaister (2002)	-0.39*	Yes
Cooper (2003)	-0.32	Yes
Goodwin, Dargay, and Hanly (2004)	-0.32*	Yes
Brons, Nijkamp, Pels, and Rietveld (2008)	-0.42*	Yes
Serletis, Timilsina, and Vasetsky (2010)	-0.12	Yes
Bodenstein and Guerrieri (2011)	-0.42	No (Federal Reserve discussion paper)
Dahl (2012)	-0.32*	Yes
Lin and Zeng (2013)	-0.17*	Yes
Brown, Mason, Krupnick, and Mares (2014)	-0.45	No (RFF report)
Dahl (2014)	-0.38*	No (Colorado School of Mines working paper)
Kilian and Murphy (2014)	-0.26	Yes
Levin, Lewis, and Wolak (2017)	-0.16*	Yes
Coglianese, Davis, Kilian, and Stock (2017)	-0.19*	Yes
Krupnick, Morgenstern, Balke, Brown, Herrera, and Mohan (2017)	-0.53	No (RFF report)
Balke and Brown (2018)	-0.51	Yes

1. Etterspørselastisiteten (fortsetter)

For å beregne denne må en observere endringer i pris og konsum.

Det er en rekke endringer i kortsiktige priser som en ofte tar utgangspunkt i, og basert på disse kan det se ut som at etterspørselen endrer seg lite.

Dersom prisene endrer seg over flere måneder i strekk ser en større endringer i forbruk.

Heller ikke disse er hensiktsmessige dersom spørsmålet er hvor mye forbruket endrer seg på svært lang sikt dersom Norge utvinner mer.

For et slikt formål er det nødvendig å se på hvordan forventninger til prisendringer mange år fram i tid påvirker forbruket. En slik tidshorisont gir konsumenter mulighet til å tilpasse seg ved valg av vaner, elektriske varer, transportmiddel og enøk-tiltak.

1.1. Estimat

Buchsbaum (2023):

“to empirically estimate a long-run price elasticity, one must leverage a persistent source of price variation that gives consumers time to adjust their behaviors and investments and reach a new equilibrium. Sources of persistent exogenous price variation are rare, however...”

De to beste studiene tar utgangspunkt i lovendringer som påvirker konsumentene i en region om gangen.

Deryugina, MacKay and Reif (2019) tar utgangspunkt i en lovendring og finner at konsumentenes tilpasning (for strøm) i Illinois er tre ganger så høy for tidshorisonter på to år, som for tidshorisonter på $\frac{1}{2}$ år. De skriver:

“we estimate that the price elasticity of demand grows from -0.09 in the first six months to -0.27 two years later... We show that residential electricity consumers take multiple years to adjust to price changes.”

Li and Woo (2022) (“commercial electricity demand”):

“we review the fourteen studies...”

“price elasticity estimates... short-run: -0.14 to -0.44 ; and... long-run: -0.32 to -1.89 ...”

Buchsbaum (2023), University of Chicago:

“I find that consumers are sixteen times as responsive to prices in the long run [30-40 years] compared to the short-run, with elasticity estimates of -2.24 and -0.14 respectively.”

[This is] consistent with learning and differential appliance adoption over time...”

Det er rimelig å tro at det meste av tilpasningen skjer i løpet av de første 10-15 år.

Dette er for strøm, totalt sett. For én energikilde, som olje, vil konsumentene ha substitutter (andre energikilder). Dette bidrar til en enda høyere elastisitet.

A1. RE tar utgangspunkt i at etterspørselastisiteten er -0,11.

Et lavt tall er helt avgjørende for REs konklusjon:

«Økt norsk oljeproduksjon gir nøytral klimaeffekt i hovedscenarioet [om en antar] en økning av etterspørselastisiteten eller reduksjon i tilbudselasititeten på nesten 50% fra det som ligger i hovedscenarioet.» (Rystad Energy)

Som Buchsbaum (2023) finner, er det snakk om langt mer enn 50% så stor elastisitet på lang sikt som på kort sikt.

Da blir effekten av norsk oljeproduksjon negativ.

1.3. Fører høyere priser til redusert konsum av energi?

I tråd med all forskning, vil energiforbruket øke dersom prisen på en energikilde faller. Økningen er spesielt stor på lang sikt, da konsumentene vil ha tid til å tilpasse sine vaner, elektriske varer, transportmønster, og enøk-tiltak.

