



RystadEnergy

Netto klimagassutslipp fra økt olje- og gassproduksjon på norsk sokkel

Innspill rettsak

23. November 2023

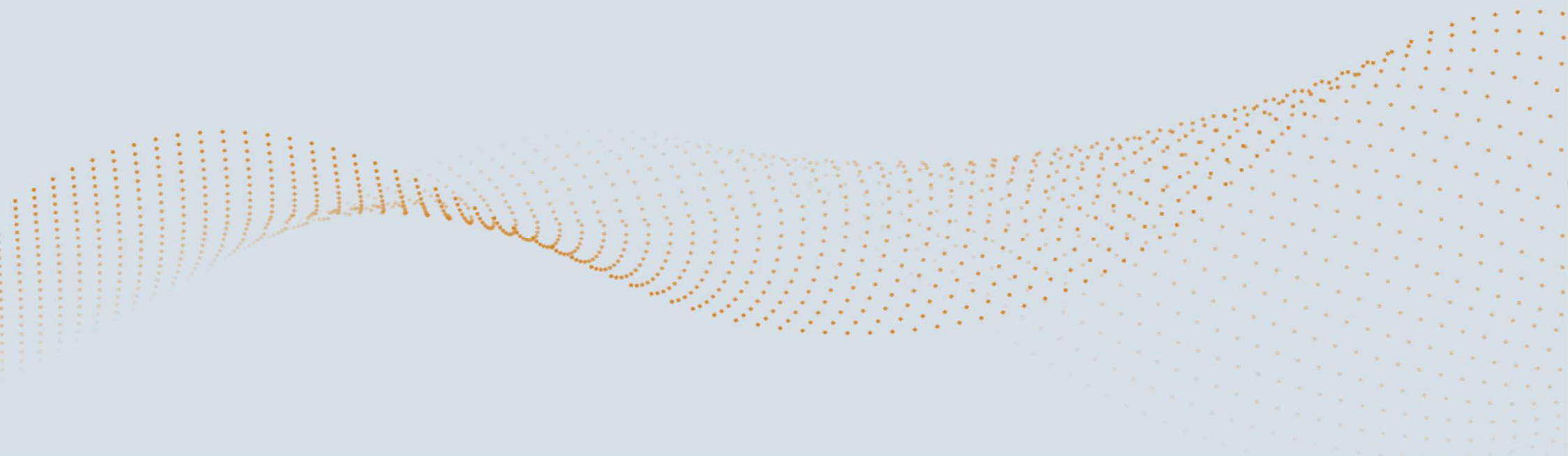
Agenda

Hovedresultater – Rystad Energy

Energiscenarier – fra fossil til fornybar æra

Kommentarer til rapport fra Vista Analyse

Fem hovedinnspill ifm stevning



Rystad Energy har utredet netto klimaeffekt av økt fremtidig norsk olje- og gassproduksjon

Prosjekt- og mandatbeskrivelse for utredningen

Netto klimaeffekt av økt olje- og gass fra norsk sokkel

- Globale utslippseffekter av økt norsk olje og gass
- Sammenhenger marked, regulering og utslipp
- Sammendrag og hovedrapport

Langsiktig effekt av beslutninger nå

- Metode for å se effekt av beslutninger i dag for morgendagens globale utslipp
- Markedsrespons på tidlig 2030-tall
- Relevant for godkjenning av et nye felt

Tre-steps rammeverk

- Tre steg som isolerer klimaeffekt
- Basert på litteratur, offentlige prognoser og Rystad Energys databaser
- Mest sannsynlige punktestimat bestemmes, samt usikkerhet

Kilde: Rystad Energy

Å kutte norsk produksjon med svært lave utslipp i produksjonsfasen er ikke et klimatiltak

Oppsummering av hovedfunn i rapporten

Økt produksjon fra norsk sokkel gir reduserte globale klimagassutslipp

- Økt norsk oljeproduksjon gir marginalt lavere globale klimagassutslipp per fat
- Økt norsk gassproduksjon gir signifikant lavere globale klimagassutslipp per fat oljeekivalent
- Klimaeffekten av et nytt felt er derfor avhengig av andelen olje og andelen gass som forventes produsert

Effekten drives av begrenset markedsrespons, erstatning av kull og lave norske oppstrømsutslipp

- Primæreffekten av økt norsk produksjon er at annen produksjon utkonkurreres, i liten grad at etterspørsel øker (steg 1)
- Økt gassforbruk har betydelig potensial for å erstatte kull, som har dobbelt så høye utslipp per energienhet (steg 2)
- Olje og gass fra Norge har betydelig lavere utslipp fra produksjon, prosessering osv. enn utkonkurrert produksjon (steg 3)

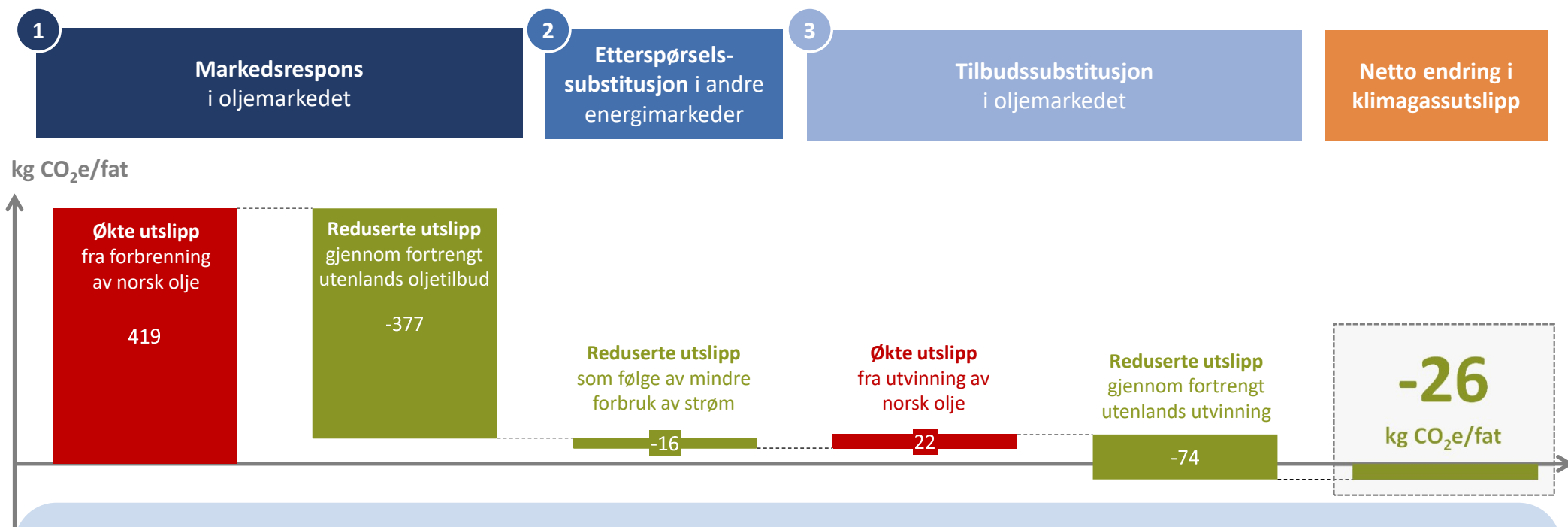
Økt produksjon fra norsk sokkel gir globale virkninger

- Både oljemarkedet og gassmarkedet (via LNG) er globale markeder, og prissmitten ved økt tilbud er derfor global
- Funnene for oljeproduksjon er ikke unike for Norge, men gjelder generelt for ny oljeproduksjon med lave oppstrømsutslipp
- For gass er Norge i en spesiell situasjon ved at norsk rørgass til Europa kan utkonkurrere import av utslippsintensiv LNG*

*Flytende naturgass
Kilde: Rystad Energy

Økt norsk oljeproduksjon gir marginalt lavere globale klimagassutslipp per fat

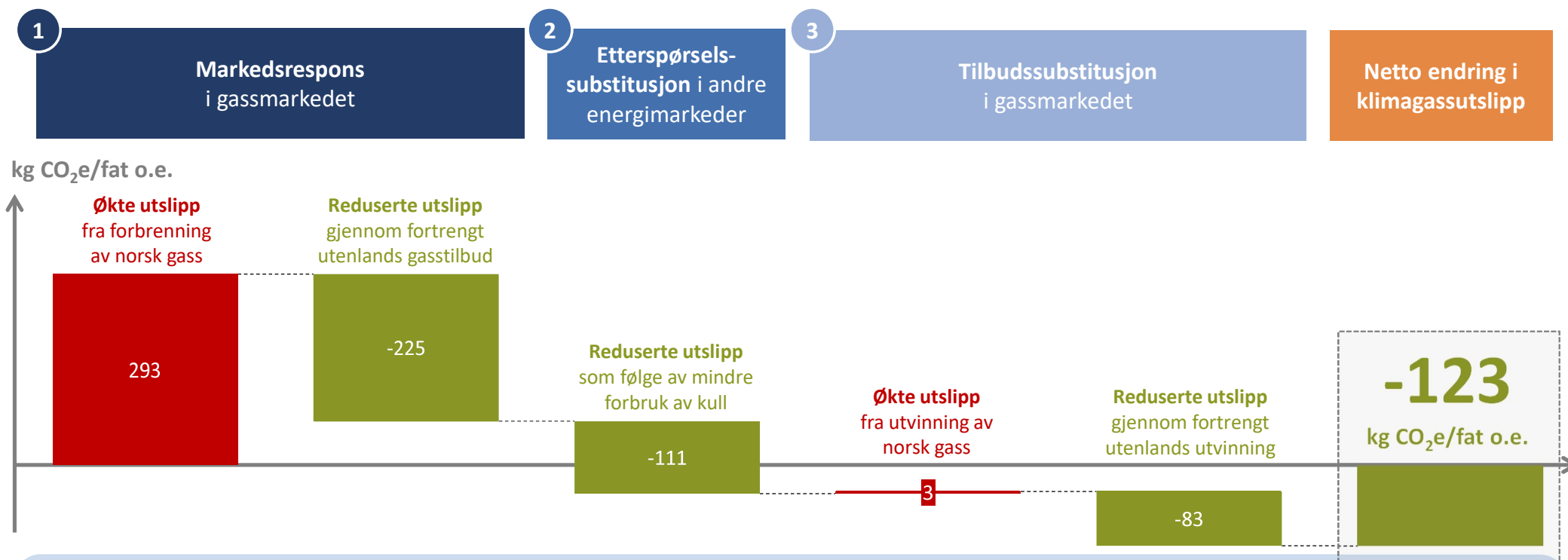
Effekten på globale klimagassutslipp som følge av økt fremtidig oljeproduksjon på norsk sokkel



- Utslipp fra produksjon av olje er lave i forhold til utslippene ved sluttbruk, normalt 5-20% av utslippene fra forbrenning
 - Ved økt produksjon, vil imidlertid bare 10% resultere i økt etterspørsel (steg 1)
- Dermed kan reduksjonen i produksjonsutslipp [$22 - 74 = -48$] overgå økningen i utslipp fra økt etterspørsel [$419 - 377 = +42$]
 - Markedsresponsen gjør at forskjeller i utslipp fra produksjonsfasen blir av avgjørende betydning for netto klimaeffekt

Økt norsk gassproduksjon gir signifikant lavere globale klimagassutslipp per fat oljeekvivalent

Effekten på globale klimagassutslipp som følge av økt fremtidig gassproduksjon på norsk sokkel



- Steg 1 medfører 23% etterspørselsøkning, som tilsvarer 68 kg CO₂ per fat o.e. ny gassproduksjon (293-225)
 - Steg 2 medfører reduserte utslipp på 111 kg CO₂ ettersom økt gassbruk delvis erstatter kull.
 - Steg 3 redusere utslipp med 80 kg CO₂e (83-3) ettersom norsk rørgass har lavere utslipp enn LNG



Økt fremtidig norsk olje- og gassproduksjon analyseres i et rammeverk bestående av tre steg

Beskrivelse av rammeverk og beregninger i Rystad Energys hovedscenarior

Gradvis transisjon beregner markedsresponsen ved å øke norsk produksjon tilsvarende ett fat olje til 10%, og finner en marginal klimaeffekt på -26 kg CO ₂ e/fat o.e.				
 Olje	Steg 1	Steg 1 beskriver forbrenningseffekten av at det konsumeres 10% mer olje. Utslippene øker med 10% av forbrenningsfaktoren for olje.	419 kg CO ₂ /fat o.e. * (10%) =	+42 kg CO ₂ /fat o.e.
	Steg 2	Steg 2 beskriver substitusjonseffekten i personbilmarkedet. Bensinbilbruk fortrenger elbilbruk marginalt.	162 kg CO ₂ /fat o.e. * (-10%) =	-16 kg CO ₂ /fat o.e.
	Steg 3	Steg 3 beskriver effekten på opp- og midtstrømsutslipp ved å legge til ett fat norsk olje og fortrenge 0.90 fat fra andre tilbydere	22 kg CO ₂ e/fat o.e. - 82 kg CO ₂ e/fat o.e. * (90%) =	-52 kg CO ₂ e/fat o.e.
	Sum olje	Summert beskriver steg 1 til 3 effektene ved å øke norsk produksjon med ett fat olje. Økt norsk oljeproduksjon reduserer globale klimautslipp marginalt med 26 kg CO ₂ e/fat o.e.		-26 kg CO ₂ e/fat o.e.
Gradvis transisjon beregner markedsresponsen ved å øke norsk produksjon tilsvarende ett fat o.e. gass til 23%, og finner en signifikant klimaeffekt på -123 kg CO ₂ e/fat o.e.				
 Gass	Steg 1	Steg 1 beskriver forbrenningseffekten av at det konsumeres 23% mer gass. Utslippene øker med 23% av forbrenningsfaktoren for gass	293 kg CO ₂ /fat o.e. * (23%) =	+68 kg CO ₂ /fat o.e.
	Steg 2	Steg 2 beskriver substitusjonseffekten i strømmarkedet. Gasskraft fortrenger primært kullkraft (70%) og noe fornybar energi (30%).	482 kg CO ₂ /fat o.e. * (-23%) =	-111 kg CO ₂ /fat o.e.
	Steg 3	Steg 3 beskriver effekten på opp- og midtstrømsutslipp ved å legge til ett fat o.e. norsk gass og fortrenge 0.77 fat fra andre tilbydere	3 kg CO ₂ e/fat o.e. - 108 kg CO ₂ e/fat o.e. * (77%) =	-80 kg CO ₂ e/fat o.e.
	Sum gass	Summert beskriver steg 1 til 3 effektene ved å øke norsk produksjon med ett fat o.e. gass. Økt norsk gassproduksjon reduserer globale klimautslipp signifikant med 123 kg CO ₂ e/fat o.e.		-123 kg CO ₂ e/fat o.e.
Sum total		Dersom det antas at fremtidig norsk produksjon øker med like mye olje (50%) som gass (50%), fører dette til en utslippsreduksjon på 75 kg CO ₂ /fat o.e.		-75 kg CO ₂ e/fat o.e.

Kilde: Rystad Energy

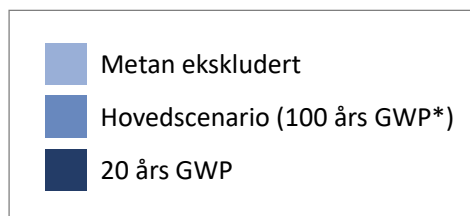


Lave metanutslipp gjør at norsk produksjon gir enda lavere oppvarmingspotensiale på kort sikt

Sensitivitetsanalyse av metanantagelse

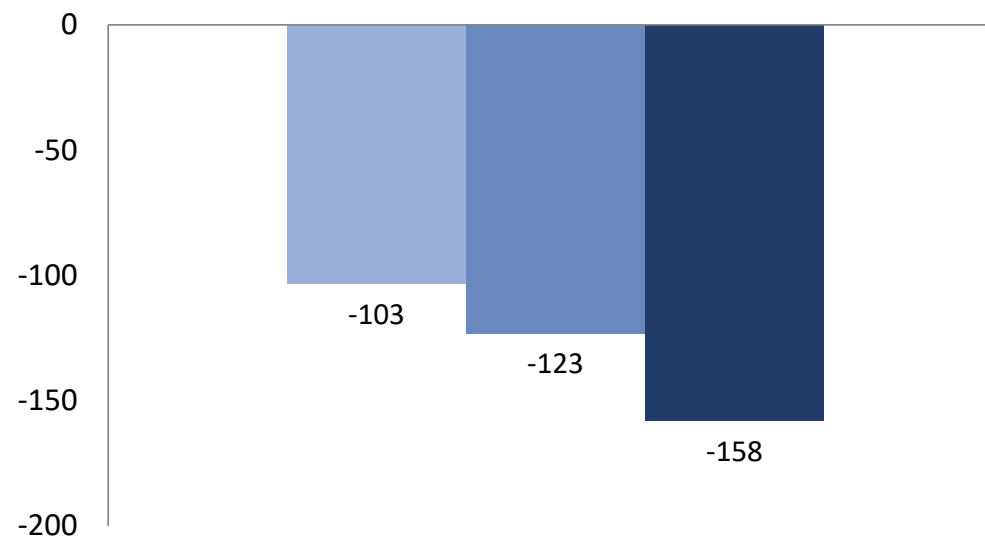
Sensitivitetsanalyse av metanantagelse for olje

kg CO₂e/fat o.e.



Sensitivitetsanalyse av metanantagelse for gass

kg CO₂e/fat o.e.



Jo mer aggressiv antagelse om metans GWP, jo større blir forskjellen mellom norske og utenlandske opp- og midtstrømsutslipp og dermed også klimaeffekten av økt norsk tilbud.

*Globalt oppvarmingspotensial
Kilde: Rystad Energy



Økt produksjon kan kutte klimagassutslipp, så lenge det som «dyttes ut» har tilstrekkelig høye utslipp

Oppsummerende betraktninger om utredningen

Studiet av netto klimaeffekt ved økt norsk olje- og gassproduksjon er komplekst

- Rystad Energy har beregnet punktestimater for netto klimaeffekt, i tråd med mandatet fra oppdragsgiver
- Dette er imidlertid et komplekst tema, der alle antagelser må være konsistente med hverandre og valgt fremtidsscenario
- Rammeverket har et bredt anvendelsesområde og kan populeres med nye, mer oppdaterte parametere i fremtiden

At økt tilbud primært “dytter” ut annen produksjon, gjør etterspørselskutt desto mer effektivt

- Analysen, især steg 1, finner at tilbudsendringer i olje- og gassmarkedene har relativt lav effekt på etterspørsel
- Symmetrien i dette innebærer at etterspørselskutt har stor klimaeffekt, i tråd med de aller fleste klimatiltak til nå
- «Oljen til bensinen som ikke brukes når man går over til elbil, blir i all hovedsak liggende i bakken»

Fortsatt konkurranse på tilbudssiden kan bidra til lavere priser og lavere utslipp fra produksjon av olje og gass

- Økt konkurranse på tilbudssiden av olje- og gassmarkedene gir lavere energipriser
- Det er ingen automatikk i at ny produksjon bidrar til lavere klimagassutslipp, men kan beregnes gjennom rammeverket
- Norsk produksjon kommer godt ut grunnet lave produksjonsutslipp, særlig knyttet til gassleveranser til Europa

Kilde: Rystad Energy

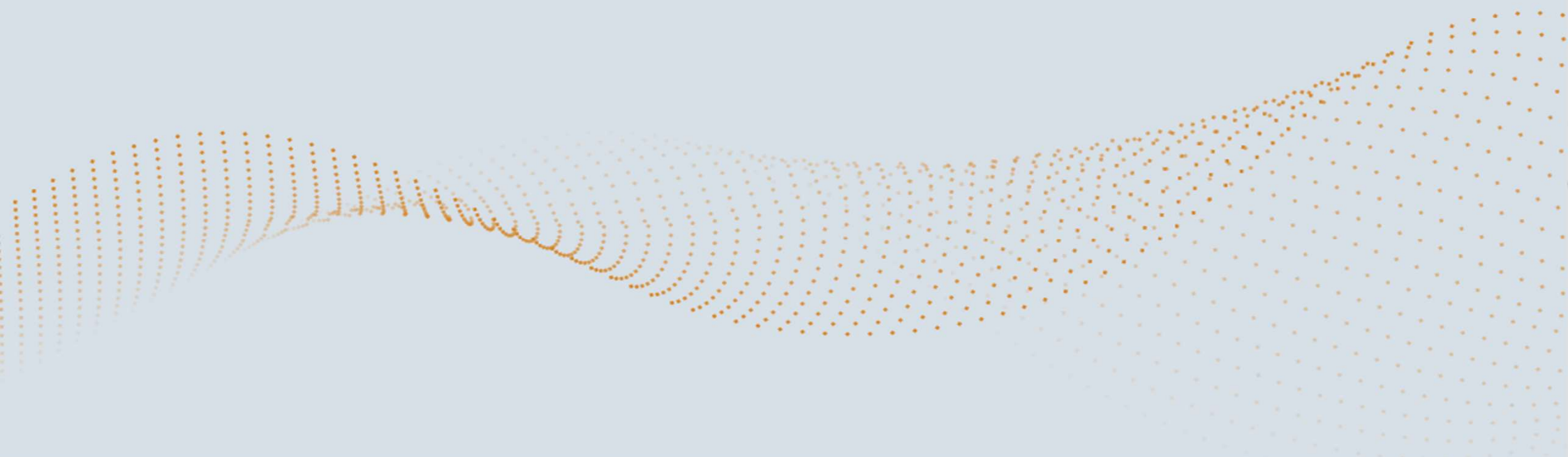
Agenda

Hovedresultater – Rystad Energy

Energiscenarier – fra fossil til fornybar æra

Kommentarer til rapport fra Vista Analyse

Fem hovedinnspill ifm stevning



Nøkkelspørsmål for å forstå etterspørselastisitet og tilbudselastisitet

Spørsmål

Svar

Hva det betyr for elastisiteten:

Påvirker oljeprisen bruken av olje?

Nei, i liten grad

Lav etterspørselastisitet

Bruker du mer bensin/diesel til bil når prisen er lav?
Flyr du mer når prisen er lav?
Kjøper du mer varer, og da belaster lastbil og skip mer?
Kjøper du mer plastikk (som er laget av olje)?

Men på 1970-tallet, reduserte man bruk av oljekraftverk og økte bruken av bensingjerrige biler når oljeprisen eksploderte?

Ja, i noen grad

Men høyere elastisitet på 1970- og 80-tallet

Påvirker oljeprisen produksjonen av olje?

Ja, i høyeste grad

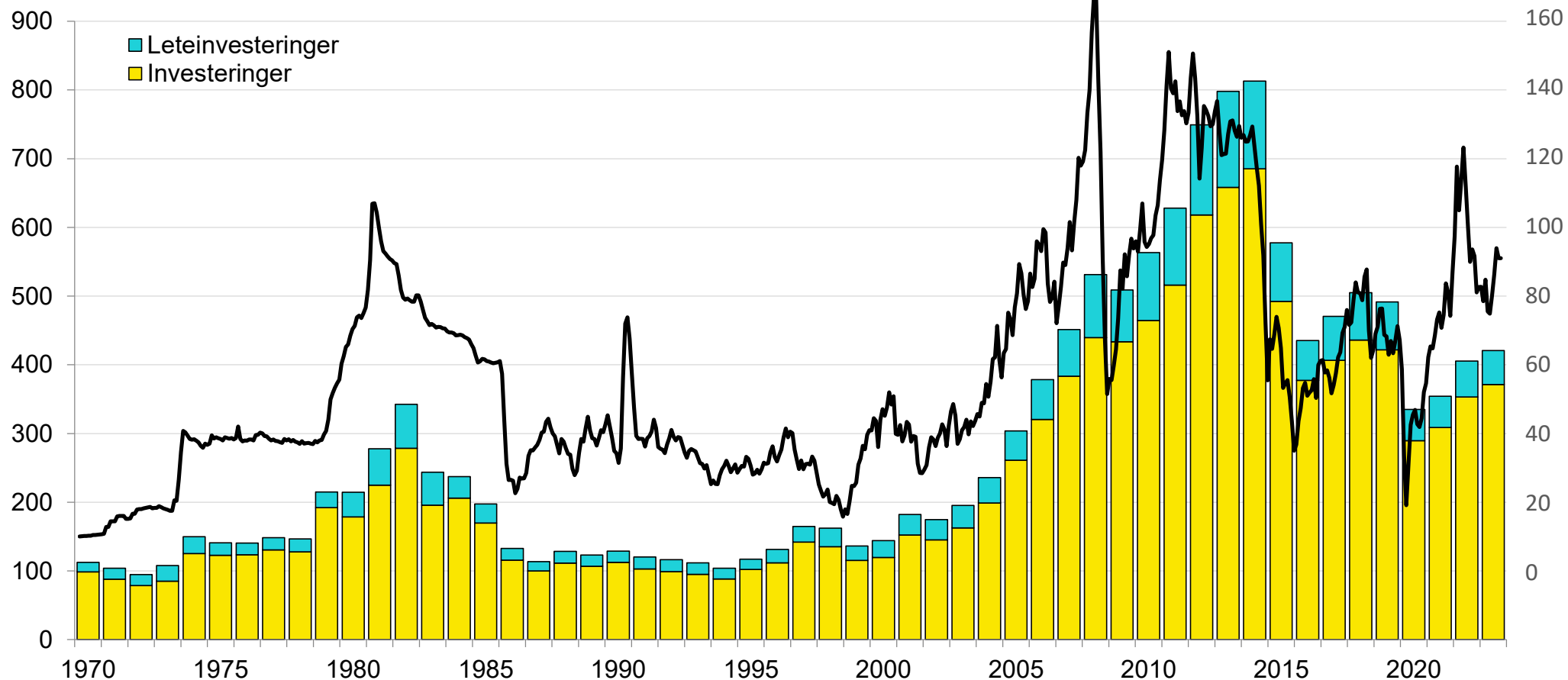
Høy tilbudselastisitet

Reduserer man oljeinvesteringene når oljeprisen faller?
Øker man oljeboring når oljeprisen øker?
Blir det krise i norsk oljenæring når oljeprisen kollapser?