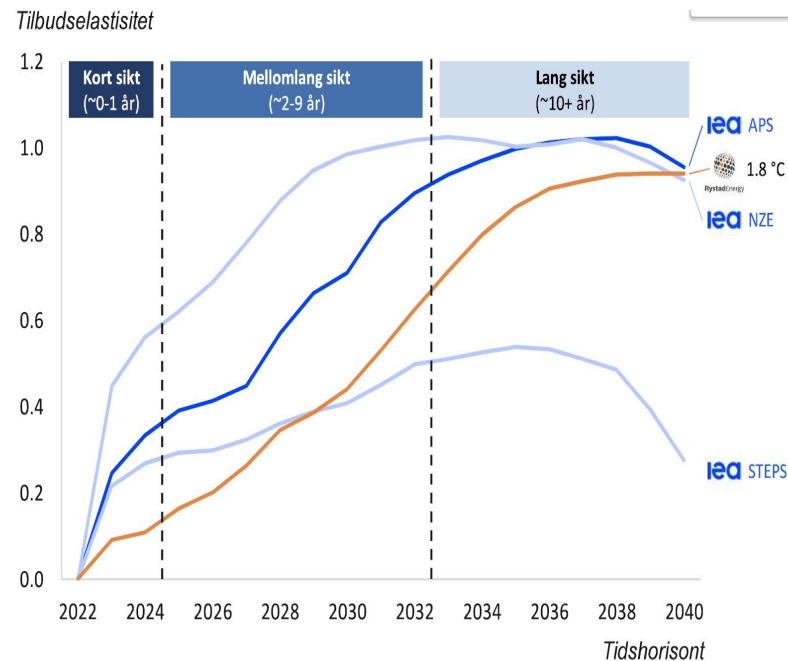
A3. RE antar totalt energiforbruk er konstant og upåvirket av pris.

Antagelsen innebærer:

- 1) Konsumentene kan ikke forurense mer pga økt konsum.
- 2) Den totale etterspørselastisiteten etter energi er null.
- 3) Redusert fare for at norsk produksjon øker globale utslipp.
- 4) Det er perfekt substitusjon mellom ulike energikilder. Det er vel kjent at mens gass og kull er substitutter, så er andre energikilder i mindre grad substitutter for olje.

2. Tilbudselastisiteten for fossile brensler

RE har gode data for kostnader til ulike produsenter. Om en velger en statistisk analyse, kan disse dataene brukes til å konstruere en tilbudskurve.



Figur 6: Estimert tilbudselastisitet for olje for ulike tidshorisonter og etterspørselsscenarioer

A5. RE går ut fra at tilbudssideelastisiteten er 1.

Prest m. fl. (2024) oppsummerer litteratur mellom 1994 og 2022 og finner en gjennomsnittelig etterspørselsetastisitet for olje på 0.42.

Table 2. Estimates of the Price Elasticity of Supply of Crude Oil

Study	Central	Peer-reviewed?
Huntington (1994)	0.40	Yes
Brown (1998)	0.43	No (Federal Reserve Bank of Dallas report)
Krichene (2002)	0.25	Yes
Greene and Leiby (2006)	0.46	No (Oak Ridge National Lab model documentation)
Coyle, DeBacker, and Prisinzano (2012)	0.29	Yes
Brown, Mason, Krupnick, and Mares (2014)	0.40	No (RFF report)
Krupnick, Morgenstern, Balke, Brown, Herrera, and Mohan (2017)	0.51	No (RFF report)
Balke and Brown (2018)	0.55	Yes
Prest (2022b)	0.47	Yes
Simple average	0.42	

Using the simple average values of the above estimates for the elasticities of supply (0.42) and demand (-0.33) gives a first-order approximation of the expected market leakage rate given by equation (5):

$$L \approx \frac{0.42}{0.42 - (-0.33)} = 56\%$$

A5. RE ser eksplisitt bort fra en politisert tilbudsside, og antar alle produsenter er små.

2.1. Tilbudssiden er politisert

Om prisen faller vil ikke nødvendigvis politikere i andre land redusere sin produksjon. I Norge kjenner vi til at når oljeprisen faller så har bransjeorganisasjoner (som Offshore Norge) hevdet at det er ekstra betimelig å åpne nye felt og investere i næringen for at den ikke skal miste kvalifisert arbeidskraft.

2.2. Markedsmakt og OPEC

Når USA økte sin produksjon av olje, takket være den teknologiske utviklingen for skiferolje, så var OPEC sin umiddelbare reaksjon å øke produksjonen for å opprettholde sin markedsandel. OPEC endret senere sin strategi og selv om den har mindre makt enn før bidrar den til en usikker (og trolig lavere) tilbudssideelastisitet.