Oljeinvesteringene påvirkes i stor grad av oljeprisen

Globale investeringer i olje
Milliarder dollar reelt (USD 2023)

Oljepris
Dollar per fat (reelt USD 2023)



Når oljeprisen synker tar industrien grep – reduserer aktiviteten kraftig

Brent oljepris
Dollar per fat (nominelt)



TU
2016

Mange frykter for jobben i oljebransjen
Nordmenns syn på sin egen arbeidssituasjon og usikkerhet om de får beholde jobben eller ikke, har økt svakt de siste årene. Unntaket er oljebransjen.
Krisen i oljenæringen har nemlig sørget for at andelen sysselsatte som tror de står i fare for å miste jobben, har skutt til værs, opplyser Statistisk sentralbyrå (SSB).
I perioden 2013 til 2016 har 50.000 ansatte i oljesektoren mistet jobben, og fra å være en bransje med stor grad av jobbsikkerhet har situasjonen blitt snudd på hodet i løpet av disse tre årene.
I 2016 sier 30 prosent at de er redde for å miste jobben, mens 35 prosent har opplevd nedbemanning. 2013 var tallene henholdsvis 3 og 4 prosent. Her må det tas med at tallene gjelder for kategorien bergverksdrift og utvinning – der oljebransjen står for nærmere 90 prosent.

Sokkelåret 2016

Oljedirektør Bente Nylands presentasjon av Sokkelåret 2016.

Presentasjonen ble holdt i Oljedirektoratets lokaler 12. januar 2017.

Watch on YouTube

Kilde: Rystad Energy; Finansavisen

Montrealprotokollen var effektiv i å stoppe utslipp av CFC gasser – reguleringer, ikke pris, var virkemiddelet

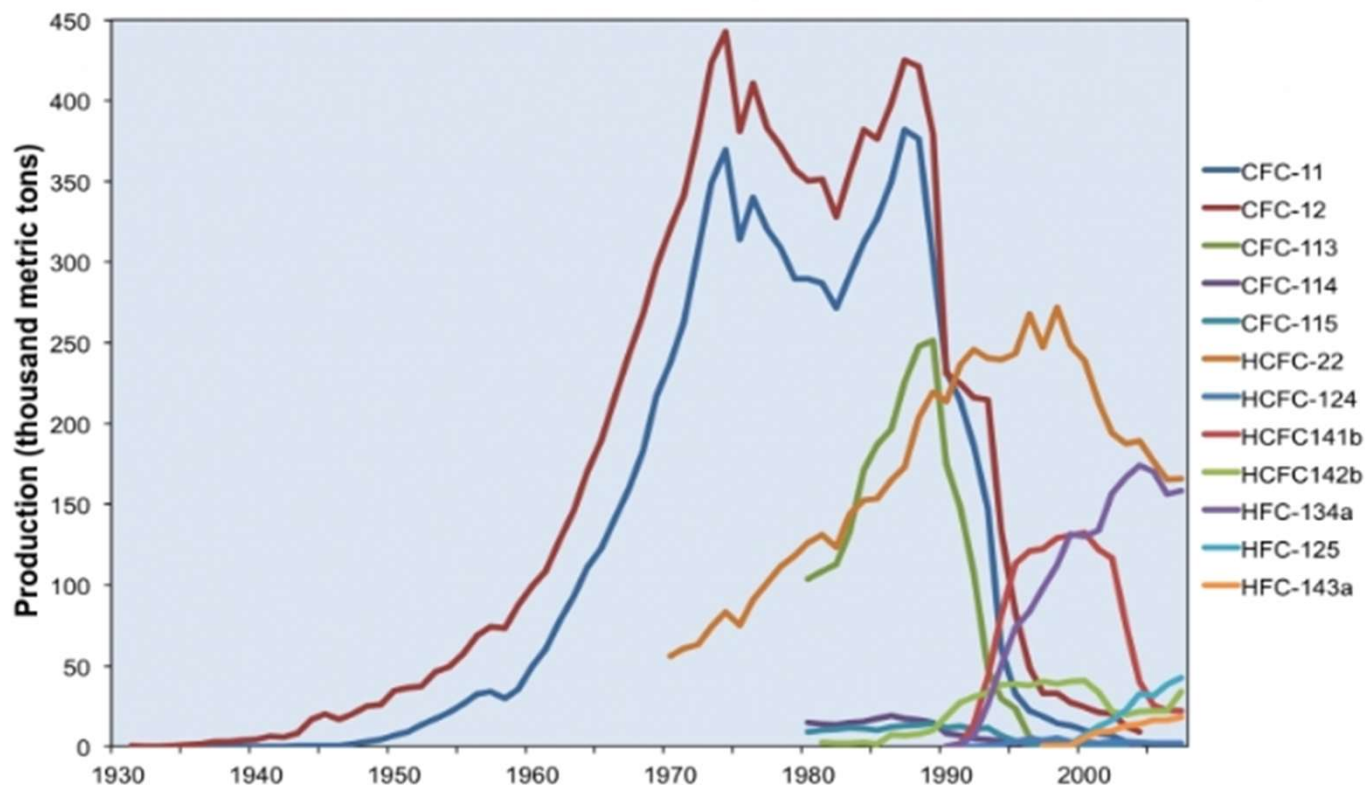


Figure 3. CFC Production Fluctuation. Source: Hill (2016).

Data from the Alternative Fluorocarbons Environmental Acceptability Study (AFEAS) used with permission (MIT, n.d).

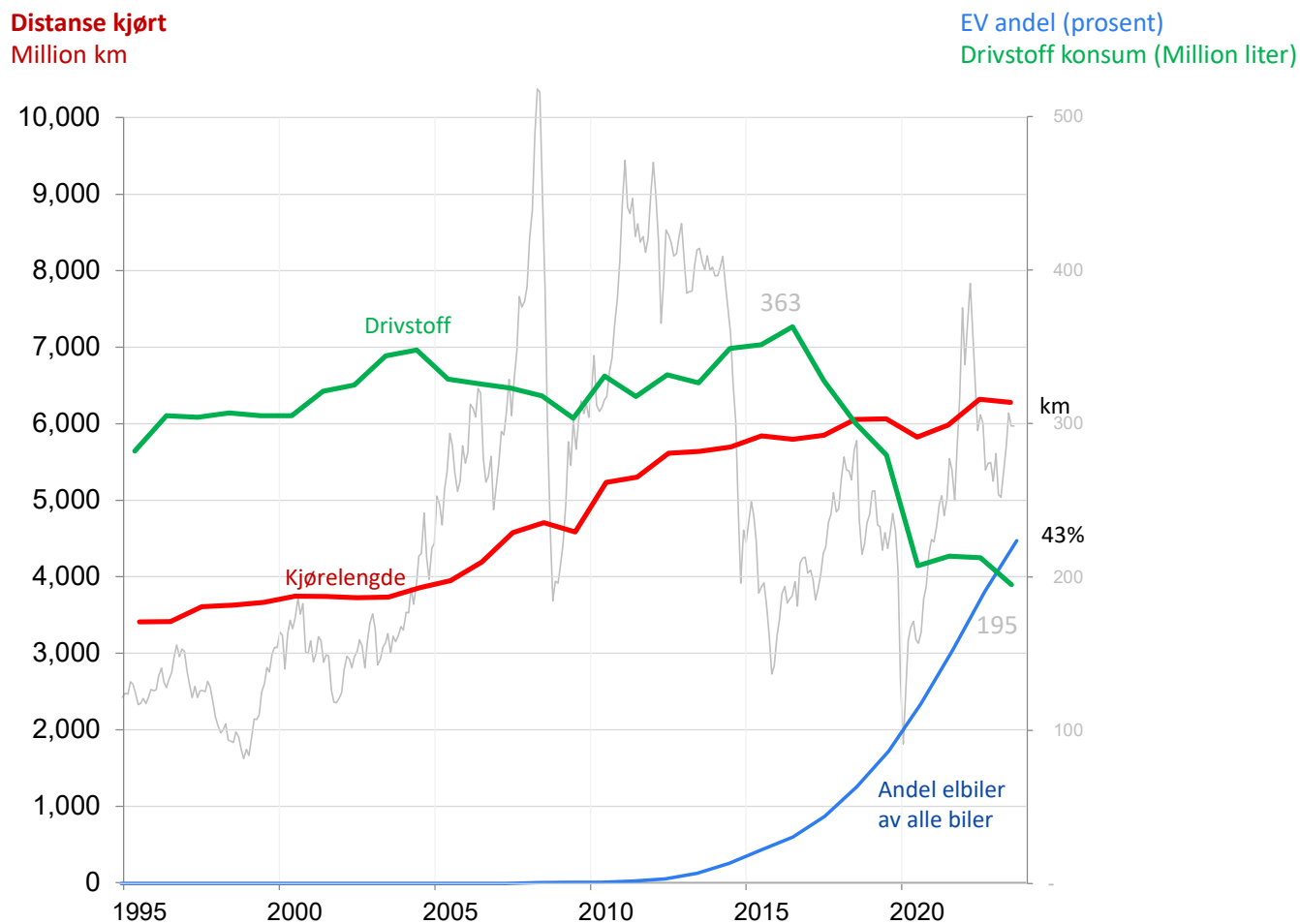
Internasjonal avtale som ble signert i 1987 der målet var å stoppe ødeleggelsen av Ozonlaget over Antarktis

Avtalen forpliktet landene til raskt å redusere utslipp av CFC gasser.

Avtalen var effektiv – utslippene ble raskt redusert

Viser hvordan politiske tiltak og ikke pris driver frem en ønsket forandring

Utviklingen i etterspørsel etter drivstoff i Oslo illustrerer at oljepris ikke driver energiomstillingen



Drivstoffforbruket (bensin og diesel) per km i Oslo er halvert siste seks år

Tiltak som redusert skatt på elbiler, fordeler knyttet til bompenger, kjørefelt og parkering har stimulert elbil bruken

Nye egenskaper med elbilen er også attraktive

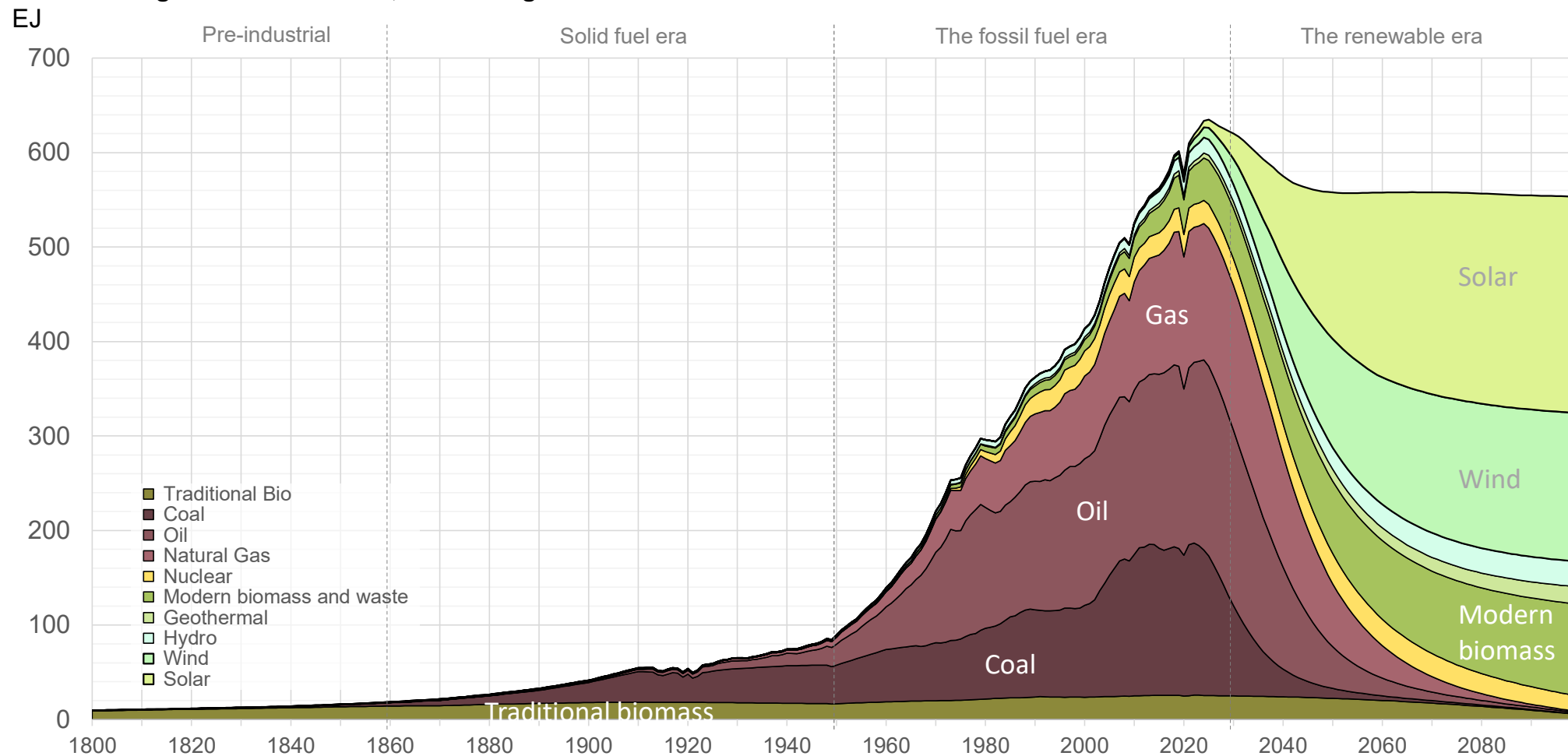
Oljeprisen har hatt liten betydning

Illustrerer at nedgang i oljeetterspørsel skjer som følge av politiske tiltak mer enn høy pris

Kilde: Rystad Energy EnergyScenarioCube Nov 2022

Energisystemet har utviklet seg gjennom epoker, neste fase: Den fornybare epoken

Primærenergi i 1.6 DG scenario, etter energikilde



Source: Rystad Energy Energy Scenario Cube – 1.6 DG

1860

1950

2030

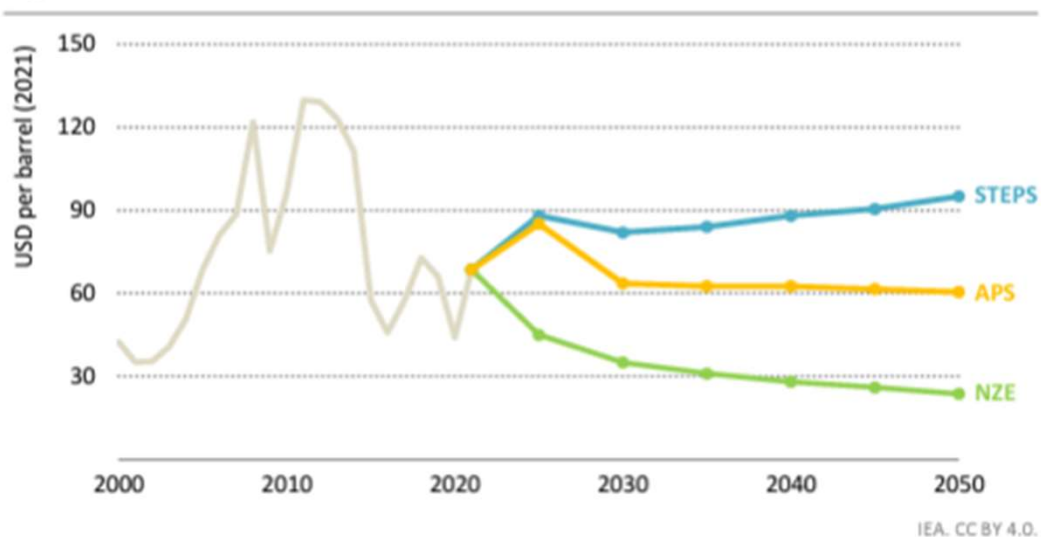
RystadEnergy

Tiltak ved klimaambisiøse scenarier svekker betydningen av olje/gasspriser for fremtidig etterspørsel

<u>Virkemidler som innføres</u>	<u>Hvordan bidrar virkemidler til å kutte utslipp, og eventuelt svekke betydningen av gjeldende olje/gasspriser?</u>
Kvotemarked	<ul style="list-style-type: none">• EU ETS som eksempel der utslippstaket er satt. Lavere gasspriser kan medføre økt gassbruk, men da må tilsvarende utslipp kuttes et annet sted.• Mindre interessant hvor utslippene skjer, størrelsen på taket som avgjøre totale utslipp
CO2 priser og avgifter	<ul style="list-style-type: none">• Innføring av CO2 priser straffer forurenser, jo høyere CO2 priser jo kraftigere utslippskutt• CO2 priser styrker konkurransekraften til fornybar energy og elbiler relativt til fossile energi for å utløse et ønsket skifte. Skifte fra kull til gass i kraftsektoren, utløses ved relativt lave CO2 priser
Eksplisitte mål for installering av fornybar kraft	<ul style="list-style-type: none">• Land setter mål for installeringstempo for fornybar kraft med tilhørende støtteordninger• Strømpriser får mindre betydning for utbyggingstempo av fornybar
Endret markedsstruktur for kraftmarkedet?	<ul style="list-style-type: none">• IRENA foreslår for å skille kraftmarkedet i to, hvor ikke-regulerbar fornybar kraft som sol og vind ikke konkurrere direkte med regulerbar kraftproduksjon som gass og kullkraft• I en slik situasjon vil ikke gjeldende gass og kullpriser konkurrere direkte med fornybar energi, de vil operere i to ulike markeder siden de leverer to ulike produkter (uregulerbar vs regulerbar kraft).
Salg av bensin og dieserbiler stanses	<ul style="list-style-type: none">• Land forbyr salg av biler med forbrenningsmotor og bilprodusenter stopper produksjonen• Bensin og dieselpris er dermed ikke lenger avgjørende for om man kjøper elbil eller bil med forbrenningsmotorer, forbrenningsmotor er fjernet ved regulering
Forbud mot bruk av fossil brensel i nye bygninger	<ul style="list-style-type: none">• EU med forslag om at alle nye bygg etter 2028 må være klimanøytrale• Hindrer at lavere gasspriser kan gjøre det mer attraktiv som energikilde i ny bygg, i motsetning til historisk hvor dette i flere områder har vært en attraktiv opsjon

I ambisiøse klimascenarier må verdens etterspørsel holdes tilbake til tross for fallende priser

Figure 2.11 ▶ Average IEA crude import price by scenario



IEA. CC BY 4.0.

Equilibrium oil prices vary substantially by scenario, reflecting the way that policies, costs and resources affect the supply-demand balance

Note: STEPS = Stated Policies Scenario; APS = Announced Pledges Scenario; NZE = Net Zero Emissions by 2050 Scenario.

- En rask energiomstilling er ikke mulig uten sterk politisk styring av fremtidig utvikling
- Mekansimer som er robuste for fallende priser på fossil energi er sentrale, ettersom fossil priser forventes å falle med fallende etterspørsel.
- Dette gir fundamental støtte til at mer ambisiøse klimascenarier vil måtte tilpasse seg fallende olje og gasspriser,
- Ettersom det er langsiktige responser som vurderes, vil politikere ha god tid til justere virkemidler basert på endringer i syn på langsiktig olje og gasspriser (ved f.eks nye utbygginger eller ny teknologier som kutter kostnaden ved å produsere olje og gass).
- Historiske krysspriselasiteter reflekterer en verden der fossil energibruk har fått konkurrere fritt, og hvor politiske virkemidler for å få ned bruken har vært svært begrenset ift til hva som legges til grunn i de neste tiårene.

En ny ære også på tilbudssiden: fra “peak supply” til “peak demand”

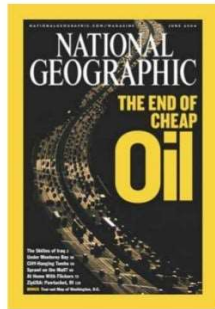
Peak supply

The End of Cheap Oil?

National Geographic
June 2004

The Earth holds a finite supply of oil. The flood of crude oil from fields around the world will ultimately top out, then dwindle.

“In our lifetime,” says economist Robert K. Kaufmann of Boston University, who is 46, “we will have to deal with a peak in the supply of cheap oil.”



NATIONAL GEOGRAPHIC, June 2004
<http://img.nationalgeographic.com/can/0406/04060401>

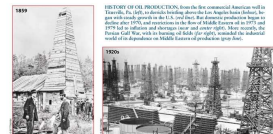
2004

The End of Cheap Oil

Global production of conventional oil will begin to decline sooner than most people think, probably within 10 years

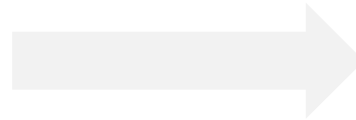
by Colin J. Campbell and Jean H. Laherrère

In 1971 and 1978 a pair of studies by two American geologists predicted the end of cheap oil. The first study, by Colin J. Campbell and Jean H. Laherrère, was published in the journal *Energy*. The second study, by Hubert and William Y. Williams, was published in the journal *Science*. Both studies concluded that the world's supply of cheap oil would peak in the late 1970s or early 1980s. At the time, these predictions were widely regarded as alarmist. However, in 1998, Campbell and Laherrère published a new study in the journal *Energy* that revised their earlier predictions. They estimated that global production of conventional oil would peak in the late 1990s or early 2000s. This prediction was widely regarded as more realistic. In 2004, Campbell and Laherrère published a third study in the journal *Energy* that revised their earlier predictions again. They estimated that global production of conventional oil would peak in the late 2000s or early 2010s. This prediction was widely regarded as the most realistic.



1979: Reuters/Contrasto; March 1998: Copyright © 1998 Scientific American, Inc.

1998



Peak demand



2013

- Tidligere på 2000-tallet snakket industrien om “peak” oljetilbud. Mange mente at verden ikke hadde nok konvensjonell / “billig” olje igjen.
- I 1998 publiserte Cambell og Laherrère artikkelen “the End of Cheap Oil” der de estimerte at global produksjon av konvensjonell olje ville falle i løpet av 10 år.

- Narrativet om peak supply endret seg til peak demand etterhvert.
- Allerede i 2013, skrev The Economist en artikkel om hvordan oljeetterspørsel kommer til å påvirke peak olje.
- De argumenterer for at fracking-teknologi og dermed billig gass, samt endringer i transportsektoren kommer til å senke etterspørselen av olje.