3. Effekt av lang tidshorisont

Beslutninger om utvinning har implikasjoner for flere tiår fremover:

- Kjent olje utvinnes over flere tiår,
- nye felt kan bli funnet,
- bruk/utvikling av teknologi øker sannsynligheten for at også senere felt blir åpnet, slik at oljealderen forlenges.
- olje/gass som fortrennes kan bli utvinnet senere.

Vi bør derfor bruke et langsiktig perspektiv (og enda lenger enn RE gjør, når de tillater 2030 som analyseår).

A6. RE forutsetter at elastisitetene på begge sider av markedet endrer seg nøyaktig like mye når tidshorisonten er lang: «fleksibiliteten hos både tilbydere og etterspørrere øker med tid, slik at effektene kansellerer hverandre med tanke på markedsrespons.»

Dette er ingen grunn til at en slik forutsetning er rimelig:

Etterspørselstetisiteten er større på sikt: Konsumentene vil ha bedre tid til å gjøre tilpasninger m.h.t. vaner, forbruk, varer, elektriske apparater, transportvaner, og enøktiltak.

Tilbudssideelastisiteten kan derimot være mindre på lang sikt.

3.3. Olje og gass er tømbar ressurs

På lang sikt er tilbudselastisiteten lav, og nærmere null.

Hvorfor? Fordi dersom et felt fortrennes i 2030, vil dette stå først i køen til å bli utvinnet senere.

Når feltet til slutt utvinnes, vil det til en viss grad fortrenge andre felt. Men på lang sikt er det en endelig mengde gass som er økonomisk gunstig å utvinne (eller «advantaged», som bransjen kaller det).

Når denne mengden uansett blir utvinnet før eller siden, så er elastisiteten på tilbudssiden nær null på lang sikt.

Matematisk:

Om økt norsk produksjon reduserer oljeprisen fra P_{2030} til p_{2030} , så vil reserver med kostnad «c» fortrenses, dersom

$$p_{2030} < c < P_{2030}.$$

Økningen påvirker ikke prisen på lang sikt. La oss kalle denne p_+ .

På lang sikt vil ethvert reserve uten klimapolitikk produseres så lenge $c < p_+$.

Dvs: Fortrenning av annen gass/olje er midlertidig.

Motsatt: En nedgang i norsk utvinning vil fremskynde annen utvinning, men ikke øke hvor mye andre utvinner på svært lang sikt.

På lang sikt er dermed nettoeffekten av en endring i norsk tilbud det samme som brutto.

Hvorfor fanges ikke dette opp i analysen til RE?

Fordi analysen er statisk.

En statisk analyse fanger ikke opp at olje/gass er tømbar ressurser.

En statisk analyse kan være egnet for kunder som er interesserte i kortsiktige konsekvenser,
men ikke for det OED bør være interessert i.

3.4. Mindre investeringer i fornybar energi ved lavere oljepris

Det er rimelig at investeringene i fornybar energi er mer prissensitive enn tilbudet av fossile brensler på mellom/lang sikt:

- Fornybar energi er ikke en tømbar ressurs;
- Tvert imot: Fornybar energi umoden teknologi som det kan investeres mye i for å redusere kostnadene. Disse investeringene vil ikke materialiseres på kort sikt, men de vil det på lang sikt.

Dette betyr at økt utvinning i Norge kan fortrenge fornybar mer enn det fortrenger andre fossile kilder, *spesielt* når vi legger til grunn en mellom/lang tidshorisont.

RE tar ikke hensyn til dette.

A7. RE antar at kraftmiksen på øvrige energikilder forblir uendret dersom oljeprisen faller.

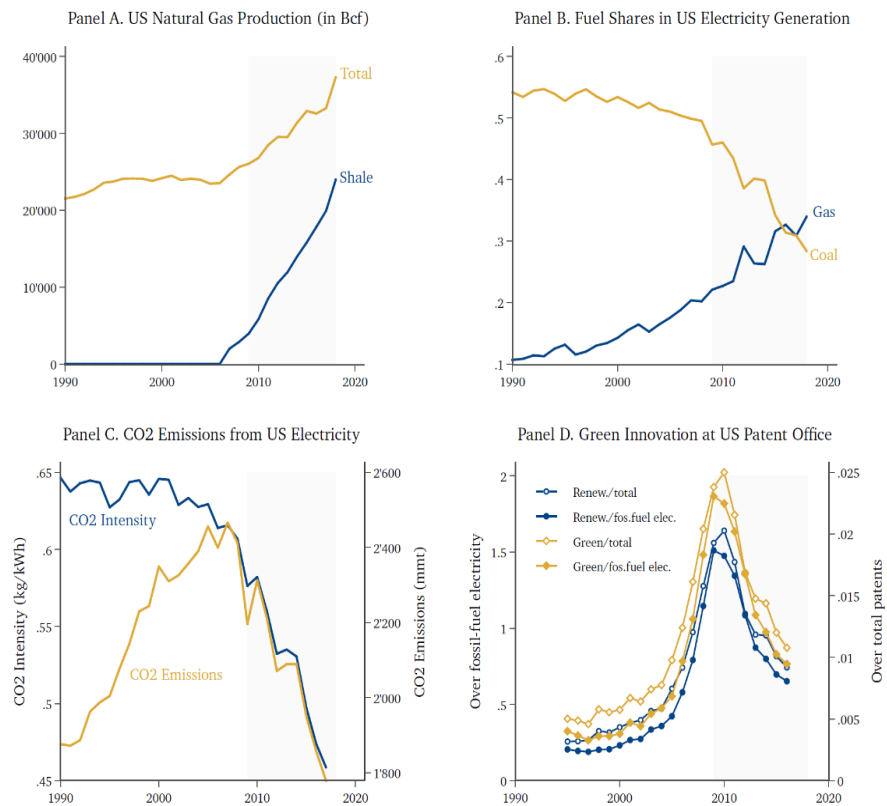
Investeringene i fornybare energikilder faller dersom energiprisene faller (Li og Leung, 2021; Hassan m. fl., 2024).

Gerlagh og Smulders (2024) finner: “shale gas will indefinitely delay the transition to net zero...”

Acemoglu m. fl. (2023b): “ ‘intermediate’ fossil fuels, such as natural gas, that reduce emissions can nevertheless retard or even prevent transition to clean technology and harm the environment in the long run” (side 2).

Acemoglu m. fl. (2023b) viser til Acemoglu m. fl. (2023a), der de grundigere analyserer en kvantitativ modell som tar hensyn til at en «gas boom» i USA kan redusere motivasjonen til å investere i alternativ grønn teknologi.

Figure 1—Natural Gas Production, Fuel Use, Emissions and Innovation in the US Electricity Sector



Investeringer i grønn teknologi i USA økte før skifergassrevolusjonen, og falt med den økte gassutvinningen

Acemoglu m. fl. viser også hvordan gassutvinning øker sannsynligheten for en “fossil-fuel trap”: “without the natural gas boom, the economy was on a green innovation path, but after the natural gas boom it is pushed into the fossil-fuel path”.

Som Acemoglu m. fl. (2023a) dokumenterer er det rimelig å tro at investeringene i fornybar energi er mer prissensitive enn tilbudet av fossile brensler på lang sikt:

- 1) Fornybar energi er ikke en tømbar ressurs (se punkt 3.3);
- 2) Fornybar energi (som solceller, havenergi, havvindmøller, osv) uermoden teknologi som det kan investeres mye i for å redusere kostnadene. Disse investeringene vil ikke materialiseres på kort sikt, men de vil det på lang sikt.

Forutsetningen om uendret kraftmiks på mellom/lang sikt er ikke rimelig.

4. Hva er effekten av raskere transisjon?

Raskere transisjon kan gi ledig kapasitet på tilbudssiden, noe som kan øke tilbudsideelastisiteten.

A8. RE bygger sin konklusjon på at etterspørsel elastisitet er null om det blir raskere transisjon.

Forutsetningen kunne holdt om vi antok at det etableres et (a) globalt (b) utslippstak (c) som settes uavhengig av oljepris. Da vil etterspørsel elastisiteten bli 0. Men forutsetningene er for sterke:

(a) Et globalt tak er lite realistisk.

(b) Heller enn et utslippstak vil noen land innføre CO₂ avgifter. Disse reduserer neppe elastisiteten.

(c) Kvote taket er ikke gitt: Det er lettere å sette det lavt dersom prisen på fossile brensler er høy.

5. Politiske/statsvitenskapelige momenter

5.1. Forventninger og koordinering

Klimapolitikk som koordineringsspill: Investorer velger grønt om en ambisiøs politikk er realistisk. En ambisiøs politikk er realistisk om investorer velger grønt.

Investeringer i utvinning kan oppfattes som at en tror mindre på en framtidig ambisiøs klimapolitikk, og i tillegg vil norske investeringer gjøre en slik politikk vanskeligere å gjennomføre.

Begge deler kan få andre aktører til å investere mer i utvinning av fossile brensler og mindre i grønn/klimavennlig teknologi.