Kilde: Rystad Energy; National Geographic (The End of Cheap Oil, 2004); The end of cheap oil (Colin J. Campbell & Jean H. Laherrère, 1998); Yesterday's fuel (The Economist, 2013)

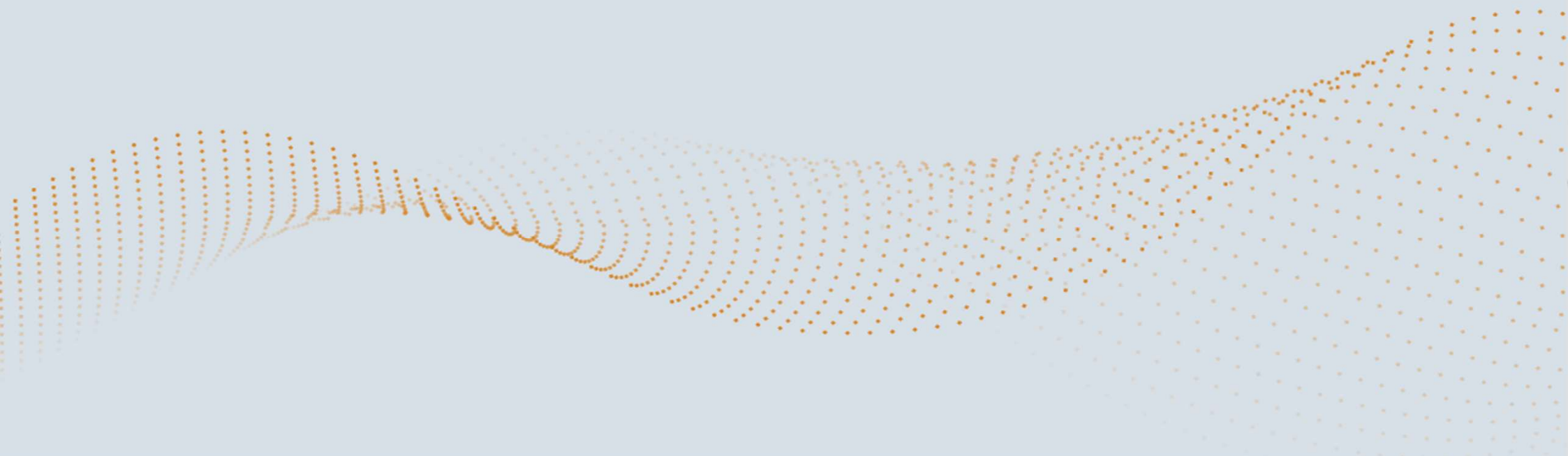
Agenda

Hovedresultater – Rystad Energy

Energiscenarier – fra fossil til fornybar æra

Forskjell Vista Analyse & Rystad Energy

Fem hovedinnspill ifm stevning



Hovedsaklig avvik på markedsrespons for olje og i hvilken grad økt gassforbruk erstatter kull

Tabell 6.3 Oppsummering over forutsetninger og resultater i de ulike scenarioene og i Rystad Energy (2021) og (2023) for olje

Tema	Basis-scenario	Lavutslipps-scenario	Basis-scenario lang sikt	Lavutslipps-scenario lang sikt	Rystad 2023	Rystad 2021
Utslippsintensitet olje	427 kg CO ₂ /fat	427 kg CO ₂ /fat	427 kg CO ₂ /fat	427 kg CO ₂ /fat	419 kg CO ₂ /fat	362 kg CO ₂ /fat
Etterspørsels-elasticitet	-0,26	-0,26	-0,41	-0,66	-0,11	-0,1
Tilbudselastisitet	0,71	0,71	0,71	0,71	1	1
Forbruksendring	26,7 %	26,7 %	36,5 %	48 %	9,9 %	9,1 %
Utslipp fra økt forbruk	114 kg CO ₂ /fat	114 kg CO ₂ /fat	156 kg CO ₂ /fat	205 kg CO ₂ /fat	33 kg CO ₂ /fat	42 kg CO ₂ /fat
Utslippsintensitet substitutter	142 kg CO ₂ /fat	94 kg CO ₂ /fat	76 kg CO ₂ /fat	10 kg CO ₂ /fat	162 kg CO ₂ /fat	119 kg CO ₂ /fat
Reduserte utslipp fra substitutter	-38 kg CO ₂ /fat	-25 kg CO ₂ /fat	-28 kg CO ₂ /fat	-5 kg CO ₂ /fat	-16 kg CO ₂ /fat	-11 kg CO ₂ /fat
Utslippsintensitet norsk produksjon	22 kg CO ₂ /fat	22 kg CO ₂ /fat	0 kg CO ₂ /fat	0 kg CO ₂ /fat	22 kg CO ₂ /fat	30 kg CO ₂ /fat
Utslippsintensitet utenlandsk produksjon	70 kg CO ₂ /fat	28 kg CO ₂ /fat	28 kg CO ₂ /fat	10 kg CO ₂ /fat	82 kg CO ₂ /fat	49 kg CO ₂ /fat
Unngåtte utslipp utenlandsk produksjon	-51 kg CO ₂ /fat	-21 kg CO ₂ /fat	-18 kg CO ₂ /fat	-5 kg CO ₂ /fat	-74 kg CO ₂ /fat	-45 kg CO ₂ /fat
SUM endrede utslipp per fat produsert i Norge	47 kg CO₂/fat	90 kg CO₂/fat	110 kg CO₂/fat	195 kg CO₂/fat	-26 kg CO₂/fat	8 kg CO₂/fat

Kilde: Vista Analyse

Tabell 6.4 Oppsummering over forutsetninger og resultater i de ulike scenarioene og i Rystad Energy (2021) og (2023) for gass

Tema	Basis-scenario	Lavutslipps-scenario	Basis-scenario lang sikt	Lavutslipps-scenario lang sikt	Rystad 2023	Rystad 2021
Utslippsintensitet gass	372 kg CO ₂ /fat-e	372 kg CO ₂ /fat-e	372 kg CO ₂ /fat-e	372 kg CO ₂ /fat-e	293 kg CO ₂ /fat-e	315 kg CO ₂ /fat-e
Etterspørsels-elasticitet	-0,68	-0,68	-0,83	-1,08	-0,6	-0,5
Tilbudselastisitet	2,22	2,22	2,22	2,22	2	4,4
Forbruksendring	23,4 %	23,4 %	27,2 %	32,7 %	23,1 %	10,2 %
Utslipp fra økt forbruk	87 kg CO ₂ /fat-e	87 kg CO ₂ /fat-e	101 kg CO ₂ /fat-e	122 kg CO ₂ /fat-e	68 kg CO ₂ /fat-e	32 kg CO ₂ /fat-e
Utslippsintensitet substitutter	94 kg CO ₂ /fat-e	63 kg CO ₂ /fat-e	48 kg CO ₂ /fat-e	7 kg CO ₂ /fat-e	482 kg CO ₂ /fat-e	80 kg CO ₂ /fat-e
Reduserte utslipp fra substitutter	-22 kg CO ₂ /fat-e	-15 kg CO ₂ /fat-e	-13 kg CO ₂ /fat-e	-2 kg CO ₂ /fat-e	-111 kg CO ₂ /fat-e	-8 kg CO ₂ /fat-e
Utslippsintensitet norsk produksjon	3 kg CO ₂ /fat-e	3 kg CO ₂ /fat-e	0 kg CO ₂ /fat-e	0 kg CO ₂ /fat-e	3 kg CO ₂ /fat-e	7 kg CO ₂ /fat-e
Utslippsintensitet utenlandsk produksjon	81 kg CO ₂ /fat-e	45 kg CO ₂ /fat-e	45 kg CO ₂ /fat-e	12 kg CO ₂ /fat-e	108 kg CO ₂ /fat-e	65 kg CO ₂ /fat-e
Unngåtte utslipp utenlandsk produksjon	-62 kg CO ₂ /fat-e	-35 kg CO ₂ /fat-e	-33 kg CO ₂ /fat-e	-8 kg CO ₂ /fat-e	-83 kg CO ₂ /fat-e	-58 kg CO ₂ /fat-e
SUM endrede utslipp per fat	6 kg CO₂/fat-e	41 kg CO₂/fat-e	55 kg CO₂/fat-e	111 kg CO₂/fat-e	-123 kg CO₂/fat-e	-26 kg CO₂/fat-e

Oppsummering av hovedforskjeller mellom Rystad Energy og Vista for olje



	Tema	Rystad - Basis scenario	Vista Analyse - Basis scenario	Delta
Steg 1: Markedsrespons i oljemarkedet	Utslippsintensitet Olje - kg CO2/boe	419	427	
	Etterspørselastisitet	-0.11	-0.26	
	Tilbudselastisitet	1	0.71	
	Forbruksendring	9.90%	26.70%	
	Utslipp fra økt forbruk - kg CO2/boe	42	114	
Steg 2: Etterspørsels-substitusjon	Utslippsintensitet substitutter - kg CO2/boe	162	142	
	Redusert utslipp fra substitutter - kg CO2/boe	-16	-38	
Steg 3: Tilbudssubstitusjon i oljemarkedet	Utslippsintensitet norsk produksjon - kg CO2/boe	22	22	
	Utslippsintensitet utenlandsk produksjon - kg CO2/boe	82	70	
	Unngåtte utslipp utenlandsk produksjon - kg CO2/boe	-74	-51	
Netto endring i klimagassutslipp	SUM endrede utslipp per fat produsert i Norge	-26	47	

Elastisitet som utgjør det største forskjell mellom Rystad Energy og Vista Analyse

Mer enigheter rundt utslippsintensitet av substitutter og norsk/global olje produksjon. Forskjellen skyldes i tilbudsendring (100% - % forbruksendring).



Kilde: Rystad Energy, Vista Analyse

Forskjellig markedsrespons i steg 1, forklarer også ulike resultater for steg 2 og steg 3

	Tema	Rystad - Basis scenario	Vista Analyse - Basis scenario	Delta
Steg 1: Markedsrespons i oljemarkedet	Utslippetsintensitet Olje - kg CO2/boe	419	427	
	Etterspørselastisitet	-0.11	-0.26	
	Tilbudselastisitet	1	0.71	x 26.7%
	Forbruksendring	9.90%	26.70%	
	Utslipp fra økt forbruk - kg CO2/boe	42	114	
Steg 2: Etterspørsels-substitusjon	Utslippetsintensitet substitutter - kg CO2/boe	162	142	x 9.9%
	Redusert utslipp fra substitutter - kg CO2/boe	-16	-38	x 26.7%
Steg 3: Tilbudssubstitusjon i oljemarkedet	Utslippetsintensitet norsk produksjon - kg CO2/boe	22	22	
	Utslippetsintensitet utenlandsk produksjon - kg CO2/boe	82	70	x (100-9.9)%
	Ungåtte utslipp utenlandsk produksjon - kg CO2/boe	-74	-51	x (100-26.7)%
Netto endring i klimagassutslipp	SUM endrede utslipp per fat produsert i Norge	-26	47	

Elastisitet som utgjør det største forskjell mellom Rystad Energy og Vista Analyse

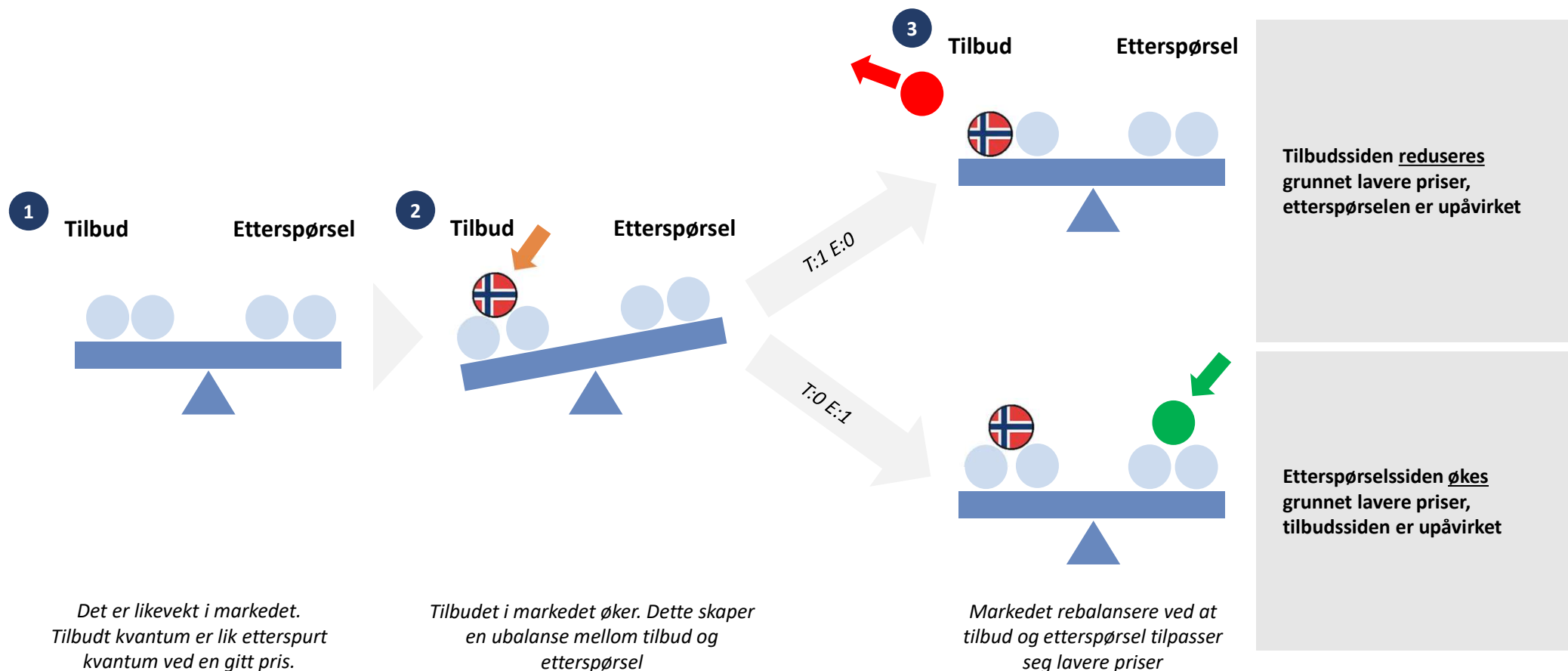
Mer enigheter rundt utslippetsintensitet av substitutter og norsk/global olje produksjon. Forskjellen skyldes i tilbudsendring (100% - % forbruksendring).



Kilde: Rystad Energy, Vista Analyse

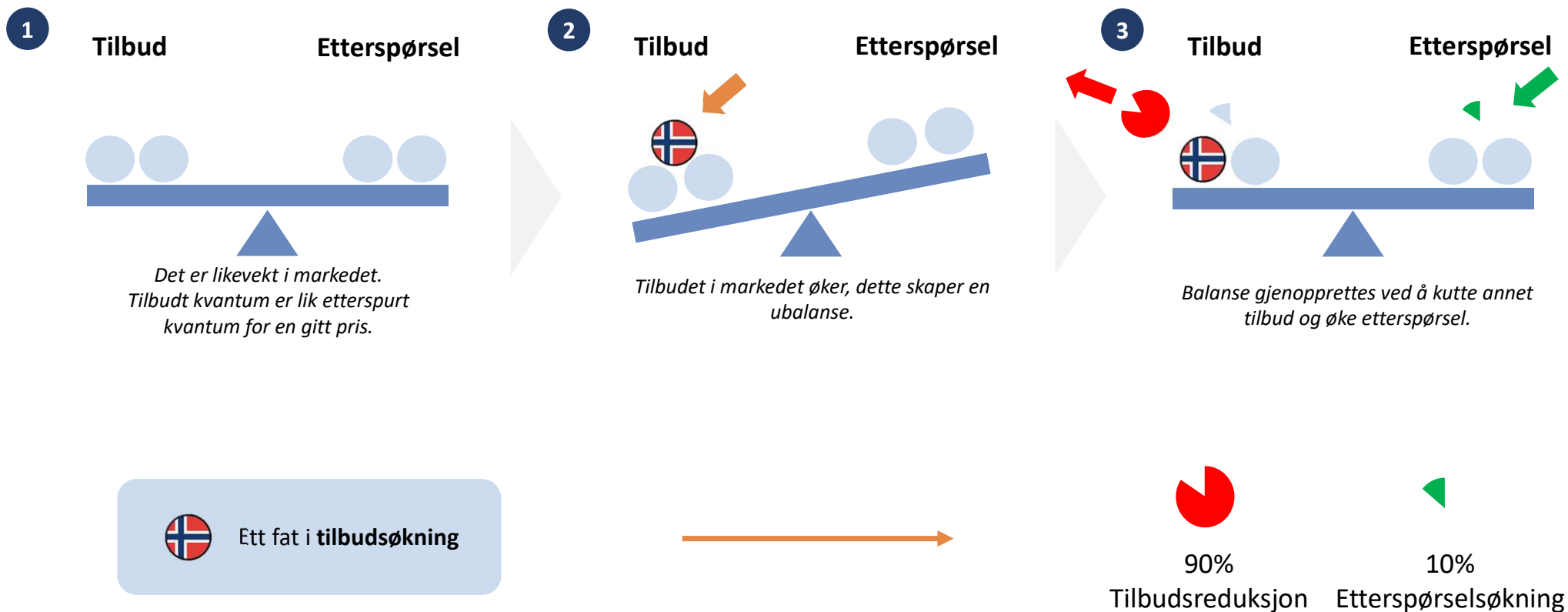
Hva er markedsrespons? To ytterpunkter av markedsrespons ved økt tilbud av olje

Konseptuell skisse av forholdet mellom volumendringer, prissignaler og markedsrespons i oljemarkedet



Det relative forhold mellom tilbud- og etterspørselstetastitet avgjør markedsresponsen

Konseptuell skisse av forholdet mellom volumendringer, prissignaler og markedsresponsen i oljemarkedet



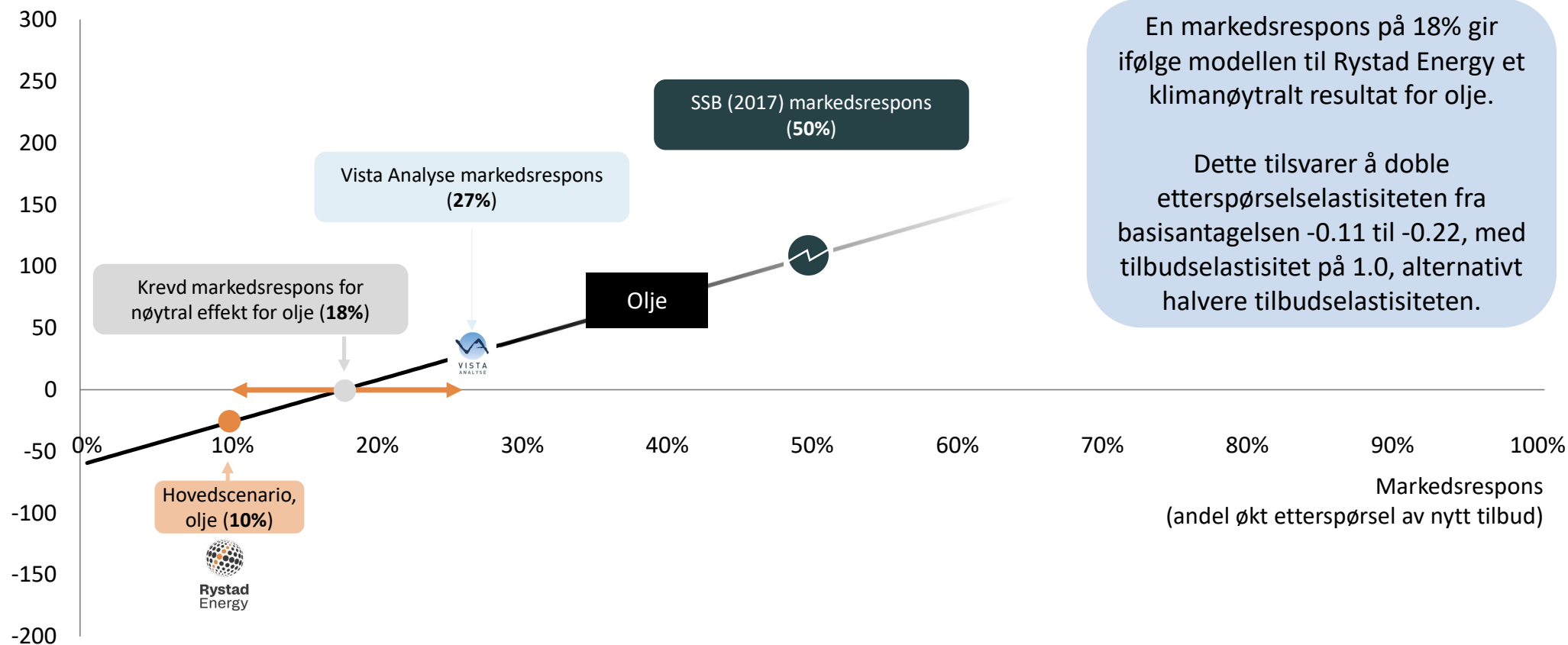
Kilde: Rystad Energy



En markedsrespons på opptil 18%, midt mellom Rystad og Vista, gir et klimanøytralt resultat

Sensitivitetsanalyse av markedsresponsen (steg 1) for olje*

kg CO₂e/fat o.e.



En markedsrespons på 18% gir ifølge modellen til Rystad Energy et klimanøytralt resultat for olje.

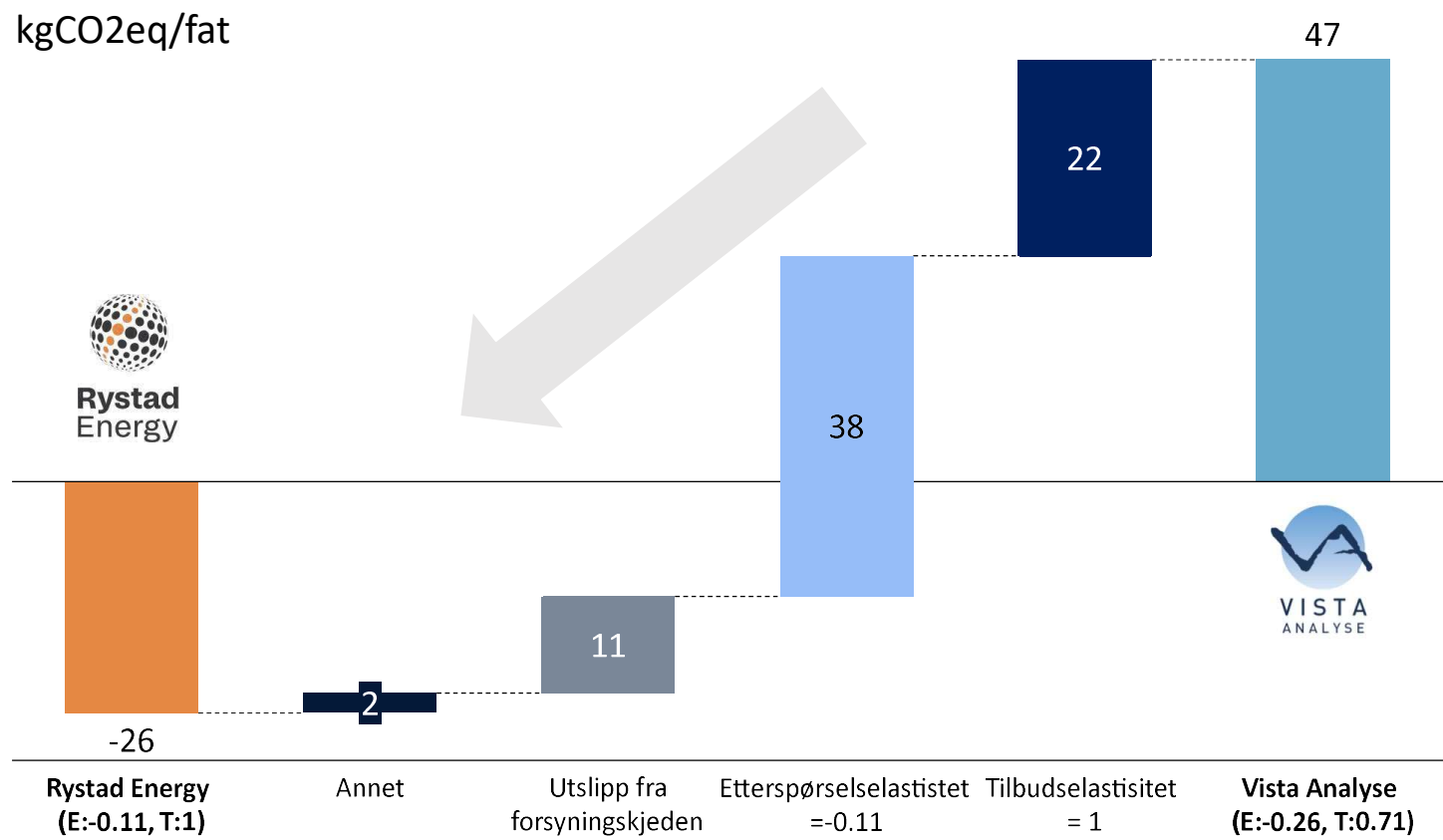
Dette tilsvarer å doble etterspørselastisiteten fra basisantagelsen -0.11 til -0.22, med tilbudselastisitet på 1.0, alternativt halvere tilbudselastisiteten.