5.2. Fristelsene til å være gratispassasjerer øker

Om prisen på fossile brensler er lav, er det større fristelser for importører til å benytte seg av den lave prisen ved å stå utenfor klimasamarbeidet, ved å kutte mindre i utslipp/konsum, eller ved å «jukse» og slippe ut mer enn avtalt.

Norske investeringer i framtidig utvinning kan forsterke disse problemene, og dermed vanskeliggjøre ambisiøst klimasamarbeid på etterspørselssiden.

5.3. Lederskap og internasjonalt press

Det er vanskeligere for Norge å legge press på at andre land skal bidra, så lenge de kan peke på at Norge utvinner mye og tjener mye på utvinning av fossilt brensel.

Åpning av nye felt kan dermed ha en smitteeffekt på andre land og føre til at andre land også utvinner mer, eller velger å kutte mindre i egne utslipp.

Disse effektene er vanskelige å måle/kvantifisere, men de bør vedkjennes.

Antagelsene diskutert over – oppsummert:

A1. Etterspørselstetisiten er så lav som $-0,11$.

A2-A3. Totalt energiforbruk er konstant og upåvirket av priser.

A4. Høyere globalt BNP øker ikke total etterspørsel etter energi.

A5. Tilbudssideelastisiteten er 1 og det ses bort fra en politisert tilbudsside.

A6. Tidshorizonten endrer ikke forholdet mellom elastisitetene.

A7. Kraftmiksen på øvrige energikilder er uendret om oljeprisen faller.

A8. Etterspørselstetisiteten er null om det blir raskere transisjon.

6. Konklusjon

Problemene med antagelsene til RE er ikke kun at de er usikre og spekulative, men at (nesten) alle trekker i samme retning og i retningen av at etterspørselastisiteten undervurderes mens tilbudssideelastisiteten overvurderes i forhold til det som er realistisk på lang sikt.

Med mer realistiske antagelser vil klimaeffekten av norsk utvinning være langt mindre gunstig og mest sannsynlig negativ – selv før en tar hensyn til de politiske/statsvitenskapelige signaleffektene diskutert i avsnitt 5.

Signaleffektene i avsnitt 5 også viktige, og bidrar ytterligere til at klimaeffekten ved norske investeringer i nye felt (selv om disse også inneholder gass) mest sannsynlig er negativ.

Referanser:

Acemoglu, Daron, Philippe Aghion, Lint Barrage and David Hémous (2023a): “Climate Change, Directed Innovation, and Energy Transition: The Long-run Consequences of the Shale Gas Revolution,” NBER WORKING PAPER 31657.

https://www.nber.org/system/files/working_papers/w31657/w31657.pdf

Acemoglu, Daron, Philippe Aghion, Lint Barrage and David Hémous (2023a): “Green Innovation and the Transition Toward a Clean Economy,” Peterson Institute for International Economics Working Paper No. 23-14.

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4816734

Asheim, Fæhn, Nyborg, Greaker, Hagem, Harstad, Hoel, Lund, og Rosendahl (2019): “The Case for a Supply-Side Climate Treaty,” Science Policy Forum 365(6451).

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aax5011>

Buchsbaum, Jesse (2023): “Are [residential] consumers more responsive to prices in the long run? Evidence from electricity markets,” U. of Chicago.

https://jesse-buchsbaum.com/files/job_market_paper.pdf

Deryugina, Tatyana, Alexander MacKay, and Julian Reif (2019): “The long-run dynamics of electricity demand: Evidence from municipal aggregation.” *American Economic Journal: Applied Economics*, 12(1): 86–114.

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040619021001573?casa_token=hEoQTz_XRksAAAAA:pel5cul9UG_st1m55pGf_nDXtItS1rvDkvAvo9H1D5GeItIMbxurLpmNxOyHGkBk7UD_0zA

Gerlagh, Reyer og Sjak Smulders (2024): «Shale gas revolution could paralyse the energy transition,” *Nature Climate Change* volume 14: 13–14.

<https://www.nature.com/articles/s41558-023-01892-1>

Li, Raymond, og Leung, Guy C.K. (2021): “The relationship between energy prices, economic growth and renewable energy consumption: Evidence from Europe.” *Energy Reports* Volume 7, November 2021, Pages 1712-1719.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721001992>

Li, Raymond and Woo, Chi-Keung (2022): “How price responsive is commercial electricity demand in the US?” *The Electricity Journal* Volume 35, Issue 1, January–February 2022.

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3902789

Prest, Brian C., Harrison Fell, Deborah Gordon, T.J. Conway (2024): “Estimating the emissions reductions from supply-side fossil fuel interventions,” *Energy Economics*, Available online 20 June 2024.