*Kombinasjon av Rystad Energys litteratur og relevant litteratur fra Vista; Kilde: Rystad Energy

Uenigheten handler primært om hvor mye etterspørselen etter olje øker ved økt tilbud



Forskjeller i klimagassutslipp som følge av økt fremtidig væskeproduksjon på norsk sokkel



- Rystad Energy omtaler sitt resultat som “marginalt lavere” utslipp ved økt oljeproduksjon, gitt at nettutslipp kun utgjør ~5% av bruttutslipp (419 kgCO₂/fat), og iboende usikkerhet i antagelser/metode.
- Om Vista Analyse benyttet samme tilbudselastisitet som Rystad Energy gir dette tilsvarende “marginalt høyere” utslipp på 25 kgCO₂eq/fat. Vista benytter ikke globale feltdatabaser for beregning av tilbudsrespons, men studier som dekker deler av tilbudet og hvor flere er utdaterte.
- Ulik vurdering av litteratur på etterspørselselastisitet forklarer mesteparten av resterende forskjell, og ulikt fortegn på konklusjon

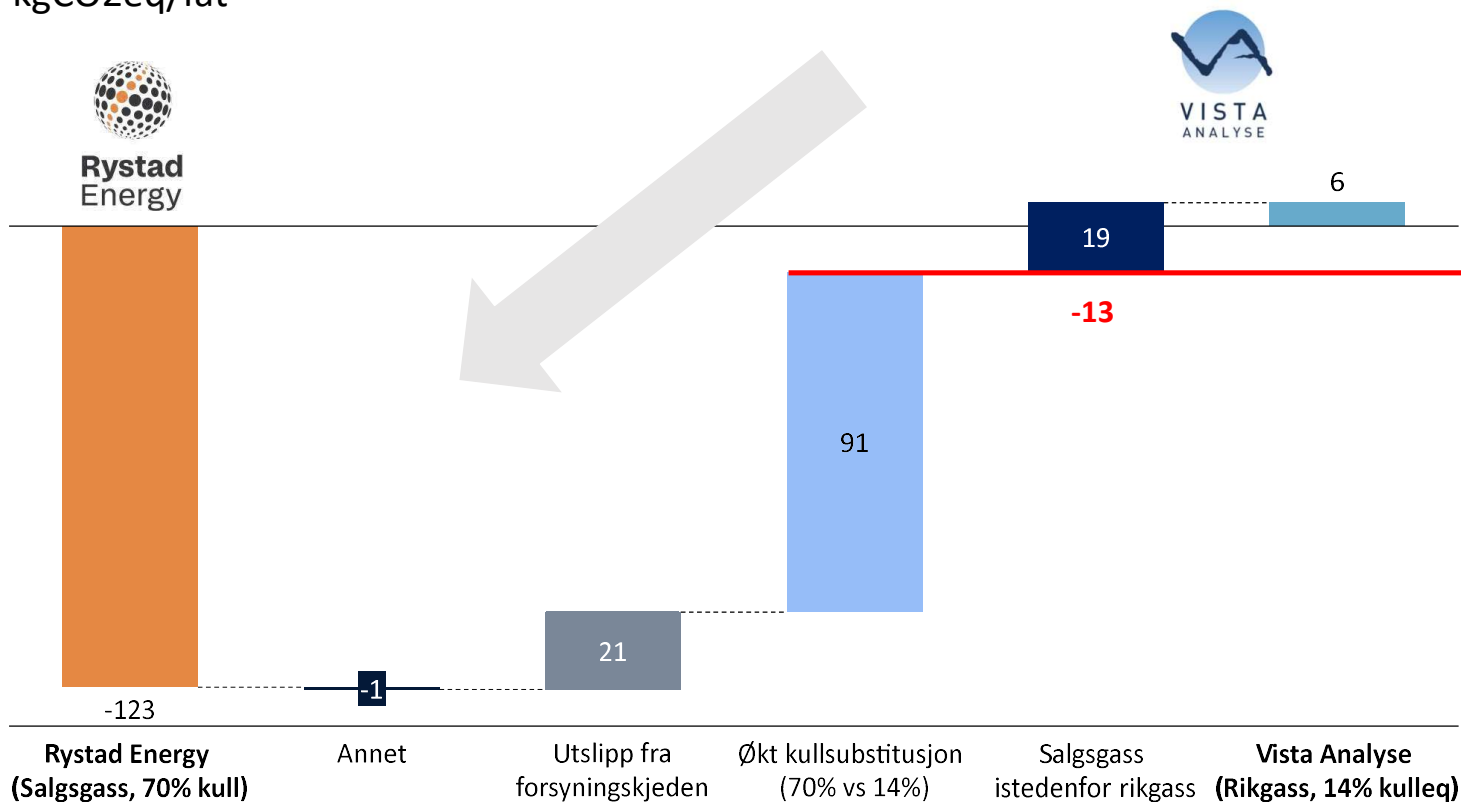
Source: Rystad Energy, Vista Analyse

Enighet om at økt norsk gassproduksjon ikke øker globale klimautslipp, Vista -13 kgCO₂/boe



Forskjeller i klimagassutslipp som følge av økt fremtidig gassproduksjon på norsk sokkel

kgCO₂eq/fat



- Enighet om at økt norsk gassproduksjon ikke øker globale klimautslipp
- Rystad Energy benytter forbrenningsfaktor for salgsgass, da væskekomponenter skilles ut før salg til markedet og tæs inn med væskevolumer
- Den store forskjellen er knyttet til i hvilken grad økt gassetterspørsel evner å erstatte kull blant LNG importerende land. Rystad Energy antar 70% av økt gassbruk erstatter kullkraft, men Vista antar implisitt at 14% av økt gassbruk erstatter kullkraft og 86% ender med økt forbruk av energitjenester eller erstatter fornybar.

Source: Rystad Energy, Vista Analyse

Vista har benyttet forbrenningintensitet for rikgass, ikke salgsgassen som sendes til Europa. Rystad ser ikke bort ifra utslippene fra NGL, men inkluderer dem i væskeproduksjonen

Forbrenningsfaktoren for salgsgass er 1.99, hvor 2.34 er representativt for gassen som brennes offshore ikke den som selges til markedet

5.1 Utslipp fra forbrenning av olje og gass

Den første utslippintensiteten som er relevant er hvor mye CO₂e som slippes ut ved forbruk av et fat olje, eller en fat-ekvivalent gass. Her bruker vi SSBs utslippintensiteter som kilde (SSB, 2021). Der oppgis utslippene å være på 3,2 tonn CO₂ per tonn råolje, og 2,34 tonn CO₂ per 1000 Standard m³ gass. Vi ønsker å uttrykke dette i fat og fat-ekvivalenter, for å få tall som lett lar seg sammenligne med tallene i Rystad Energy (2023). Oljedirektoratet oppgir at det er 7,49 fat per tonn olje (Oljedirektoratet, 2021), som dermed gir utslipp på **427 kg CO₂ per fat olje**.

For gass er konverteringen noe mer komplisert. Oljedirektoratet opererer med en omregningsfaktor der 1000 Sm³ gass omtales som 1 Sm³ oljeequivalenter. Kombinert med at det er 6,29 fat olje per Sm³ olje, gir det oss utslipp på **372 kg CO₂ per fat-ekvivalent gass**. Det finnes andre måter å konvertere fra Sm³ gass til fat-ekvivalenter. En vanlig konverteringsmetode for å få en felles enhet for å sammenligne gass og olje, er å konvertere til fat-ekvivalenter basert på mengden energi i gass, heller enn en fast omregning av volum slik Oljedirektoratet gjør det. Med en slik definisjon blir 1000 Sm³ gass lik 5,883 fat-ekvivalenter olje (BP, 2021). Det har imidlertid lite å si hvilken omregningsfaktor man bruker fra gass til olje, så lenge den samme omregningsfaktoren brukes for alle beregninger av utslipp. Til sammenligning opererer Amerikanske Environmental Protection Agency (EPA) med utslippintensiteter på 432 kg CO₂-ekvivalenter per fat olje og 320 kg CO₂-ekvivalenter per boe gass (EPA, 2023),²⁰ som er forholdsvis likt som vår beregning for olje, men noe lavere for gass. Det kan forklares av forskjellen mellom tørrgass og rikgass, som er drøftet nærmere nedenfor.

derfor utvilsomt en del av de samlede forbrenningsutslippene fra norsk gassproduksjon. I 2022 ble det ifølge Oljedirektoratet produsert 12,2 millioner Sm³ o.e. med NGL og 123,7 millioner Sm³ o.e. gass. Produksjonen av NGL utgjør med andre ord omtrent 10 prosent av den totale produksjonen. **Å se bort ifra det innebærer å undervurdere utslippene.**

Alle markedseffekter vi har sett på for gass i kapittel 3 og 4, gjelder tørrgass. NGL omsettes i andre markeder enn tørrgass, med andre mekanismer. Ideelt sett burde derfor netto forbruksendring, som er drøftet i kapittel 3, og substitusjon, som er drøftet i kapittel 4, analyseres separat for NGL. **Det er lite litteratur som ser spesifikt på elastisiteter for NGL. Derfor er det lite hensiktsmessig. Ved å bruke utslippintensiteten til rikgass gjennomgående i beregningene, så gir det samme resultat som å anta at markedsmekanismene for NGL er de samme som for tørrgass. Vi mener det er en forsvarlig forenkling. På noen områder kan det gi for lave netto forbrenningsutslipp. Som vi vil se i avsnitt 5.3 er metanutslipp fra gasstransport i andre deler av verden et viktig element i beregningen av de netto utslippene fra økt norsk gassproduksjon. Det er en problemstilling som er spesifikk for tørrgass. Dermed gir vår forenkling noe høye utslipp fra utenlandsk produksjon, som dermed vil tilsa at vi kan undervurdere de netto utslippene av økt norsk produksjon tilsvarende.**

CO2 utslippene per energienhet naturgass (salgsgass) utgjør 293 kgCO2/fat.o.e ikke 372

Antagelser for beregning av CO2 per boe salgsgass

ENERGIKALKULATOR	
SKRIV INN OLJEVERDIER	
0.159	Sm ³
1	Fat
0.134	Tonn
1637.572	kWh
SKRIV INN GASSVERDIER	
1	Sm ³
35.3	ft ³
11.111	kWh
Se hvordan vi regner dette ut >	

1.99 kgCO₂/Sm³ naturgass (salgsgass)

2.34 kgCO₂/Sm³ naturgass (offshoregass)

CO2 utslipp per boe gass

Salgsgass (HHV):
 $1.99 \text{ kgCO}_2/\text{Sm}^3 * 1638 \text{ kWh/boe} \div 11.1 \text{ kWh/Sm}^3$
= 293 kgCO₂/boe

Offshoregass (LHV):
 $2.34 \text{ kgCO}_2/\text{Sm}^3 \div 6.29 \text{ boe/1000Sm}^3 * 1000$
= 372 kgCO₂/boe



- Energiinnhold per fat oljeekvivalent (1638 kWh) og energiinnhold (11.11 kWh) per Sm³ naturgass er hentet fra energikalkulatoren til Norsk Petroleum (OED & OD)
- Energiinnholdet for naturgass er konsistent med 40 MJ/Sm³, som er higher heating value (HHV) for naturgass/salgsgass.
- HHV benyttes også normalt ved gasspriser for å definere mengden energi som kjøper/selges (USD/MWh etc). Forskjellen mellom HHV og LHV er at LHV ikke inkluderer energien i vanddampen fra forbrenningsprosessen. For naturgass utgjør forskjellen mellom HHV og LHV omtrent 10%.

- Hovedårsaken til at Vista Analyse får høyere forbrenningsutslipp for naturgass er at de benytter 2.34 kgCO₂/Sm³ fremfor 1.99 kgCO₂/Sm³ for salgsgass til Europa. Ved å bruke 1.99 ville Vista kommet frem til 316 kgCO₂/boe.
- Konverteringen på 6.29 fat olje per 1000 Sm³ naturgass er riktig ved bruk av LHV verdier for oljen og gassen. Basert på HHV på henholdsvis 1638 kWh/boe olje og 11 kWh per Sm³ gass er forholdet imidlertid $11.1 * 1000 / 1638 = 6.78$. Rystad Energy har benyttet HHV verdier i tråd med energikalkulatoren til Norsk Petroleum.

Kilde: Rystad Energy, Norsk Petroleum (OED, OD), Miljødirektoratet

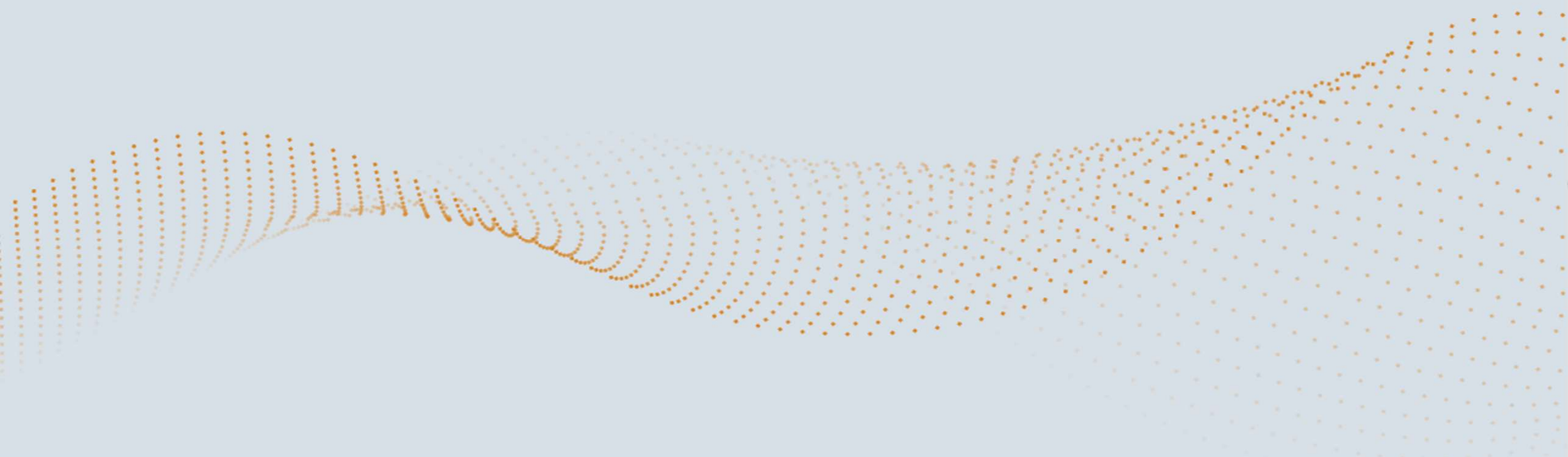
Agenda

Hovedresultater – Rystad Energy

Energiscenarier – fra fossil til fornybar æra

Forskjell Vista Analyse & Rystad Energy

Fem hovedinnspill ifm stevning



Beregningen bygger på et punktestimat for enkeltåret 2030, i stedet for utslippseffekter år for år over feltets levetid på 25 år (2027-2052)

i) Beregningen bygger på et punktestimat for enkeltåret 2030, i stedet for utslippseffekter år for år over feltets levetid på 25 år (2027-2052)

ii) Beregningen anvender en for lav elastisitet for etterspørsel av olje (-0,11) som avviker fra publisert og fagfellevurdert forskning, og for høy tilbudselasticitet for olje og gass

iii) Beregningen antar perfekt substitusjon mellom olje og gass og andre energikilder, som er i strid med økonomisk teori og empiriske studier på energietterspørsel

iv) Beregningen bygger på en ufundert forutsetning om at gass erstatter 70 % kull og 30 % fornybar energi i 2030, som uansett blir feil over feltets levetid, se i)

v) Beregningen omfatter ikke fortrenings effekter ved elektrifisering av Yggdrasil, og overspiller fremtidige utslipp fra utenlands produksjon

Studier av tilbudssidetiltak fokuser typisk på ett analyseår av gangen

Eksempler på bruk av enkeltvise analyseår i andre tilbudssidetiltaksstudier

Den ideelle måten å anslå klimaeffekt av å gi en utvinningstillatelse eller letelicens er å anslå klimaeffekten av produksjonen år for år, basert på den forventede energimiksen globalt i det enkelte år. Vår analyse er mer overordnet og tar sikte på å gi et generelt anslag på klimaeffekten av økt norsk petroleumsproduksjon. På bakgrunn av det har vi valgt å bruke et tenkt analyseår, som kan tenkes å være året der medianproduksjonen til de relevante feltene finner sted. Det tilsier et

Vista Analyse (2023)

incremental effects, which are often of great interest to decision makers. Throughout, we focus on the year 2030, as it represents the focus year of current international climate negotiations.

Erickson og Lazarus (2018)

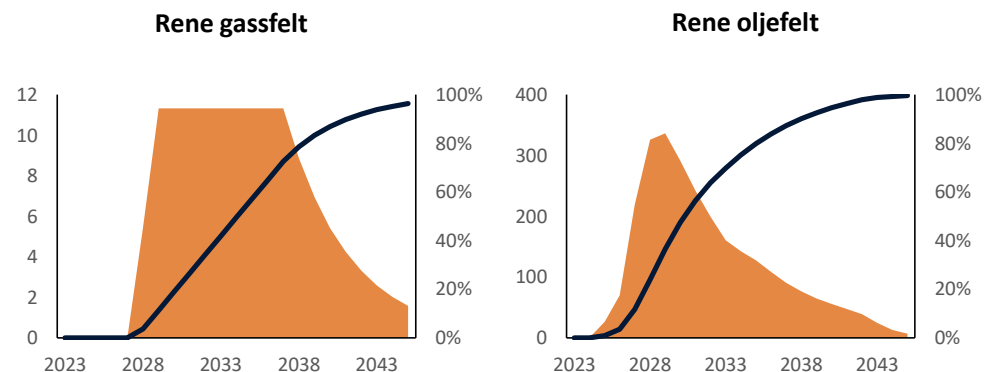
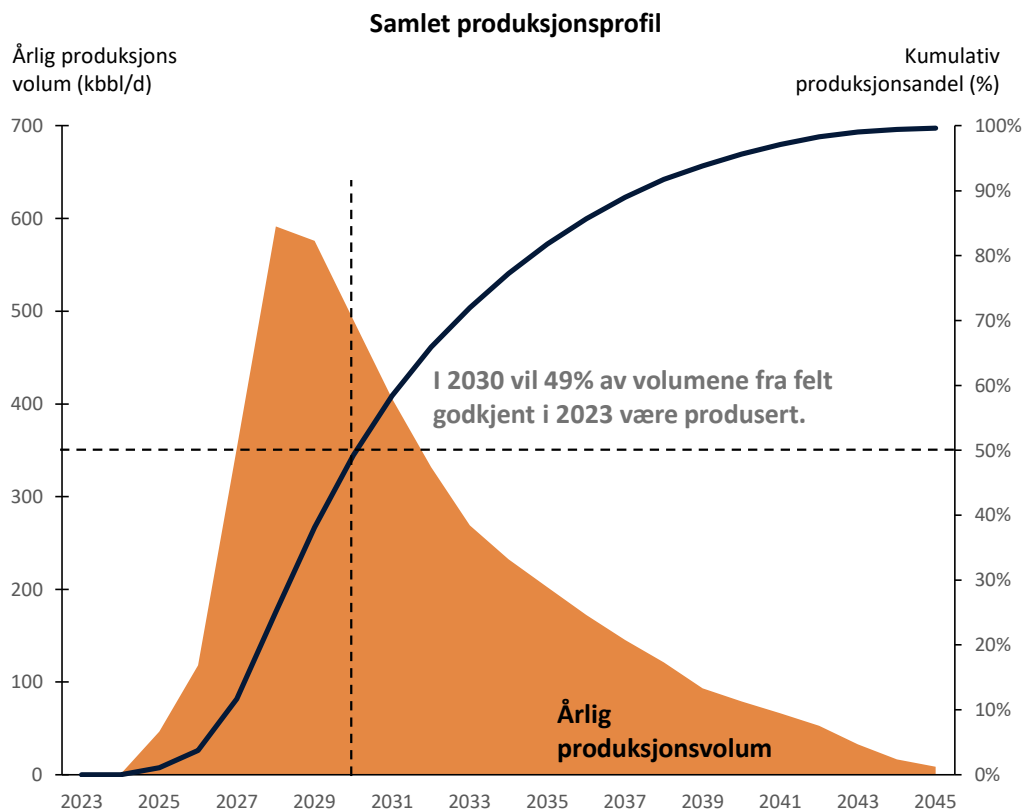
We now turn to the comparison of demand and supply side policies in the case of Norway. Our focus is on the year 2020, as the Norwegian government has specific climate goals for that year (see below). In Section 3.1 we estimate marginal costs of Norwegian unilateral reductions in

Fæhn et al. (2017)

- Eksemplene til venstre viser hvordan tidsdimensjonen behandles i tre utvalgte tilbudssidetiltaksstudier, sammenlignbare med Rystad Energys arbeid.
- I alle tilfeller velges ett år som analyseår av gangen. Det er bred enighet om at en slik forenkling ikke påvirker resultatene i analysene. Eventuelt overdrevne effekter på den ene siden av analyseåret kompenseres av underdrevne effekter på motsatt side.

For norske felt godkjent i 2023, utgjør 2030 enkeltåret absolutt nærmest midten av produksjonen

Produksjonsprofiler for nye felt godkjent i 2023



- I grafen til venstre viser samlet produksjonsprofil for alle olje- og gassfelt som er godkjent i 2023. Som det ses av kurven, vil 49% av volumene være produsert innen utgangen av 2030. Således er 2030 det mest presise enkeltåret som kan velges
- Som det fremkommer av de to produksjonsprofilene over for hhv. rene olje- og gassfelt, har de relativt ulike produksjonsprofilene. Oljefelt når sin produksjonstopp tidlig før produksjonen avtar relativt raskt. Et uavhengig gassfelt opprettholder toppproduksjon over lengre tid før produksjonen avtar
- Den faktiske klimaeffekten av et nytt felt vil innebære klimaeffekter hvert år feltet produserer. Da 2030 ligger midt i produksjonsprofilen for samtlige felt godkjent i 2023, vil marginalt mer positive klimaeffekter i årene før 2030 kompenseres mot marginalt mer negative klimaeffekter i årene etter

Kilde: Rystad Energy; UCube

Beregningen anvender en for lav elasticitet for etterspørsel av olje (-0,11) som avviker fra publisert og fagfellevurdert forskning, og for høy tilbudselastisitet for olje og gass

i) Beregningen bygger på et punktestimert for enkeltåret 2030, i stedet for utslippseffekter år for år over feltets levetid på 25 år (2027-2052)

ii) Beregningen anvender en for lav elasticitet for etterspørsel av olje (-0,11) som avviker fra publisert og fagfellevurdert forskning, og for høy tilbudselastisitet for olje og gass

iii) Beregningen antar perfekt substitusjon mellom olje og gass og andre energikilder, som er i strid med økonomisk teori og empiriske studier på energietterspørsel

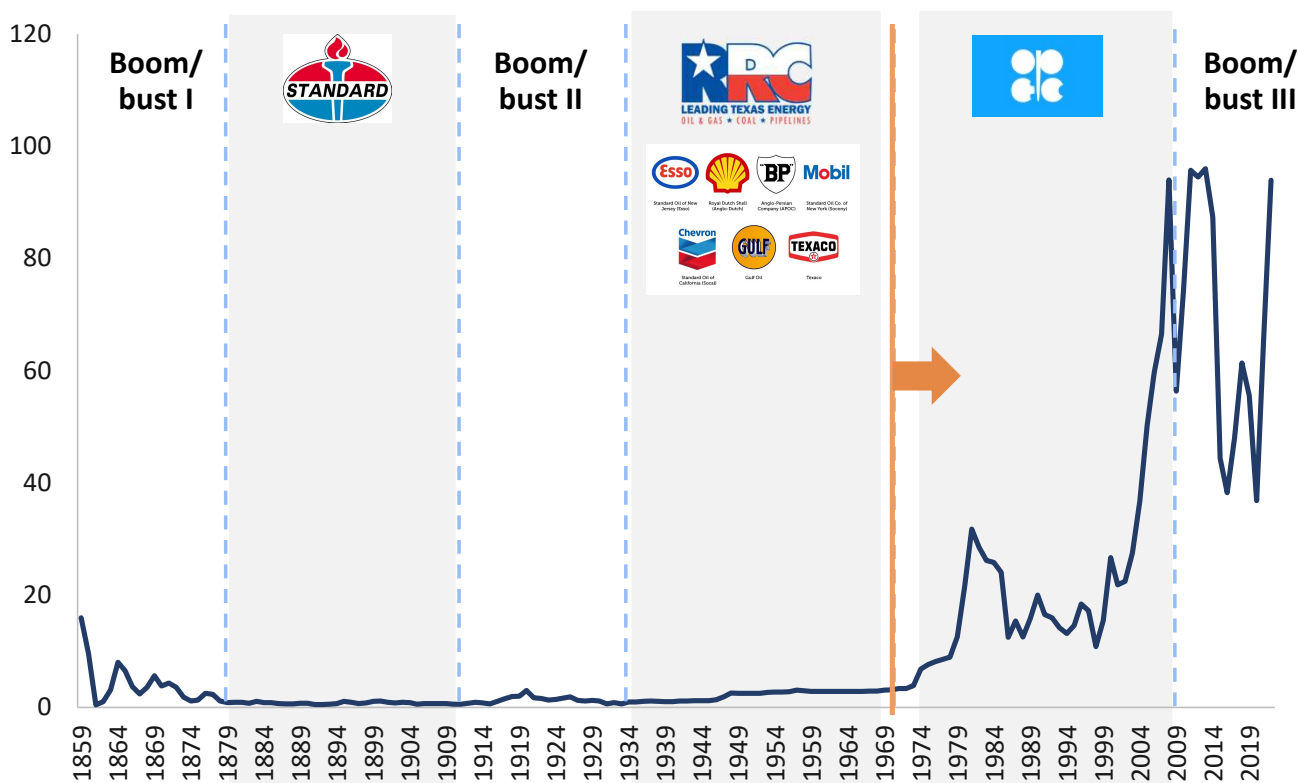
iv) Beregningen bygger på en ufundert forutsetning om at gass erstatter 70 % kull og 30 % fornybar energi i 2030, som uansett blir feil over feltets levetid, se i)

v) Beregningen omfatter ikke fortrenings-effekter ved elektrifisering av Yggdrasil, og overspiller fremtidige utslipp fra utenlands produksjon

Oljemarkedets strukturelle endringer etter 60-tallet gjør data for denne perioden mindre relevant

Første kjøpspris for amerikansk råolje*

Nominal USD/fat



*proxy for årlig pris for amerikansk råolje

Kilde: Rystad Energy; EIA; Crude Volatility (Robert McNally, 2021)

1 Forskjell i oljemarkedet før 1970

Oljemarkedet var strukturelt annerledes før 1970. Det amerikanske oljemarkedet var kontrollert av Railroad Commission of Texas (RRC) og markedet i Midtøsten var underlagt de syv søstrene. Sammen hadde kartellene kontroll over en majoritet av global produksjon som ga en mer stabil oljepris.

1

2 Feilestimering av etterspørselastisitet

Ved å bruke dataserier som starter før 1970, vil man feilestimere etterspørselastisiteten. Dette er siden markedet i stor grad var regulert før 1970 som gjorde at tilbud og etterspørsel ikke bestemte prisen.

2

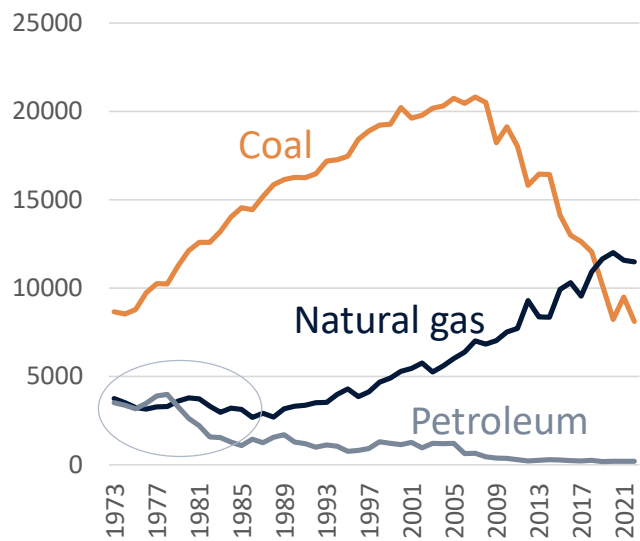
3 Nyere data er mer relevant for fremtiden

Dataserier som starter etter 1970, og helst etter 2009, beskriver det nåværende og mest sannsynligvis det fremtidige olje- og energimarkedet best.

3

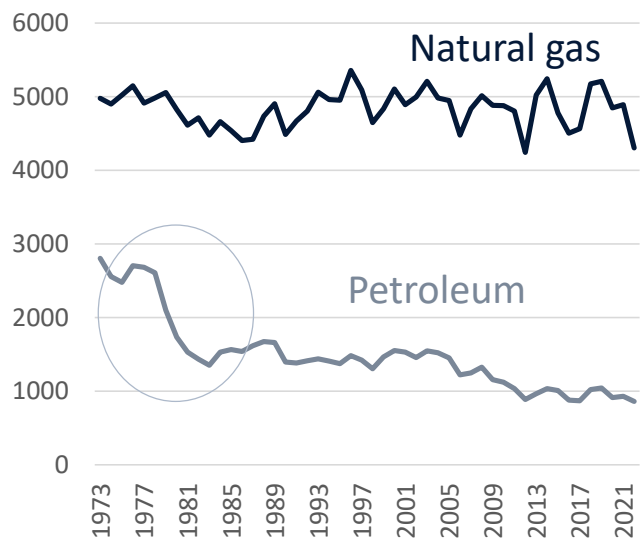
USA opplevde strukturelle endringer i bruken av petroleum i kraft og bygninger etter energikrisen på 70-tallet

**Kraftproduksjon
Trillion Btu**



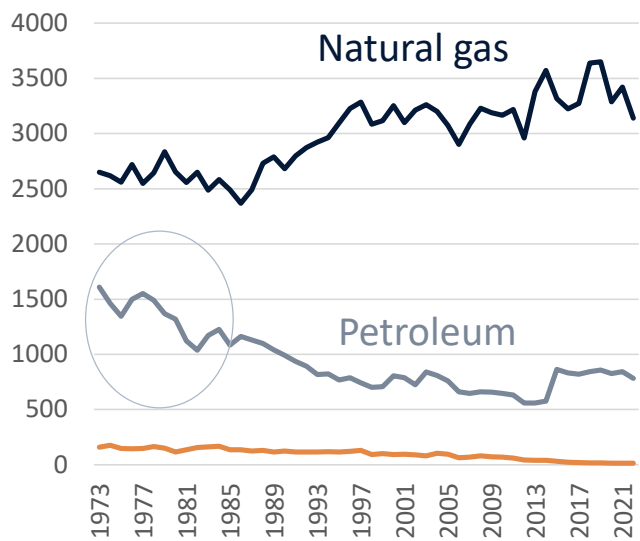
- 1970s energy crisis coal up, oil down, no comeback despite lower oil prices in 1980

**Energibruk i boliger
Trillion Btu**



- On-off reduction in residential use, no comeback despite lower oil prices in 1980s

**Energibruk næringsbygg
Trillion Btu**

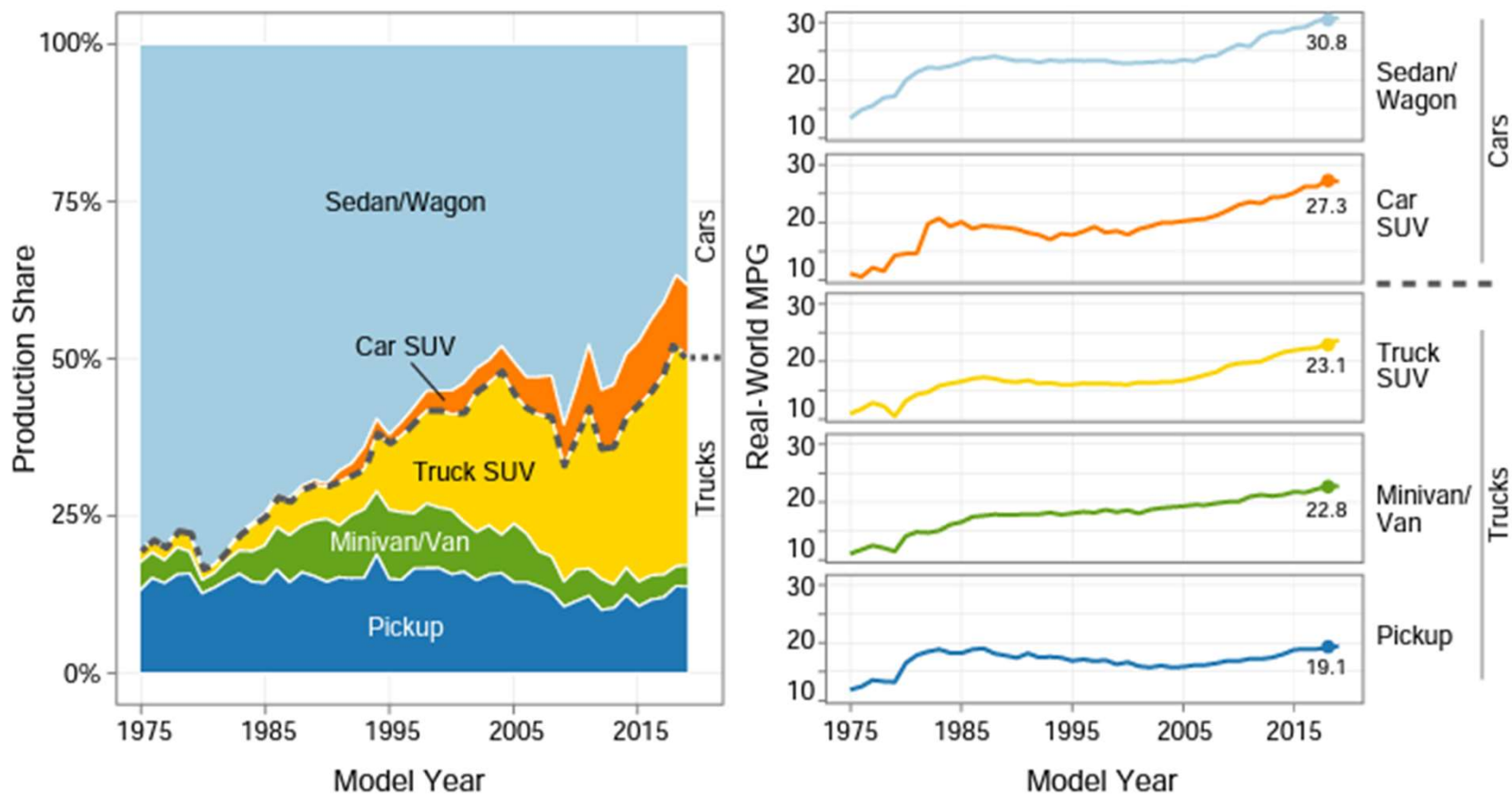


- Sharp decline in commercial in 1970s, no recovery during 1980s with lower prices

Source: Rystad Energy, EIA

Mile per gallon dobet seg fra 1975 til 1985, etterfulgt av mer gradvise forbedringer

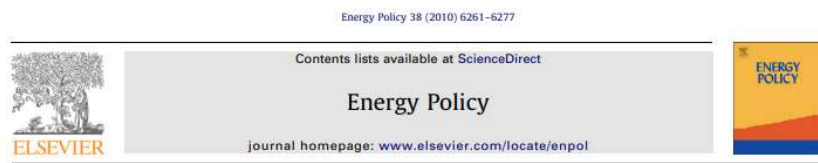
Figure ES-3. Production Share and Fuel Economy by Vehicle Type



Source: The EPA Automotive Trends Report , 2019

Litteraturen og endringer i bruken av olje støtter fallende etterspørselastisitet over tid

- Siden 1970-tallet har oljemarkedet gjennomgått store strukturelle skift. Deregulering av oljeprisen og tilbudssjokk medførte på 1970-tallet svært høye oljepriser. Dette førte igjen til permanente forbruksendringer.
- Bl.a. gikk man i stor grad vekk fra olje i kraftverk og til oppvarming av bygninger, og bilparken lot seg særlig effektivisere med tanke på drivstofforbruk.
- Litteraturen har dokumentert fallende etterspørselastisitet som følge av dette, se f.eks. Baumeister og Peersman (2013), og Dargay og Gately (2010).



World oil demand's shift toward faster growing and less price-responsive products and regions

Joyce M. Dargay^a, Dermot Gately^{b,*}

^a Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, England
^b Dept. of Economics, New York University, 19W, 4 St., New York, NY 10012, USA

1. Introduction

Two liters a day—that is what per-capita world oil demand has been for 40 years. Yet this constancy conceals dramatic changes. While per-capita demand in the OECD and the FSU have been reduced – primarily due to fuel-switching away from oil in electricity generation and space heating, and by economic collapse in the FSU – per-capita oil demand in the rest of the world has nearly tripled, to more than 1 L/day (Fig. 1). In addition, the rest of the world's population has grown much faster than in the OECD and FSU (1.85% v. 0.74% annually). As a result, the rest of the world's total oil consumption has grown *seven times faster* (4.4% annually, versus 0.6% in the OECD and FSU)—increasing from 14% of the world total in 1971, to 39% today. Strangely, however, recent projections by DOE, IEA, and OPEC project a sharp deceleration of per-capita oil demand growth through 2030 in the rest of the world—from 2.54% annually since 1971 to 0.6% annually (DOE) or 1% annually (IEA, OPEC).

The factors most responsible for reducing demand since 1971 cannot be repeated. Almost all the low-hanging fruit has now

been picked; it cannot be picked again.


1. The OECD has already done the easy fuel-switching, away from oil used in electricity generation (residual oil) and space heating. This fuel substitution started after the two price jumps in the 1970s, continued in the 1980s and 1990s despite the oil price collapse, and accelerated after recent price increases. Fuel oil's share of total OECD oil has fallen from 44% in 1971 to 16% in 2008; OECD Fuel Oil's share of total world oil has fallen from 33% to 9%.
2. The economic collapse of the FSU reduced their oil consumption by 54% in the period 1990–1998: from 8.3 to 3.8 mbd. Residual oil use has been almost completely eliminated since 1990, declining steadily by about 7% annually; its product share went from 34% in 1990 to 13% by 2006.

If annual per-capita oil demand growth rates to 2030 were assumed to be held zero in the OECD, 1% in the FSU, and at its 1971–2008 historical rate (2.54% annually) in the rest of the world, total oil demand will be 138 million barrels per day (mbd) in 2030—about 30 mbd greater than what is projected by DOE, IEA,


Punkt ii) dekkes ved separat gjennomgang av etterspørsel- og tilbudselasticitet

Etterspørselstet

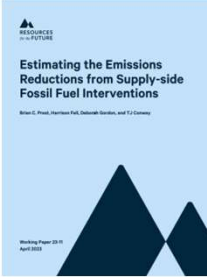
Rystad Energy




Vista Analyse




RFF



BLM



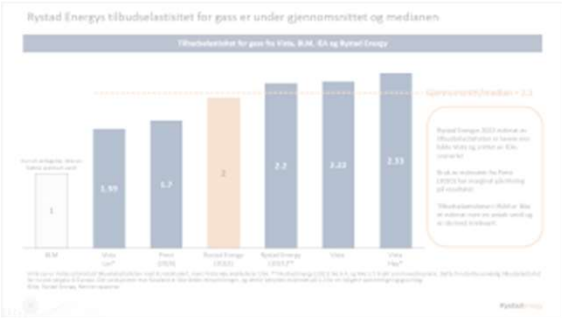
Tilbudselasticitet



Rystad Energy estimerer tilbudselasticiteten bruk av data på fremtidig, fremfor historisk, tilbudsdata

Større oljeutvinning fører til større tilbudselasticitet for olje. Dette betyr at tilbudet av olje vil øke raskere enn et historisk tilbud. Dette er viktig for å forstå hvordan tilbudet av olje vil reagere på endringer i etterspørselen.

Olje:
Tilbudselasticitet esimeres basert på data for fremtidig tilbudskurve.



Rystad Energy's tilbudselasticitet for gass er under gjennomsnittet og medianen

Tilbudselasticitet for gass for BLM, USA, Permian, Rystad Energy, Rystad Energy, USA og Rystad Energy.

Gjennomsnitt/median = 2.3

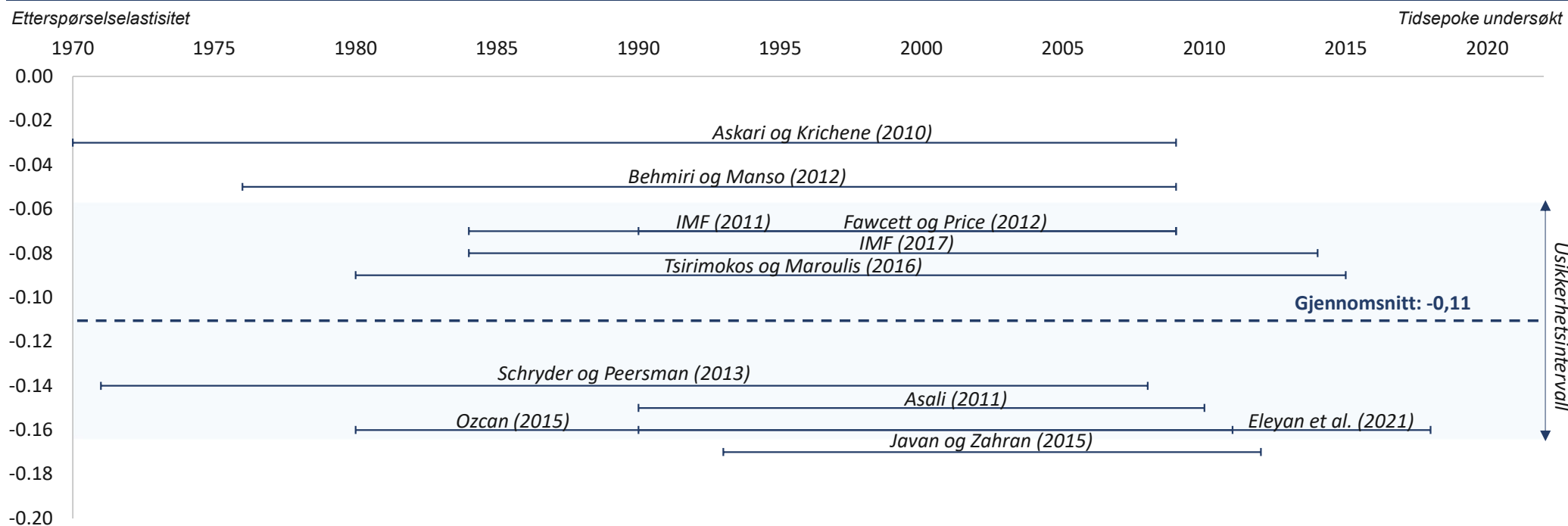
Gass:
Tilbudselasticitet på same mate som olje og ligger under gjennomsnittet og median av litteraturen som er trukket frem.

Kilde: Rystad Energy

Rystad Energys litteraturgjennomgang gir langsiktig etterspørselastisitet for olje på -0.11 i snitt



Langsiktig etterspørselastisitet for olje på fra forskningslitteratur



- Grafen viser langsiktige estimat og undersøkt tidsperiode for oljeetterspørselastisiteter fra relevant publiserte studier og anerkjente organisasjoner.
- Gjennomsnittet av langsiktig etterspørselastisitet for olje fra relevant litteratur er -0,11. Dette innebærer at 1% økning i oljeprisen vil føre til en reduksjon i etterspørselen etter olje på -0.11. Forskjellene mellom elastisitetsresultatene fra litteraturen kan delvis forklares ved ulike forutsetninger/premisser/antagelser; **region, tidshorisont, statistisk fremgangsmåte, m.m.**
- Studiene er vektet likt i beregning av gjennomsnittet. Alle studier dekker geografier som står for en stor andel av global oljeetterspørsel, i tillegg til å undersøke relativt overlappende perioder.

Kilde: Rystad Energy, nevnte forskningsartikler

Vista har presentert en rekke ny studier i sin rapport, likevel er kun et fåtall av disse relevante



Litteraturliste for Rystad Energy og Vista Analyse

Studie	Punktestimat	Publisert / Utgitt av anerkjent institusjon	Langsiktig priselastisitet for råolje	Ikke eldre enn 15 år	Tidsperiode	Andel av global oljeetterspørsmål	Presentert av	Relevans
IMF (2017)	-0.08	✓	✓	✓	1983-2014	100%	Rystad Energy	✓
IMF (2011)	-0.07	✓	✓	✓	1990-2009	100%	Rystad Energy	✓
Ozcan (2015)	-0.16	✓	✓	✓	1980-2011	40-50%	Rystad Energy	✓
Asali (2011)	-0.15	✓	✓	✓	1990-2010	50-60%	Rystad Energy	✓
Askari & Krichene (2010)	-0.03	✓	✓	✓	1970-2008	100%	Rystad Energy	✓
Schryder & Peersman (2013)	-0.14	✓	✓	✓	1971-2008	40-50%	Rystad Energy	✓
Fawcett & Price (2012)	-0.07	✓	✓	✓	1984-2009	70-80%	Rystad Energy	✓
Behmiri & Manso (2012)	-0.05	✓	✓	✓	1976-2009	45-55%	Rystad Energy	✓
Javan & Zahran (2015)	-0.17	✓	✓	✓	1993-2012	70-80%	Rystad Energy	✓
Tsirimokos & Maroulis (2016)	-0.09	✓	✓	✓	1980-2015	50-60%	Rystad Energy	✓
Eleyan et al. (2021)	-0.16	✓	✓	✓	1990-2018	20-30%	Rystad Energy	✓
Fournier et al (2013)	-0.17	✓	✓	✓	1983-2011	100%	Vista	✓
Huntington et al. (2019)	-0.15	✓	✓	✓	Fra 1970	20-30%	Vista	✓
Uria-Martinez et al	-0.26	✓	✓	✓	1950-2010	~100%	Vista	?
Golombek et al. (2018)	-0.11 til -0.35*	✓	✓	✓	1986-2016	100%	Vista	?*
Baumeister & Hamilton (2019)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Genc (2017)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Kilian & Murphy (2014)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Caldera et al. (2019)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Balke and Brown (2018)	-0.51**	✓	✗	✓	1991-2015	80-90%	Vista	✗
Cooper (2003)	-0.21	✓	✓	✗	1979-2000	50-60%	Vista	✗
Krichene (2005)	-0.27	✓	✓	✗	1974-2004	100%	Vista	✗
Gatley & Huntington (2002)	-0.39	✓	✓	✗	1971-1997	90-100%	Vista	✗
Altinay (2007)	-0.51	✓	✓	✗	1980-2005	1%	Vista	✗
Xiong & Wu (2008)	-0.37	✓	✓	✓	1974-2004	10%	Vista	✗
Dash et al. (2018)	-0.43	✓	✓	✓	1997-2016	3%	Vista	✗
Ghosh (2009)	-0.63	✓	✓	✓	1970-2006	3%	Vista	✗

*Avhengig av definisjon av OPEC i studien. Snittet av de to er brukt i utvidet snitt; **Etterspørselselastisitet er kun en av 54 variabler som blir estimert i artikkelen;
Kilde: Rystad Energy; Forskningsartikler nevnt ovenfor

4 studier presentert av Vista dekker i snitt 4% av oljeetterspørsel. Rystad dekker 66%.

Litteraturliste for Rystad Energy og Vista Analyse

Studie	Punktestimat	Publisert / Utgitt av anerkjent institusjon	Langsiktig priselastisitet for råolje	Ikke eldre enn 15 år	Tidsperiode	Andel av global oljeetterspørsel	Presentert av	Relevans
IMF (2017)	-0.08	✓	✓	✓	1983-2014	100%	I snitt dekker Rystads studier 66% av global etterspørsel	
IMF (2011)	-0.07	✓	✓	✓	1990-2009	100%		
Ozcan (2015)	-0.16	✓	✓	✓	1980-2011	40-50%		
Asali (2011)	-0.15	✓	✓	✓	1990-2010	50-60%		
Askari & Krichene (2010)	-0.03	✓	✓	✓	1970-2008	100%		
Schryder & Peersman (2013)	-0.14	✓	✓	✓	1971-2008	40-50%		
Fawcett & Price (2012)	-0.07	✓	✓	✓	1984-2009	70-80%		
Behmiri & Manso (2012)	-0.05	✓	✓	✓	1976-2009	45-55%		
Javan & Zahran (2015)	-0.17	✓	✓	✓	1993-2012	70-80%		
Tsirimokos & Maroulis (2016)	-0.09	✓	✓	✓	1980-2015	50-60%		
Eleyan et al. (2021)	-0.16	✓	✓	✓	1990-2018	20-30%		
Fournier et al (2013)	-0.17	✓	✓	✓	1983-2011	100%	Vista	✓
Huntington et al. (2019)	-0.15	✓	✓	✓	Fra 1970	20-30%	Vista	✓
Uria-Martinez et al	-0.26	✓	✓	✓	1950-2010	~100%	Vista	?
Golombek et al. (2018)	-0.11 til -0.35*	✓	✓	✓	1986-2016	100%	Vista	?*
Baumeister & Hamilton (2019)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Genc (2017)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Kilian & Murphy (2014)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Caldera et al. (2019)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Balke and Brown (2018)	-0.51**	✓	✗	✓	1991-2015	80-90%	Vista	✗
Cooper (2003)	-0.21	✓	✓	✗	1979-2000	50-60%	Vista	✗
Krichene (2005)	-0.27	✓	✓	✗	1974-2004	100%	Vista	✗
Gatley & Huntington (2002)	-0.39	✓	✓	✗	1971-1997	90-100%	Vista	✗
Altinay (2007)	-0.51	✓	✓	✗	1980-2005	1%	Fire studier fra Vista dekker kun 1-10% av etterspørselen og er dermed irrelevante	
Xiong & Wu (2008)	-0.37	✓	✓	✓	1974-2004	10%		
Dash et al. (2018)	-0.43	✓	✓	✓	1997-2016	3%		
Ghosh (2009)	-0.63	✓	✓	✓	1970-2006	3%		

*Avhengig av definisjon av OPEC i studien. Snittet av de to er brukt i utvidet snitt; **Etterspørselselastisitet er kun en av 54 variabler som blir estimert i artikkelen;
Kilde: Rystad Energy; Forskningsartikler nevnt ovenfor

Vistas relevante eldre studier bygger på data fra 1970-2004, hvilket er lite relevant for fremtiden



Litteraturliste for Rystad Energy og Vista Analyse

Studie	Punktestimat	Publisert / Utgitt av anerkjent institusjon	Langsiktig priselastisitet for råolje	Ikke eldre enn 15 år	Tidsperiode	Andel av global oljeetterspørsel	Presentert av	Relevans
IMF (2017)	-0.08	✓	✓	✓	1983-2014			
IMF (2011)	-0.07	✓	✓	✓	1990-2009			
Ozcan (2015)	-0.16	✓	✓	✓	1980-2011			
Asali (2011)	-0.15	✓	✓	✓	1990-2010			
Askari & Krichene (2010)	-0.03	✓	✓	✓	1970-2008			
Schryder & Peersman (2013)	-0.14	✓	✓	✓	1971-2008			
Fawcett & Price (2012)	-0.07	✓	✓	✓	1984-2009			
Behmiri & Manso (2012)	-0.05	✓	✓	✓	1976-2009			
Javan & Zahran (2015)	-0.17	✓	✓	✓	1993-2012			
Tsirimokos & Maroulis (2016)	-0.09	✓	✓	✓	1980-2015			
Eleyan et al. (2021)	-0.16	✓	✓	✓	1990-2018			
Fournier et al (2013)	-0.17	✓	✓	✓	1983-2011	100%	Vista	✓
Huntington et al. (2019)	-0.15	✓	✓	✓	Fra 1970	20-30%	Vista	✓
Uria-Martinez et al	-0.26	✓	✓	✓	1950-2010	~100%	Vista	?
Golombek et al. (2018)	-0.11 til -0.35*	✓	✓	✓	1986-2016	100%	Vista	?*
Baumeister & Hamilton (2019)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Genc (2017)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Kilian & Murphy (2014)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Caldera et al. (2019)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Balke and Brown (2018)	-0.51**	✓	✗	✓	1991-2015	80-90%	Vista	✗
Cooper (2003)	-0.21	✓	✓	✗	1979-2000			
Krichene (2005)	-0.27	✓	✓	✗	1974-2004			
Gatley & Huntington (2002)	-0.39	✓	✓	✗	1971-1997			
Altinay (2007)	-0.51	✓	✓	✗	1980-2005			
Xiong & Wu (2008)	-0.37	✓	✓	✓	1974-2004	10%	Vista	✗
Dash et al. (2018)	-0.43	✓	✓	✓	1997-2016	3%	Vista	✗
Ghosh (2009)	-0.63	✓	✓	✓	1970-2006	3%	Vista	✗

Medianåret burde være høyest mulig for å kunne si noe relevant om fremtiden. Rystads studier har 1998 som medianår.

Vistas eldre studier har 1989 som medianår

*Avhengig av definisjon av OPEC i studien. Snittet av de to er brukt i utvidet snitt; **Etterspørselselastisitet er kun en av 54 variabler som blir estimert i artikkelen;
Kilde: Rystad Energy; Forskningsartikler nevnt ovenfor

Balke og Brown ser i hovedsak på oljens påvirkning på amerikansk økonomi



Litteraturliste for Rystad Energy og Vista Analyse

Studie	Punktestimat	Publisert / Utgitt av anerkjent institusjon	Langsiktig priselastisitet for råolje	Ikke eldre enn 15 år	Tidsperiode	Andel av global oljeetterspørsel	Presentert av	Relevans
IMF (2017)	-0.08	✓	✓					
IMF (2011)	-0.07	✓	✓					
Ozcan (2015)	-0.16	✓	✓					
Asali (2011)	-0.15	✓	✓					
Askari & Krichene (2010)	-0.03	✓	✓					
Schryder & Peersman (2013)	-0.14	✓	✓					
Fawcett & Price (2012)	-0.07	✓	✓					
Behmiri & Manso (2012)	-0.05	✓	✓					
Javan & Zahran (2015)	-0.17	✓	✓					
Tsirimokos & Maroulis (2016)	-0.09	✓	✓					
Eleyan et al. (2021)	-0.16	✓	✓					
Fournier et al (2013)	-0.17	✓	✓	✓	1983-2011	100%	Vista	✓
Huntington et al. (2019)	-0.15	✓	✓	✓	Fra 1970	20-30%	Vista	✓
Uria-Martinez et al	-0.26	✓	✓	✓	1950-2010	~100%	Vista	?
Golombek et al. (2018)	-0.11 til -0.35*	✓	✓	✓	1986-2016	100%	Vista	?*
Baumeister & Hamilton (2019)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Genc (2017)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Kilian & Murphy (2014)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Caldera et al. (2019)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Balke and Brown (2018)	-0.51**	✓	✗					
Cooper (2003)	-0.21	✓	✓					
Krichene (2005)	-0.27	✓	✓					
Gatley & Huntington (2002)	-0.39	✓	✓	~	1971-1997	20-100%	Vista	~
Altinay (2007)	-0.51	✓	✓	✗	1980-2005	1%	Vista	✗
Xiong & Wu (2008)	-0.37	✓	✓	✓	1974-2004	10%	Vista	✗
Dash et al. (2018)	-0.43	✓	✓	✓	1997-2016	3%	Vista	✗
Ghosh (2009)	-0.63	✓	✓	✓	1970-2006	3%	Vista	✗

Alle de publiserte studiene Rystad Energy benytter har oljeetterspørsel som fokusområde.

Studien fokuserer på amerikansk økonomi, og oljeetterspørsel/-elastisitet er bare en av 54 estimerte variabler. Studien benytter heller ikke oljeetterspørselsdata.

*Avhengig av definisjon av OPEC i studien. Snittet av de to er brukt i utvidet snitt; **Etterspørselselastisitet er kun en av 54 variabler som blir estimert i artikkelen;
Kilde: Rystad Energy; Forskningsartikler nevnt ovenfor

4 studier i Vistas liste dekker kun kortsiktig etterspørselastisitet og er derfor irrelevante

Litteraturliste for Rystad Energy og Vista

Studie	Punktestimat	Publisert / Utgitt av anerkjent institusjon	Langsiktig priselastisitet for råolje	Ikke eldre enn 15 år	Tidsperiode	Andel av global oljeetterspørsel	Presentert av	Relevans
IMF (2017)	-0.08							
IMF (2011)	-0.07							
Ozcan (2015)	-0.16							
Asali (2011)	-0.15							
Askari & Krichene (2010)	-0.03							
Schryder & Peersman (2013)	-0.14							
Fawcett & Price (2012)	-0.07							
Behmiri & Manso (2012)	-0.05							
Javan & Zahran (2015)	-0.17							
Tsirimokos & Maroulis (2016)	-0.09							
Eleyan et al. (2021)	-0.16							
Samtlige studier presentert av Rystad studerer langsiktig etterspørselastisitet								
Fournier et al (2013)	-0.17	✓	✓	✓	1983-2011	100%	Vista	✓
Huntington et al. (2019)	-0.15	✓	✓	✓	Fra 1970	20-30%	Vista	✓
Uria-Martinez et al	-0.26	✓	✓	✓	1950-2010	~100%	Vista	?
Golombek et al. (2018)	-0.11 til -0.35*	✓	✓	✓	1986-2016	100%	Vista	?*
Baumeister & Hamilton (2019)	-							
Genc (2017)	-							
Kilian & Murphy (2014)	-							
Caldera et al. (2019)	-							
4 av studiene i litteraturlisten (som også er av de mest siterte) ser på kun kortsiktig etterspørselastisitet								
Balke and Brown (2018)	-0.51**	✓	✗	✓	1991-2015	80-90%	Vista	✗
Cooper (2003)	-0.21	✓	✓	✗	1979-2000	50-60%	Vista	✗
Krichene (2005)	-0.27	✓	✓	✗	1974-2004	100%	Vista	✗
Gatley & Huntington (2002)	-0.39	✓	✓	✗	1971-1997	90-100%	Vista	✗
Altinay (2007)	-0.51	✓	✓	✗	1980-2005	1%	Vista	✗
Xiong & Wu (2008)	-0.37	✓	✓	✓	1974-2004	10%	Vista	✗
Dash et al. (2018)	-0.43	✓	✓	✓	1997-2016	3%	Vista	✗
Ghosh (2009)	-0.63	✓	✓	✓	1970-2006	3%	Vista	✗

*Avhengig av definisjon av OPEC i studien. Snittet av de to er brukt i utvidet snitt; **Etterspørselastisitet er kun en av 54 variabler som blir estimert i artikkelen;
Kilde: Rystad Energy; Forskningsartikler nevnt ovenfor

Inkludering av *relevante* studier fra Vistas litteraturliste har liten påvirkning på estimatet



Litteraturliste for Rystad Energy og Vista Analyse

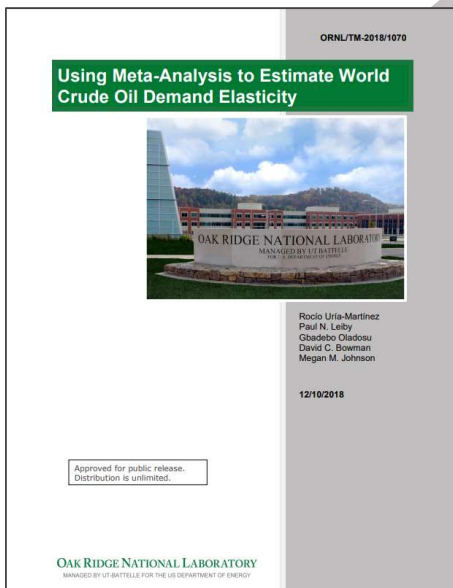
Studie	Punktestimat	Publisert / Utgitt av anerkjent institusjon	Langsiktig priselastisitet for råolje	Ikke eldre enn 15 år	Tidsperiode	Andel av global oljeetterspørsel	Presentert av	Relevans
IMF (2017)	-0.08	✓	✓	✓	1983-2014	100%	Rystad Energy	✓
IMF (2011)	-0.07	✓	✓	✓	1990-2009	100%	Rystad Energy	✓
Ozcan (2015)	-0.16	✓	✓	✓	1980-2011	40-50%	Rystad Energy	✓
Asali (2011)	-0.15	✓	✓	✓	1990-2010	50-60%	Rystad Energy	✓
Askari & Krichene (2010)	-0.03	✓	✓	✓	1970-2008	100%	Rystad Energy	✓
Schryder & Peersman (2013)	-0.14	✓	✓	✓	1971-2008	40-50%	Rystad Energy	✓
Fawcett & Price (2012)	-0.07	✓	✓	✓	1984-2009	70-80%	Rystad Energy	✓
Behmiri & Manso (2012)	-0.05	✓	✓	✓	1976-2009	45-55%	Rystad Energy	✓
Javan & Zahran (2015)	-0.17	✓	✓	✓	1993-2012	70-80%	Rystad Energy	✓
Tsirimokos & Maroulis (2016)	-0.09	✓	✓	✓	1980-2015	50-60%	Rystad Energy	✓
Eleyan et al. (2021)	-0.16	✓	✓	✓	1990-2018	20-30%	Rystad Energy	✓
Fournier et al (2013)	-0.17	✓	✓	✓	1983-2011	100%	Vista	✓
Huntington et al. (2019)	-0.15	✓	✓	✓	Fra 1970	20-30%	Vista	✓
Uria-Martinez et al	-0.26	✓	✓	✓	1950-2010	~100%	Vista	?
Golombek et al. (2018)	-0.11 til -0.35*	✓	✓	✓	1986-2016	100%	Vista	?*
Baumeister & Hamilton (2019)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Genc (2017)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Kilian & Murphy (2014)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Caldera et al. (2019)	-	✓	✗	✓	-	-	Vista	✗
Balke and Brown (2018)	-0.51**	✓	✗	✓	1991-2015	80-90%	Vista	✗
Cooper (2003)	-0.21	✓	✓	✗	1979-2000	50-60%	Vista	✗
Krichene (2005)	-0.27	✓	✓	✗	1974-2004	100%	Vista	✗
Gatley & Huntington (2002)	-0.39	✓	✓	✗	1971-1997	90-100%	Vista	✗
Altinay (2007)	-0.51	✓	✓	✗	1980-2005	1%	Vista	✗
Xiong & Wu (2008)	-0.37	✓	✓	✓	1974-2004	10%	Vista	✗
Dash et al. (2018)	-0.43	✓	✓	✓	1997-2016	3%	Vista	✗
Ghosh (2009)	-0.63	✓	✓	✓	1970-2006	3%	Vista	✗

Rystad snitt:
-0.106

Utvidet snitt:
-0.115
(-0.13)

*Avhengig av definisjon av OPEC i studien. Snittet av de to er brukt i utvidet snitt; **Etterspørselselastisitet er kun en av 54 variabler som blir estimert i artikkelen;
Kilde: Rystad Energy; Forskningsartikler nevnt ovenfor

Til tross for litteraturgjennomgang, benytter Vista én, ikke-fagfellevurdert metaanalyse



1

Ikke en metastudie av tidligere relevant forskning

Vista gir inntrykk av at Uria-Martinez utgjør en metastudie (review) av tidligere forskning på etterspørselastisitet for olje. I realiteten benytter studiet metaanalyse av en rekke region- og sektorspesifikke studier som metode for å komme med ett estimat. Flere globale studier inngår *ikke* som datagrunnlag. Dette er potensielt gjort *med hensikt* gitt valget av metode.

2

Benytter en ukonvensjonell metode, og er ikke fagfellevurdert eller publisert

Å estimere global elastisitet basert på mange små enkeltmarkeder er en ukonvensjonell metode. Det bør ikke nødvendigvis forventes samsvar mellom resultatene i Uria-Martinez et al. og andre studier basert på konvensjonell regresjonsanalyse o.l. Rapporten er ikke publisert eller fagfellevurdert, og har heller ingen siteringer i akademisk litteratur.

3

Benytter et ubalansert datasett, som erkjent av forfatterne selv

Kun 32 av 412 punkttestimater (8%) for langsiktig etterspørselastisitet er for faktisk råolje, et mindre antall studier dekker ikke-OECD- og oljeeksporterende land, kun 16% av studiene benytter data fra 2010 eller nyere, og 14% inkluderer data fra før 1970. Dette skal kontrolleres for i regresjonsanalysen, men forfatterne erkjenner selv at dette potensielt ikke er tilfredsstillende. Kun 6 av totalt 70 studier er direkte relevante jf. Rystad Energys ekskluderingskriterier. Disse har snittelastisitet under -0.10.

4

Forfatterne peker selv på synkende etterspørselastisitet fremover

I nyere arbeid av Uria-Martinez et al.* estimeres etterspørselastisitet for olje fremover i tid sett i lys av dekarboniserings-scenarier som IEA Net Zero. Primært drevet av lavere oljepriser og innføring av karbonskatt, forventes «subsansiell» reduksjon i (absolutt) elastisitet mot 2045. Dette er motsatt retning i av det som antas i Vista Analyses fremtidsscenarier.

*Uria-Martinez et al. (2018) tilfredsstill ikke Rystad Energys inkluderingskriterier
Studiet er uansett ingen oppsummering av tidligere relevante studier, og bør maksimalt vektlegges som ett datapunkt*

*Gjennomgang av nyere forskning av samme forfattere, presentert ved U.S. Association of Energy Economists (USAEE) i 2022, kalt "World oil demand elasticity in decarbonization scenarios"
Kilde: Rystad Energy, Uria-Martinez et al. (2018), "World oil demand elasticity in decarbonization scenarios", Rystad Energys mailkorrespondanse med Uria-Martinez et al.

I RFFs litteraturliste ser 3 studier kun på kortsiktig elastisitet, og 8 studier er ~20 år gamle



Litteraturliste for Rystad Energy og RFF

Studie	Punktestimat	Publisert / Utgitt av anerkjent institusjon	Langsiktig priselastisitet for råolje	Ikke eldre enn 15 år	Presentert av	Relevans
IMF (2017)	-0.08	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
IMF (2011)	-0.07	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Ozcan (2015)	-0.16	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Asali (2011)	-0.15	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Askari & Krichene (2010)	-0.03*	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Schryder & Peersman (2013)	-0.14	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Fawcett & Price (2012)	-0.07	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Behmiri & Manso (2012)	-0.05	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Javan & Zahran (2015)	-0.17	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Tsirimokos & Maroulis (2016)	-0.09	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Eleyan et al. (2021)	-0.16	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Huntington (2019)	-0.15	✓	✓	✓	RFF	✓
Serletis et al. (2010)	-0.12	✓	✓	✓	RFF	✗
Balke and Brown (2018)	-0.51	✓	✗	✓	RFF	✗
Krupnick et al. (2017)	-0.53	RFF	✓	✓	RFF	✗
Brons et al. (2008)	-0.42	✓	✗	✓	RFF	✗
Dahl (2012)	-0.32	✓	✗	✓	RFF	✗
Lin and Zeng (2013)	-0.17	✓	✗	✓	RFF	✗
Dahl (2014)	-0.38	✓	✗	✓	RFF	✗
Levin et al. (2017)	-0.16	✓	✗	✓	RFF	✗
Knittel and Tanaka (2019)	-0.19	✓	✗	✓	RFF	✗
Coglianesi et al. (2017)	-0.19	✓	✗	✓	RFF	✗
Graham and Glaister (2002)	-0.78	✓	✗	✗	RFF	✗
Goodwin et al. (2004)	-0.32	✓	✗	✗	RFF	✗
Dahl and Sterner (1991)	-0.86	✓	✗	✗		
Hausman and Newey (1995)	-0.8	✓	✗	✗		
Yatchew and No (2001)	-0.9	✓	✗	✗		
Brown (1998)	-0.72	✓	✓	✗		
Cooper (2003)	-0.32	✓	✓	✗		
Gatley and Huntington (2002)	-0.42	✓	✓	✗		
Bodenstein and Guerrieri (2011)	-0.42	✓	✗	✓	RFF	✗
Brown et al. (2014)	-0.45	RFF	✗	✓	RFF	✗
Kilian and Murphy (2014)	-0.26	✓	✗	✓	RFF	✗

3 studier ser på kortsiktig etterspørselastisitet, og 8 studier er ca. 20 år gamle eller mer

Kilde: Rystad Energy; Forskningsartikler nevnt ovenfor

Majoriteten av litteraturen er basert på bensinpriselasiteter. Dette gir inflaterte estimater.



Litteraturliste for Rystad Energy og RFF

Studie	Punktestimat	Publisert / Utgitt av anerkjent institusjon	Langsiktig priselasitet for råolje	Ikke eldre enn 15 år	Presentert av	Relevans
IMF (2017)	-0.08	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
IMF (2011)	-0.07	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Ozcan (2015)	-0.16	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Asali (2011)	-0.15	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Askari & Krichene (2010)	-0.03*	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Schryder & Peersman (2013)	-0.14	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Fawcett & Price (2012)	-0.07	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Behmiri & Manso (2012)	-0.05	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Javan & Zahran (2015)	-0.17	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Tsirimokos & Maroulis (2016)	-0.09	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Eleyan et al. (2021)	-0.16	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Huntington (2019)	-0.15	✓	✓	✓	RFF	✓
Serletis et al. (2010)	-0.12	✓	✓	✓	RFF	✗
Balke and Brown (2018)	-0.51	✓	✗	✓	RFF	✗
Krupnick et al. (2017)	-0.53	RFF	✓	✓	RFF	✗
Brons et al. (2008)	-0.42	✓	✗	✓	RFF	✗
Dahl (2012)	-0.32	✓	✗	✓		
Lin and Zeng (2013)	-0.17	✓	✗	✓		
Dahl (2014)	-0.38	✓	✗	✓		
Levin et al. (2017)	-0.16	✓	✗	✓		
Knittel and Tanaka (2019)	-0.19	✓	✗	✓		
Coglianesi et al. (2017)	-0.19	✓	✗	✓		
Graham and Glaister (2002)	-0.78	✓	✗	✓		
Goodwin et al. (2004)	-0.32	✓	✗	✓		
Dahl and Sterner (1991)	-0.86	✓	✗	✓		
Hausman and Newey (1995)	-0.8	✓	✗	✓		
Yatchew and No (2001)	-0.9	✓	✗	✗	RFF	✗
Brown (1998)	-0.72	✓	✓	✗	RFF	✗
Cooper (2003)	-0.32	✓	✓	✗	RFF	✗
Gatley and Huntington (2002)	-0.42	✓	✓	✗	RFF	✗
Bodenstein and Guerrieri (2011)	-0.42	✓	✗	✓	RFF	✗
Brown et al. (2014)	-0.45	RFF	✗	✓	RFF	✗
Kilian and Murphy (2014)	-0.26	✓	✗	✓	RFF	✗



Majoriteten av studiene estimerer bensinpriselasitet. Basert på ett studies (Hamilton, 2009) funn om forskjeller i bensin- og råoljepris, halveres estimatene for å korrigere for dette. Denne fremgangsmåten antar imidlertid at hele råoljemarkedet er like elastisk som transport-/bensinsegmentet. Korreksjonen er derfor sannsynligvis for liten. «Veien via produktpriser» introduserer dessuten unødvendig stor usikkerhet.

Kilde: Rystad Energy; Forskningsartikler nevnt ovenfor

De gjenværende fire studiene har også begrenset relevans



Litteraturliste for Rystad Energy og RFF

Studie	Punktestimat	Publisert / Utgitt av anerkjent institusjon	Langsiktig priselastisitet for råolje	Ikke eldre enn 15 år	Presentert av	Relevans
IMF (2017)	-0.08	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
IMF (2011)	-0.07	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Ozcan (2015)	-0.16	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Asali (2011)	-0.15	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Askari & Krichene (2010)	-0.03*	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Schryder & Peersman (2013)	-0.14	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Fawcett & Price (2012)	-0.07	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Behmiri & Manso (2012)	-0.05	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Javan & Zahran (2015)	-0.17	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Tsirimokos & Maroulis (2016)	-0.09	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Eleyan et al. (2021)	-0.16	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Huntington (2019)	-0.15	✓	✓	✓	RFF	✓
Serletis et al. (2010)	-0.12	✓	✓	✓	RFF	✓
Balke and Brown (2018)	-0.51	✓	✗	✓	RFF	✗
Krupnick et al. (2017)	-0.53	RFF	✓	✓	RFF	✗
Brons et al. (2008)	-0.42				RFF	✗
Dahl (2012)	-0.32				RFF	✗
Lin and Zeng (2013)	-0.17				RFF	✗
Dahl (2014)	-0.38				RFF	✗
Levin et al. (2017)	-0.16				RFF	✗
Knittel and Tanaka (2019)	-0.19				RFF	✗
Coglianesi et al. (2017)	-0.19				RFF	✗
Graham and Glaister (2002)	-0.78				RFF	✗
Goodwin et al. (2004)	-0.32				RFF	✗
Dahl and Sterner (1991)	-0.86				RFF	✗
Hausman and Newey (1995)	-0.8				RFF	✗
Yatchew and No (2001)	-0.9				RFF	✗
Brown (1998)	-0.72				RFF	✗
Cooper (2003)	-0.32	✓	✓	✗	RFF	✗
Gatley and Huntington (2002)	-0.42	✓	✓	✗	RFF	✗
Bodenstein and Guerrieri (2011)	-0.42	✓	✗	✓	RFF	✗
Brown et al. (2014)	-0.45	RFF	✗	✓	RFF	✗
Kilian and Murphy (2014)	-0.26	✓	✗	✓	RFF	✗

Krupnick et al. (2017) er publisert av RFF selv. Balke and Brown (2018) estimerer en komplett markedsmodell for amerikansk økonomi (som tidligere forklart). Serletis et al. (2010) og Huntington (2019) kunne ha vært inkludert i Rystad Energys liste, selv om førstnevnt primært fokuserer på krysspriselastisiteter og sistnevnt kun omfatter fem land. Dette ville uansett ikke endret det gjennomsnittlige estimatet.

Kilde: Rystad Energy; Forskningsartikler nevnt ovenfor

Inkludering av *relevante* studier fra RFFs litteraturliste har liten påvirkning på estimatet



Litteraturliste for Rystad Energy og RFF

Studie	Punktestimat	Publisert / Utgitt av anerkjent institusjon	Langsiktig priselastisitet for råolje	Ikke eldre enn 15 år	Presentert av	Relevans
IMF (2017)	-0.08	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
IMF (2011)	-0.07	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Ozcan (2015)	-0.16	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Asali (2011)	-0.15	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Askari & Krichene (2010)	-0.03*	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Schryder & Peersman (2013)	-0.14	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Fawcett & Price (2012)	-0.07	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Behmiri & Manso (2012)	-0.05	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Javan & Zahran (2015)	-0.17	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Tsirimokos & Maroulis (2016)	-0.09	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Eleyan et al. (2021)	-0.16	✓	✓	✓	Rystad Energy	✓
Huntington (2019)	-0.15	✓	✓	✓	RFF	✓
Serletis et al. (2010)	-0.12	✓	✓	✓	RFF	✓
Balke and Brown (2018)	-0.51	✓	✗	✓	RFF	✗
Krupnick et al. (2017)	-0.53	RFF	✓	✓	RFF	✗
Brons et al. (2008)	-0.42	✓	✗	✓	RFF	✗
Dahl (2012)	-0.32	✓	✗	✓	RFF	✗
Lin and Zeng (2013)	-0.17	✓	✗	✓	RFF	✗
Dahl (2014)	-0.38	✓	✗	✓	RFF	✗
Levin et al. (2017)	-0.16	✓	✗	✓	RFF	✗
Knittel and Tanaka (2019)	-0.19	✓	✗	✓	RFF	✗
Coglianesi et al. (2017)	-0.19	✓	✗	✓	RFF	✗
Graham and Glaister (2002)	-0.78	✓	✗	✗	RFF	✗
Goodwin et al. (2004)	-0.32	✓	✗	✗	RFF	✗
Dahl and Sterner (1991)	-0.86	✓	✗	✗	RFF	✗
Hausman and Newey (1995)	-0.8	✓	✗	✗	RFF	✗
Yatchew and No (2001)	-0.9	✓	✗	✗	RFF	✗
Brown (1998)	-0.72	✓	✓	✗	RFF	✗
Cooper (2003)	-0.32	✓	✓	✗	RFF	✗
Gatley and Huntington (2002)	-0.42	✓	✓	✗	RFF	✗
Bodenstein and Guerrieri (2011)	-0.42	✓	✗	✓	RFF	✗
Brown et al. (2014)	-0.45	RFF	✗	✓	RFF	✗
Kilian and Murphy (2014)	-0.26	✓	✗	✓	RFF	✗

Rystad snitt:
-0.106

Utvidet snitt:
-0.111

Kilde: Rystad Energy; Forskningsartikler nevnt ovenfor

Tynt datagrunnlag bak beregning av etterspørselastisitet i BLM studiet




Beregning av etterspørselastisitet i BLM (2023)					
	Studie	Sektor	Tidsperiode	Elastisitet	Kommentar
USA - Olje	Serletis et al. (2010)	Næringssektor	1960-2007	-0.939	Benytter data fra enkeltstudier som går tilbake til 60-tallet - Dette gir typisk høyere etterspørselastisitet enn studier som tar for seg årene etter
	Serletis et al. (2010)	Boligsektor		-1.002	
	Jones (2014)	Industriell sektor	1960-2011	-0.264	
	Dahl (2012)	Transportsektor	1929-2008	-0.3	
	Utregnet av Vista	Vektet gjennomsnitt			-0.32
Andre land - Olje	Huntington (2019)	-	Fra 1970	-0.15	Ser hovedsakelig på Brazil, Kina, India, Mexico og Russland og dekker dermed kun en mindre del av global etterspørsel.
Globalt vektet gjennomsnitt - Olje	Utregnet av Vista	Global vektet gjennomsnitt*		-0.19	Beregnet med EIA-data om sektornedbrytning av amerikansk petroleumforbruk og global produksjon.

Kilde: Rystad Energy; Bureau of Land Management (2023); nevnte forskningsartikler


Punkt ii) dekkes ved separat gjennomgang av etterspørsel- og tilbudselasticitet

Etterspørselstet


Rystad Energy



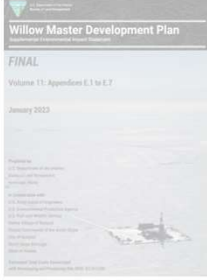
Vista Analyse



RFF

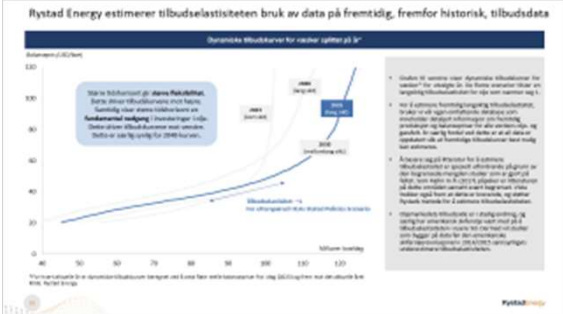


BLM

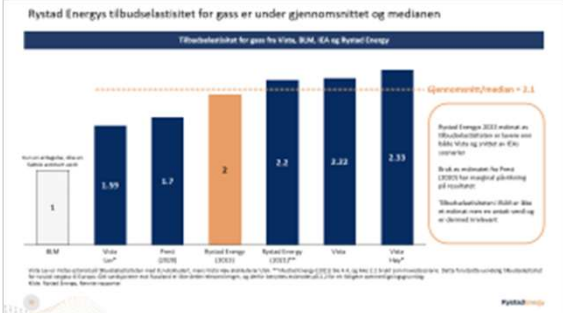


Tilbudselasticitet

Rystad Energy estimerer tilbudselasticiteten bruk av data på fremtidig, fremfor historisk, tilbudskurve



Rystad Energys tilbudselasticitet for gass er under gjennomsnittet og medianen



Olje:
Tilbudselasticitet esimeres basert på data for fremtidig tilbudskurve.

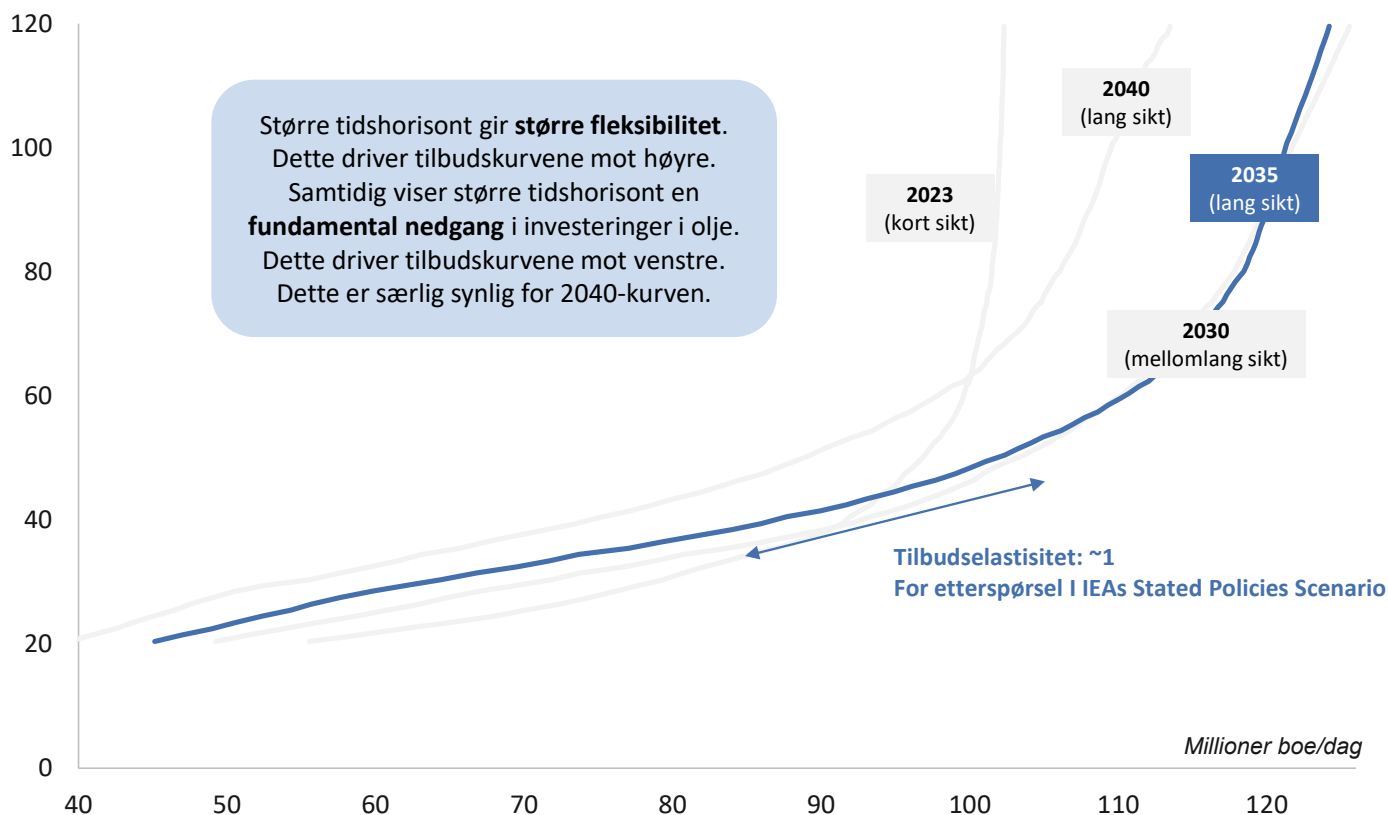
Gass:
Tilbudselasticitet på same måte som olje og ligger under gjennomsnittet og median av litteraturen som er trukket frem.

Kilde: Rystad Energy

Rystad Energy estimerer tilbudselasticiteten bruk av data på fremtidig, fremfor historisk, tilbudsdata

Dynamiske tilbudskurver for væsker splittet på år*

Balansepris (USD/boe)



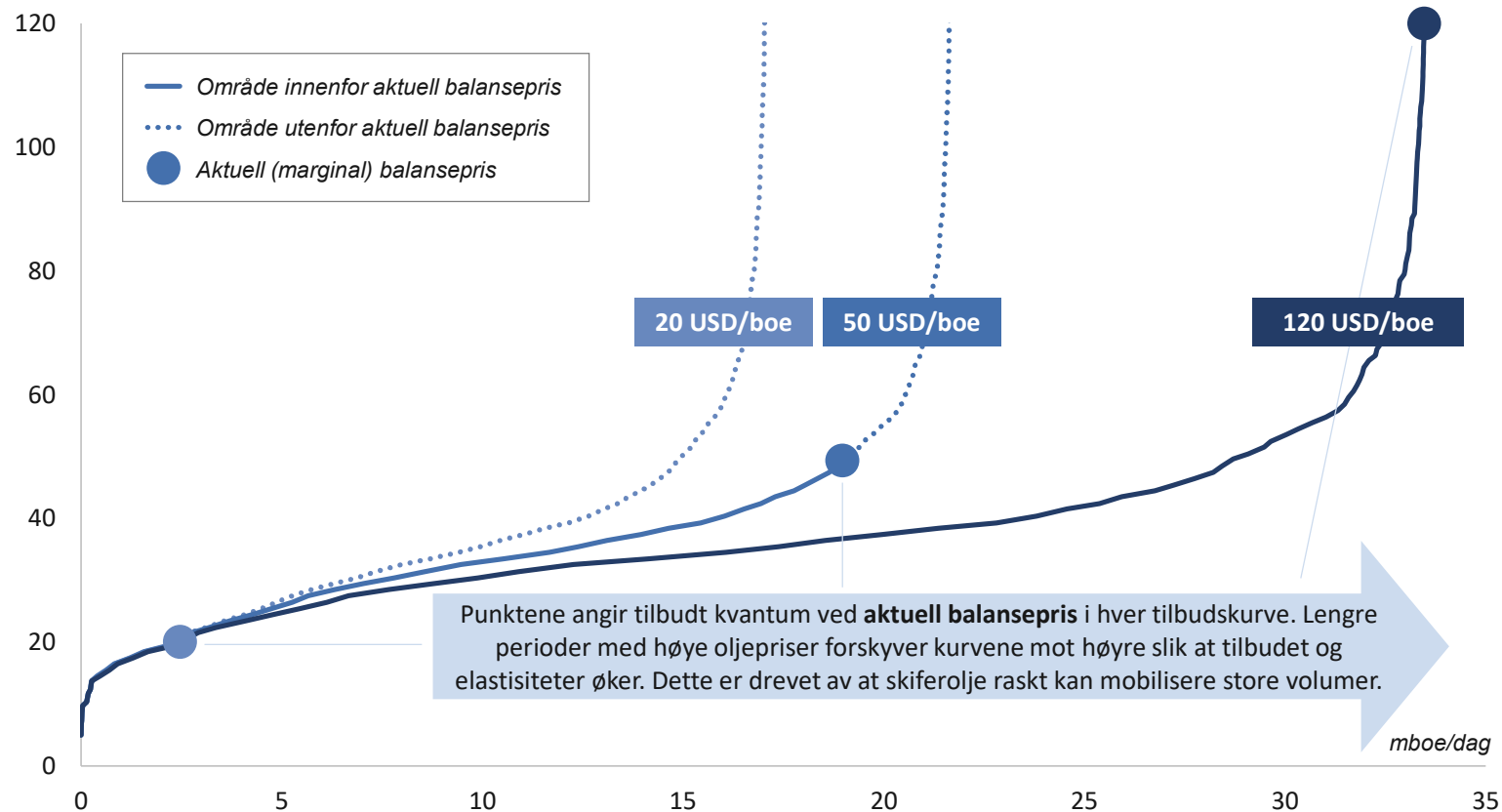
- Grafen til venstre viser dynamiske tilbudskurver for væsker* for utvalgte år. De fleste scenarier tilsier en langsiktig tilbudselasticitet for olje som nærmer seg 1.
- For å estimere fremtidig langsiktig tilbudselasticitet, bruker vi vår egen omfattende database som inneholder detaljert informasjon om fremtidig produksjon og balansepriser for alle verdens olje- og gassfelt. En særlig fordel ved dette er at all data er oppdatert slik at fremtidige tilbudskurver best mulig kan estimeres.
- Å basere seg på litteratur for å estimere tilbudselasticitet er spesielt utfordrende på grunn av den begrensede mengden studier som er gjort på feltet. Som Fæhn m.fl. (2017) påpeker er litteraturen på dette området uansett svært begrenset. Vista trekker også frem at dette er krevende, og støtter Rystads metode for å estimere tilbudselasticiteten.
- Oljemarkedets tilbudsside er i stadig endring, og særlig har amerikansk skiferolje vært med på å tilbudselasticiteten i nyere tid. Dermed vil studier som bygger på data før den amerikanske skiferoljerevolusjonen i 2014/2015 sannsynligvis underestimere tilbudselasticiteten.

*For hvert aktuelle år er dynamiske tilbudskurver beregnet ved å anta flate reelle balansepriser fra i dag (2023) og frem mot det aktuelle året
Kilde: Rystad Energy

Dynamiske tilbudskurver må legges til grunn for estimering av langsiktig etterspørselastisitet

Momentane væsketilbudskurver* for skiferolje i 2030 splittet på langsiktig oljeprisantagelse

Balansepris (USD/boe)



- Grafen til venstre viser produksjonsrespons ved forskjellige langsiktige oljeprisantagelser, med skiferoljesegmentet som eksempel. Ved høye oljepriser over lengre perioder vil det bli utviklet store mengder skiferolje. Høyere oljepris vil øke antallet potensielle skiferutbygginger med positiv netto nåverdi. Dermed øker oljeselskapenes frie kontantstrøm over tid, slik at villigheten til ytterligere investeringer er økt.
- En slik dynamikk vil ikke reflekteres i en tradisjonell «momentan» tilbudskurve hvor alt annet enn priser antas likt. Jf. dynamikken beskrevet over, har prisendringer tilbakekoblingseffekter som gjør at selve tilbudskurven må byttes ut.
- Den resulterende sammenhengen mellom langsiktige prisantagelser og tilbud på lang sikt leses av mellom enkeltpunktene vist i grafen til venstre. Disse utgjør en **dynamisk tilbudskurve**.
- Skiferolje utgjør det enkeltsegmentet i oljemarkedet som responderer sterkest ved lengre perioder med høye/lave oljepriser. Dette gjør tilbudskurven mer elastisk enn ellers.

*Inkluderer alle væsker. Dette betyr at kurven inkluderer crude, NGL og kondensater. Tilbudskurvene her er *ikke* dynamiske men momentane, dette for å vise skiferoljens respons ved høyere oljeprisantagelser.
Kilde: Rystad Energy UCube

Rystad Energys metode anerkjennes av både industri og akademisk

Eksempler på anerkjennelse av Rystad Energys metode for estimering av tilbudselasticitet

Vi anser også Rystad Energys anslag fra rapporten fra 2023 å være et troverdig og godt anslag. Der settes tilbudselasticiteten til 1, på bakgrunn av en tolkning av Rystad Energys egne tilbudscurver for olje for ulike tidshorisonter kombinert med ulike eksterne anslag på den totale etterspørselen. Figur 3.3 viser Rystad Energys egen fremstilling av hvordan elasticiteten varierer over tid med ulike scenarioer. Ut ifra den figuren fremstår det som om tilbudselasticiteten på lang sikt ligger i spennet mellom 0,8 og 1, med verdier nærmere 1 som mest sannsynlige.

Vista Analyse (2023)

0.3, found by a more recent review (Bordoff and Houser 2015). We derive elasticities of supply from Rystad Energy's oil supply curve for the year 2030 (Rystad Energy 2016) at three different prices, reflecting alternate storylines about how the oil market could evolve, in light of significant underlying uncertainties. In our main case, tuned to the same EIA reference case used for oil production forecasts (as described above), the oil price is about US\$ 110 per barrel in 2030 (Table 1). At that level, Rystad Energy estimates that the oil market is not very price sensitive (low elasticity); the supply curve is "steep," and there is relatively little new oil available at that price level that would not also be produced at much lower prices.

Erickson and Lazarus (2018)

Rystad Energi har svært gode data for kostnader på tilbudssiden i olje- og gassmarkedet, og hvordan disse kan respondere på endringer i pris på kort sikt. Slike data er viktige for aktører i bransjen, som benytter analysene til Rystad Energi. Problemstillingen til de som vurderer klimatiltak er relatert, men likevel

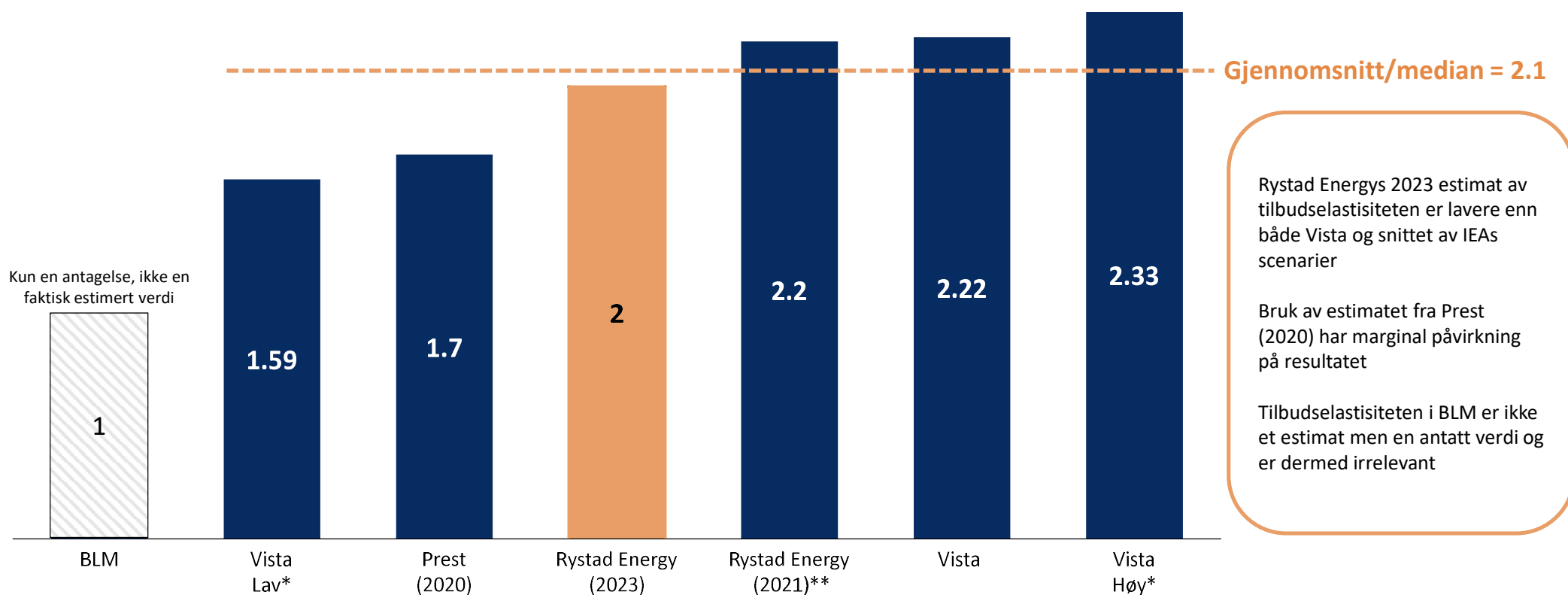
Bård Harstad (Sakkyndig erklæring)

- Rystad Energys tilbudssidemetodologi kommenteres i Vista Analyse som troverdig. Det bør merkes at Vista likevel velger 0.7 som tilbudselasticitet basert på leteelasticiteter fra litteratur og IEA-analyser.
- Erickson og Lazarus la til grunn Rystad Energys tilbudskurver for estimering av tilbudselasticitet i sitt arbeid fra 2018. Dette ga likevel en tilbudselasticitet så lav som 0.13, antageligvis drevet av en høy langsiktig oljeprisantagelse på 110 USD samt manglende bruk av dynamiske tilbudskurver.

Kilde: Rystad Energy

Rystad Energys tilbudselasticitet for gass er under gjennomsnittet og medianen

Tilbudselasticitet for gass fra Vista, BLM, IEA og Rystad Energy



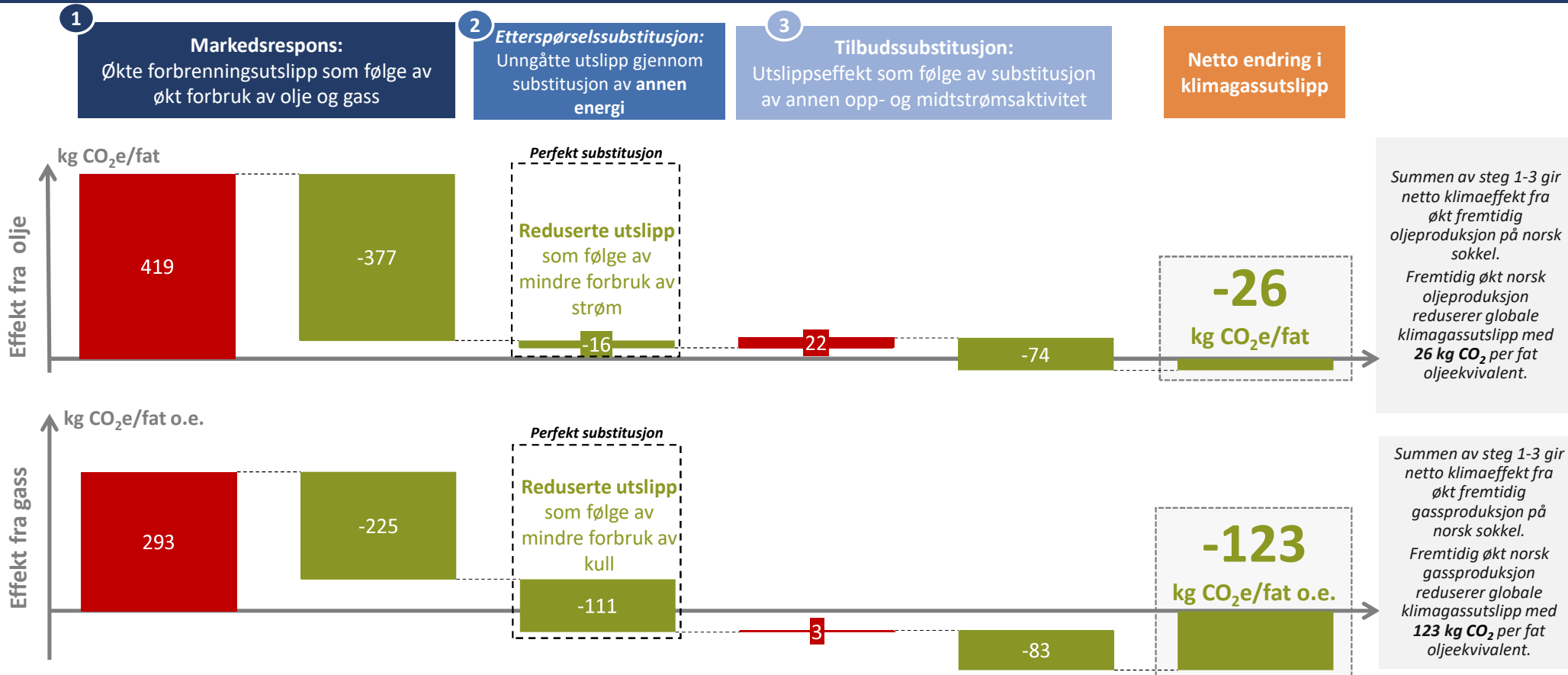
Vista Lav er Vistas estimat på tilbudselasticiteten med EU ekskludert, mens Vista Høy ekskluderer USA. **1 Rystad Energy (2021) ble 4.4, og ikke 2.2 brukt som hovedscenario. Dette forutsatte uendelig tilbudselasticitet for russisk rørgass til Europa. Gitt sanksjonene mot Russland er ikke dette relevant lenger, og derfor benyttes estimatet på 2.2 for et riktigere sammenligningsgrunnlag.
Kilde: Rystad Energy; Nevnte rapporter

Beregningen antar perfekt substitusjon mellom olje og gass og andre energikilder, som er i strid med økonomisk teori og empiriske studier på energietterspørsel

- i) Beregningen bygger på et punktestimert for enkeltåret 2030, i stedet for utslippseffekter år for år over feltets levetid på 25 år (2027-2052)
- ii) Beregningen anvender en for lav elastisitet for etterspørsel av olje (-0,11) som avviker fra publisert og fagfellevurdert forskning, og for høy tilbudselasitet for olje og gass
- iii) Beregningen antar perfekt substitusjon mellom olje og gass og andre energikilder, som er i strid med økonomisk teori og empiriske studier på energietterspørsel
- iv) Beregningen bygger på en ufundert forutsetning om at gass erstatter 70 % kull og 30 % fornybar energi i 2030, som uansett blir feil over feltets levetid, se i)
- v) Beregningen omfatter ikke fortrenningseffekter ved elektrifisering av Yggdrasil, og overspiller fremtidige utslipp fra utenlands produksjon

Økt norsk gassproduksjon gir signifikant lavere globale klimagassutslipp per fat oljeekvivalent

Effekten på globale klimagassutslipp som følge av økt produksjon på norsk sokkel

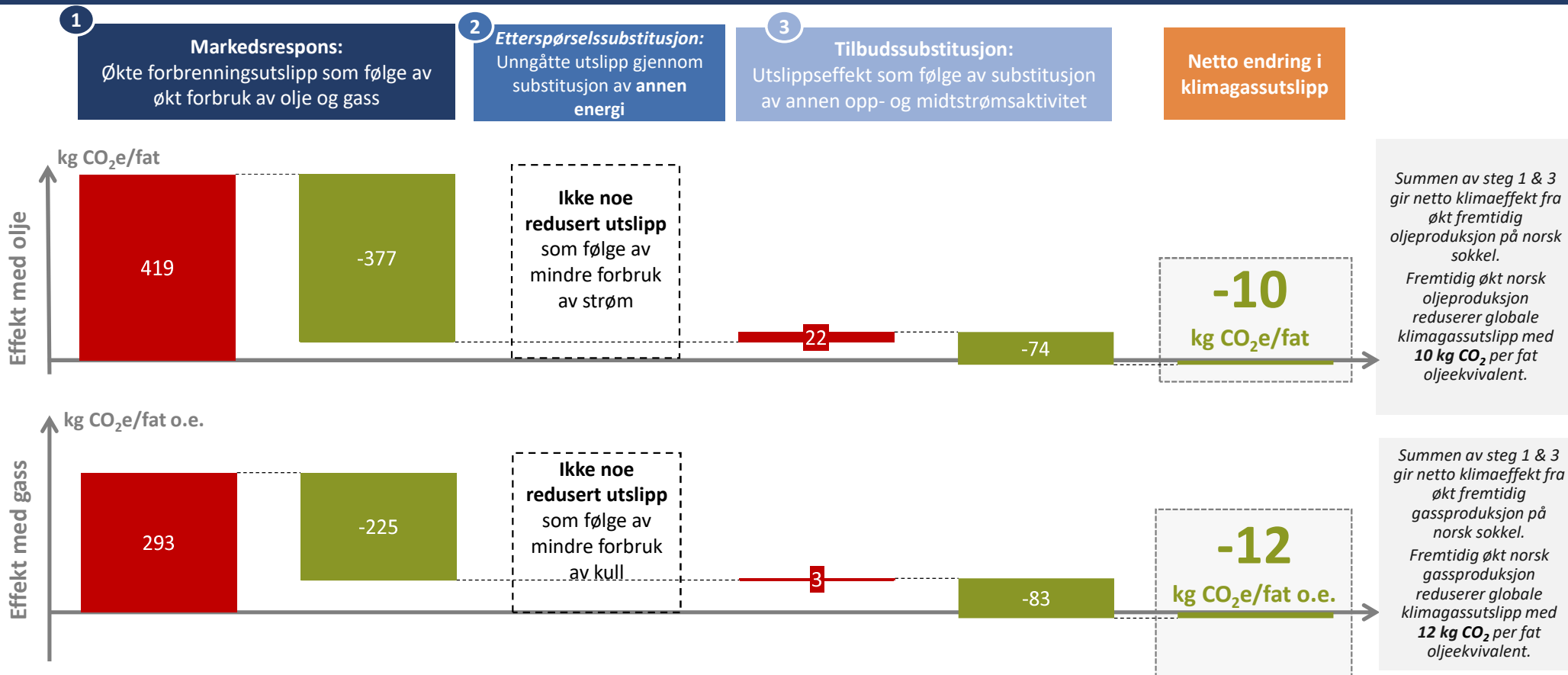


Kilde: Rystad Energy



Klimanøytralt om lavere olje og gasspriser kun gir økt forbruk uten å fortrenge andre energikilder

Effekten på globale klimagassutslipp som følge av økt produksjon på norsk sokkel



Kilde: Rystad Energy



Rystad Energy forenkling i steg II for olje avviker med 14% fra Vista sitt estimat, utslag +2 kgCO₂/boe

	Tema	Rystad - Basis scenario	Vista Analyse - Basis scenario	Delta
Markedsrespons i oljemarkedet	Utslippetsintensitet Olje - kg CO ₂ /boe	419	427	
	Etterspørselastisitet	-0.11	-0.26	
	Tilbudselastisitet	1	0.71	
	Forbruksendring	9.90%	26.70%	
	Utslipp fra økt forbruk - kg CO ₂ /boe	42	114	
Etterspørsels-substitusjon i andre energimarkeder	Utslippetsintensitet substitutter - kg CO ₂ /boe	162	142	
	Redusert utslipp fra substitutter - kg CO ₂ /boe	-16	-38	
Tilbudssubstitusjoni oljemarkedet	Utslippetsintensitet norsk produksjon - kg CO ₂ /boe	22	22	
	Utslippetsintensitet utenlandsk produksjon - kg CO ₂ /boe	82	70	
	Ungåtte utslipp utenlandsk produksjon - kg CO ₂ /boe	-74	-51	
Netto endring i klimagassutslipp	SUM endrede utslipp per fat produsert i Norge	-26	47	

Elastisitet som utgjør det største forskjell mellom Rystad Energy og Vista Analyse

RE: 10% * 162 = 16
Vista: 10% * 142 = 14



Kilde: Rystad Energy, Vista Analyse

Beregningen bygger på en ufundert forutsetning om at gass erstatter 70 % kull og 30 % fornybar energi i 2030, som uansett blir feil over feltets levetid, se i)

i) Beregningen bygger på et punktestimert for enkeltåret 2030, i stedet for utslippseffekter år for år over feltets levetid på 25 år (2027-2052)

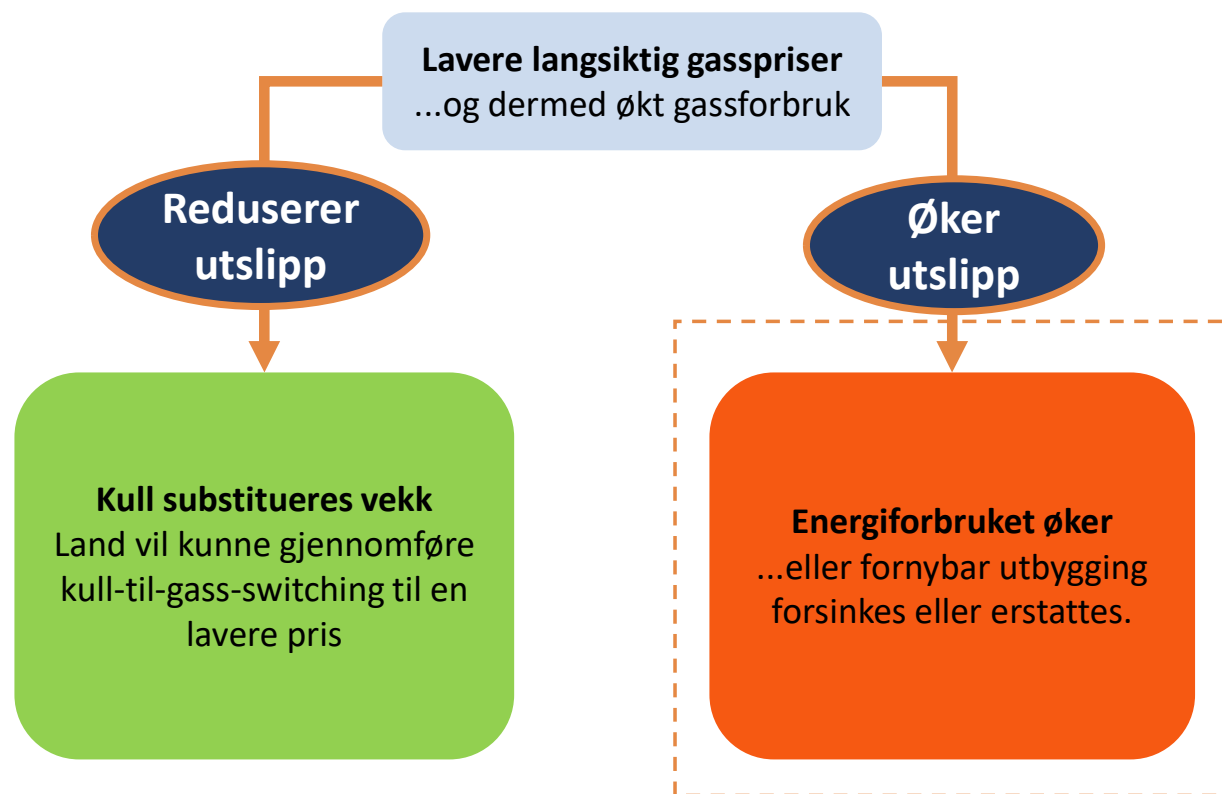
ii) Beregningen anvender en for lav elastisitet for etterspørsel av olje (-0,11) som avviker fra publisert og fagfellevurdert forskning, og for høy tilbudselasitet for olje og gass

iii) Beregningen antar perfekt substitusjon mellom olje og gass og andre energikilder, som er i strid med økonomisk teori og empiriske studier på energietterspørsel

iv) Beregningen bygger på en ufundert forutsetning om at gass erstatter 70 % kull og 30 % fornybar energi i 2030, som uansett blir feil over feltets levetid, se i)

v) Beregningen omfatter ikke fortrenings-effekter ved elektrifisering av Yggdrasil, og overspiller fremtidige utslipp fra utenlands produksjon

Er det slik at målsetninger om utslippskutt i APS scenariet ryker ved lavere gasspriser?



Vil et slikt utfall "tillates" i et scenario det land oppfyller sine klimaforpliktelser?

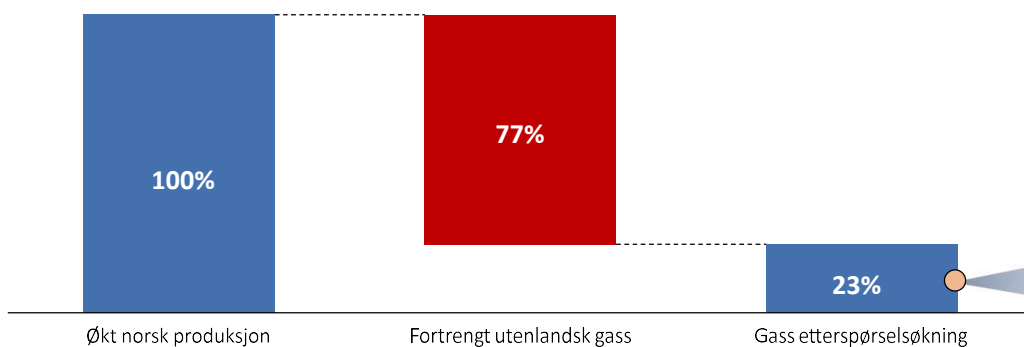
- Historisk har gass konkurrert mot andre energiformer uten virkemidler for å nå bestemte klimamål. APS-scenariet krever betydelige klimatiltak, også fra land som i dag importerer LNG.
- Rystad Energy antar at land som har gjenværende kullkraft, tilgjengelig gasskraftkapasitet og ambisiøse klimamål vil sikte mot at økt gassbruk bidrar til reduserte utslipp, fremfor å økte utslippene.
- Tiltak som fornybarmål og CO₂-priser, sikrer mer fornybar energi, samtidig som konkurransekraften til gass styrkes på bekostning av kull.

Økt gasskonsum antas primært å erstatte kull, i mindre grad dytte ut fornybar eller øke energibruken

1

Markedsrespons i gassmarkedet

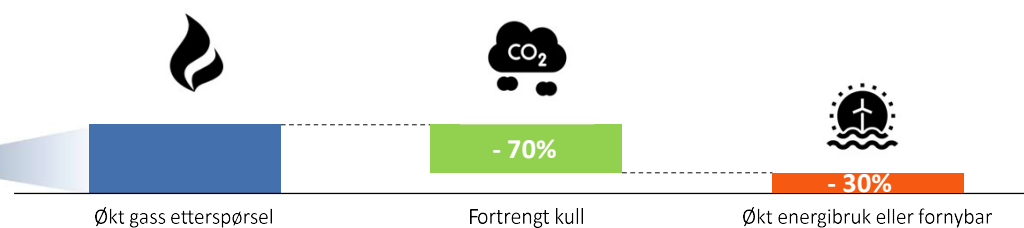
Konsekvensen av økt produksjon av norsk olje og gass kan oppsummeres ved at **LNG blir redusert tilsvarende 77% av økningen av produsert gass. Forbruket av gass øker netto med 23% av økt produsert volum**



2

Etterspørselssubstitusjon i andre energimarkeder

Rystad Energy har en forenklede antagelse om konstant forbruk av energitjenester under økt produksjon fra Norge. Dermed må produksjon fra andre energi kilder **reduseres** tilsvarende økningen



- Ved en produksjonsøkning av norsk gass gir de anvendte etterspørsels- og tilbudselastisitetene at den globale etterspørselsøkningen etter gass vil øke med 23%.

- 70% av LNG-eksporten i 2030 går til regioner der det er antatt at økt gasstilbud vil fortrenge kullkraft fremfor fornybar i et APS scenario
- Resterende 30% går til land med mindre ambisiøse klimamål, der antas gassen å erstatte fornybar energi eventuelt å bidra til økt energibruk.

Kilde: Rystad Energy

70% av LNG gå til land med tydelig mål om utslippskutt og mulighet for å erstatte kull med gass

Top 10 LNG-importerende regioner i 2030	LNG-import, 2030*	Gjen-værende kullkraft	Ledig gasskraft-kapasitet	Politisk fornybar-fokus**	Fortrengt energikilde***	Kommentar
Kina	23%	✓	✓	✓	Kull	Klare ambisjoner om økt fornybarandel, f.eks. gjennom subsidier til vindkraft til havs
EU	21%	✓	✓	✓	Kull	Planer om å bytte kull med gass i enkelte regioner, eksempelvis Tyskland
Japan	11%	✓	✓	✓	Kull	Kjernekraft vil utgjøre en økende del av kraftmiksen, sammen med fornybart
Sør-Korea	8%	✓	✓	✓	Kull	Høye kapasitetsfaktorer i vindkraft til havs er en hoveddriver for fornybar utbygging
Taiwan	4%	✓	✓	✓	Kull	Kullandelen halveres omtrent i kraftmiksen til 2030, mens gass holdes konstant
Pakistan	3%	✓	✓	✓	Kull	Mål om 60% fornybar kraft i 2030, mens ny kullkraftkapasitet er forbudt
India	6%	✓	✗	✗	Usikker	Både usikre fornybarmål og usikkerhet rundt ledig gasskraftkapasitet
Bangladesh	3%	✓	✓	✗	Usikker	Usikre fornybarmål gjør fortregning av kull usikkert
Thailand	3%	✓	✓	✗	Usikker	Usikre fornybarmål gjør fortregning av kull usikkert
Indonesia	3%	✓	✗	✓	Usikker	Usikkerhet rundt ledig gasskraftkapasitet gjør fortregning av kull usikkert
Andre	14%	✗	✗	✗	Usikker	Ingen fortregning av kull antas konservativt for resten av verden

70%

30%

*Andel av global LNG-import i 2030, basert på Rystad Energys prognoser. **Basert på sannsynlig regional karbonskatt i 2030 eller statlig uttalte mål om fornybarandel i kraftmiksen i 2030. ***Sannsynlig fortrengt energikilde gitt marginalt lavere LNG-priser. Vurderes til å være kullkraft når alle tre kriterier er oppfylt, vurderes konservativt til å være usikkert i andre tilfeller. Kilde: Rystad Energy

Ser tegn til at høye gasspriser øker langsiktig bruk av kull i f.eks Pakistan og Kina

Nyhet om Pakistans nylig annonserte plan om å skifte fra gass til kull

REUTERS® World Business Legal Markets Breakingviews Technology Investigations More

Regulatory Oversight Governance Grid & Infrastructure LNG Coal

3 minute read - February 14, 2023 1:48 AM GMT+1 - Last Updated 2 days ago

Exclusive: Pakistan plans to quadruple domestic coal-fired power, move away from gas

By Gibran Naliyar Peshimam



"LNG is no longer part of the long-term plan," Pakistan Energy Minister Khurram Dastgir Khan told Reuters, adding that the country plans to increase domestic coal-fired power capacity to 10 gigawatts (GW) in the medium-term, from 2.31 GW currently.

"We have some of the world's most efficient regasified LNG-based power plants. But we don't have the gas to run them," Dastgir said in an interview.

Kilde: Rystad Energy, Reuters

3 minute read - March 6, 2023 9:51 AM GMT+1 - Last Updated 9 days ago

China leans on coal amid energy security push

By Andrew Hayley

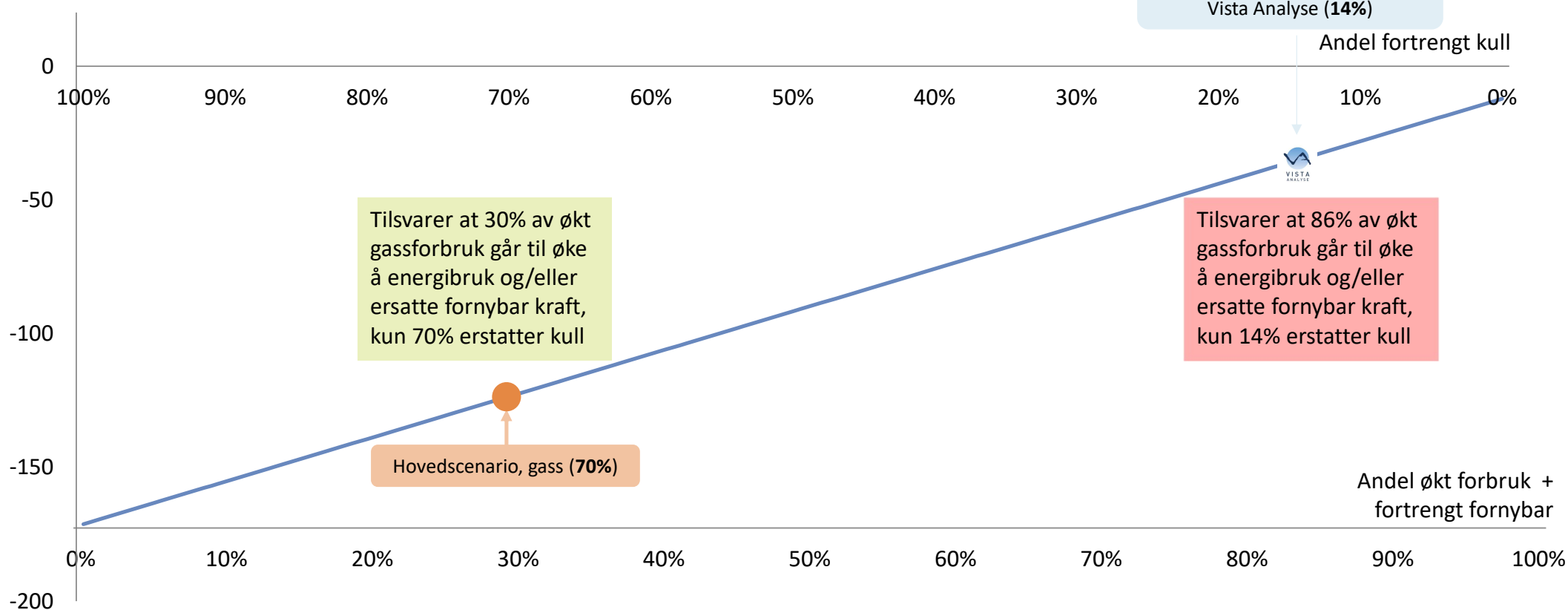


A coal barge berthing is seen at Tanjung Priok port in Jakarta 26, 2011. REUTERS/Crack Palinggi

Stor usikkerhet om andel fortrenget kull, men lav andel i konflikt med klimaambisjoner i APS

Netto utslipp ved økt gassproduksjon som følge av hva økning i gassforbruk går til

kg CO₂e/fat o.e.




Kilde: Rystad Energy

Netto klimagassutslipp for økt norsk gassproduksjon forblir negative selv om økt gassforbruk ikke er startet noe kull



Steg 2

Selv om økt gasskonsum kun går til å øke energibruken, blir klimaeffekten marginalt positiv for gass

Gradvis transisjon beregner markedsresponsen ved å øke norsk produksjon tilsvarende ett fat o.e. gass til 23%, og finner en signifikant klimaeffekt på -123 kg CO ₂ e/fat o.e.			
 Gass	Steg 1	Steg 1 beskriver forbrenningseffekten av at det konsumeres 23% mer gass. Utslippene øker med 23% av forbrenningsfaktoren for gass	293 kg CO ₂ /fat o.e. * (23%) = +68 kg CO ₂ /fat o.e.
	Steg 2	Steg 2 beskriver substitusjonseffekten i strømmarkedet. Gasskraft fortrenger primært kullkraft (70%) og noe fornybar energi (30%).	482 kg CO ₂ /fat o.e. * (-23%) = -111 kg CO ₂ /fat o.e.
	Steg 3	Steg 3 beskriver effekten på opp- og midtstrømsutslipp ved å legge til ett fat o.e. norsk gass og fortrenge 0.77 fat fra andre tilbydere	3 kg CO ₂ e/fat o.e. - 108 kg CO ₂ e/fat o.e. * (77%) = -80 kg CO ₂ e/fat o.e.
	Sum gass	Summert beskriver steg 1 til 3 effektene ved å øke norsk produksjon med ett fat o.e. gass. Økt norsk gassproduksjon reduserer globale klimautslipp signifikant med 123 kg CO ₂ e/fat o.e.	-123 kg CO ₂ e/fat o.e.
Sum total		Dersom det antas at fremtidig norsk produksjon øker med like mye olje (50%) som gass (50%), fører dette til en utslippsreduksjon på 75 kg CO ₂ /fat o.e.	-75 kg CO ₂ e/fat o.e.

Norsk rørgass har svært lave utslipp grunnet sine geografiske nærhet til gassmarkedet i Europa, hvor det konkurrerer med mer utslippsintensiv LNG som kommer sjøveien

Utvalgte krysspriselasititeter av begrenset relevans for vurderingen av fremtidige substitusjon

Vistas litteratur* om krysspriselasititeter har begrenset relevans



Liten geografisk relevans

Dekker i praksis kun snitt av 10 land pga. manglende prisdata. Lite representativt for LNG-importører som først og fremst vil merke effekten av økt norsk gasstilbud i fremtiden.



Tidsmessig utdatert

Dataen dekker perioden fra ca. 1980 til 2005. Dermed anvendes 20 år gammel data for å bestemme effekter 10 år frem i tid. Dette ignorerer et nytt regime der land har satt eksplisitte klimamål som blant annet inkluderer kull-til-gass-switching.



Lite representativt

Krysspriselasititetene tilsier at gass ikke har større substituerende effekt overfor kull enn det olje har. Dette er i dag, og fremover, fundamentalt endret gjennom strukturelle skift, blant annet med mindre olje i kraftsektoren og bygninger.



*Serletis et al. (2011)

Kilde: Rystad Energy, Serletis et al. (2011), Erickson and Lazarus (2018)

82

Bruk av krysspriselasititeter er i seg selv omdiskutert

“(...) developments regarding substitutes do not lend themselves well to an elasticity-based approach, however, given how existing research on the long-term elasticities of substitution between oil and other transport fuels is too limited (Fæhn et al., 2017), and because future availability of substitutes may be more determined by policy choices (yet to be made) than by microeconomics.”

*“utviklingen når det gjelder substitutter egner seg imidlertid ikke godt til en elastisitetsbasert tilnærming, gitt hvordan eksisterende forskning på langsiktige elastisiteter ved substitusjon mellom olje og andre transportdrivstoff er for begrenset (Fæhn et al., 2017), og fordi fremtidig tilgjengelighet av erstatninger kan **være mer bestemt av politiske valg** (ennå ikke tatt) enn av mikroøkonomi»*

Erickson and Lazarus (2018)



Steg 2

Økt bruk av naturgass i APS-scenariet for å muliggjøre bytte fra kull til gass i kraftsektoren, samt ha fleksibilitet til å matche fornybare regulerbare energikilder i påvente på netto null brennstoff

In the APS, around 90 GW of new natural gas-fired power generation capacity comes online in emerging market and developing economies in Asia between 2021 and 2030, an increase of over 20%. Natural gas-fired generation increases at a slightly slower pace than generation capacity, reaching 1 200 TWh by 2030, or 25% more than in 2021. This reflects increasing use of natural gas capacity as a flexible tool to balance electricity grids rather than as a baseload source of power supply (see Chapter 4, section 4.5). Using natural gas in this way requires flexible contracting arrangements for LNG supplies and additional investment in gas storage. In China, the 15 bcm of storage capacity equates to less than 5% of annual gas consumption, despite growing seasonality of demand (although there are ambitious plans to increase storage capacity to 50-60 bcm by 2025). Large-scale gas storage facilities are virtually non-existent in most other parts of Asia.

An increasing population and strong economic growth sustain the increase in natural gas consumption in emerging market and developing economies in Asia over the next decade, notably in industry, despite the near-term risks brought about by the recent supply squeeze.

As prices come down from the mid-2020s, these markets see a big increase in natural gas

Chapter 8 | Outlook for gaseous fuels

405

use by 2030 as a result of coal-to-gas switching, and this helps countries with net zero emissions targets to rapidly transition away from coal. With a clouded outlook for the use of natural gas in transport (Box 8.1), industry remains the anchor for demand growth and the focal point for large-scale infrastructure investment in LNG import capacity, storage and onshore transmission and distribution grids. In the APS, gas demand in industry in emerging gas markets in Asia, not including China, is over 60% higher in 2050 than in 2021.

Naturgass/hydrogen kraftverk utgjør den regulerbare kraftkilden når Tyskland går mot null

Fremtidig kraftkapasitetsmiks for Tyskland

Übersicht der Szenariokennzahlen

Energieträger	Installierte Leistung in GW						
	Referenz 2020 / 2021	A 2037	B 2037	C 2037	A 2045	B 2045	C 2045
Kernenergie	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Braunkohle	18,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Steinkohle	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Erdgas/Wasserstoff*	32,1	>38,4	>38,4	>38,4	>34,6	>34,6	>34,6
Öl	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pumpspeicher	9,8	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
sonstige konventionelle Erzeugung**	4,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Summe konventionelle Erzeugung	92,9	>51,6	>51,6	>51,6	>47,8	>47,8	>47,8
Wind onshore	56,1	158,2	158,2	161,6	160,0	160,0	180,0
Wind offshore	7,8	50,5	58,5	58,5	70,0	70,0	70,0
Photovoltaik	59,3	345,4	345,4	345,4	400,0	400,0	445,0
Biomasse	9,5	4,5	4,5	4,5	2,0	2,0	2,0
Wasserkraft***	4,9	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
sonstige regenerative Erzeugung****	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Summe regenerative Erzeugung	138,7	564,9	572,9	576,3	638,3	638,3	703,3
Summe Erzeugung	231,6	616,5	624,5	627,9	686,1	686,1	751,1

Kilde: Netzentwicklungsplan Strom 2037 / 2045 (2023),

Europe

World first: Gas turbine successfully operates with 100% green hydrogen

Pamela Largue • Oct 13, 2023

Share [🔗](#) [X](#) [f](#) [in](#) [✉](#)



SGT-400 Industrial gas turbine. Image credit: Siemens Energy

Latest test results on the Siemens Energy SGT-400 industrial gas turbine show the turbines can be fueled with up to 100% hydrogen, as well as with natural gas and any blends in between.

The successful demonstration took place at the HYFLEXPOWER project site at the Smurfit Kappa paper packaging plant in Saillat-sur-Vienne, France.

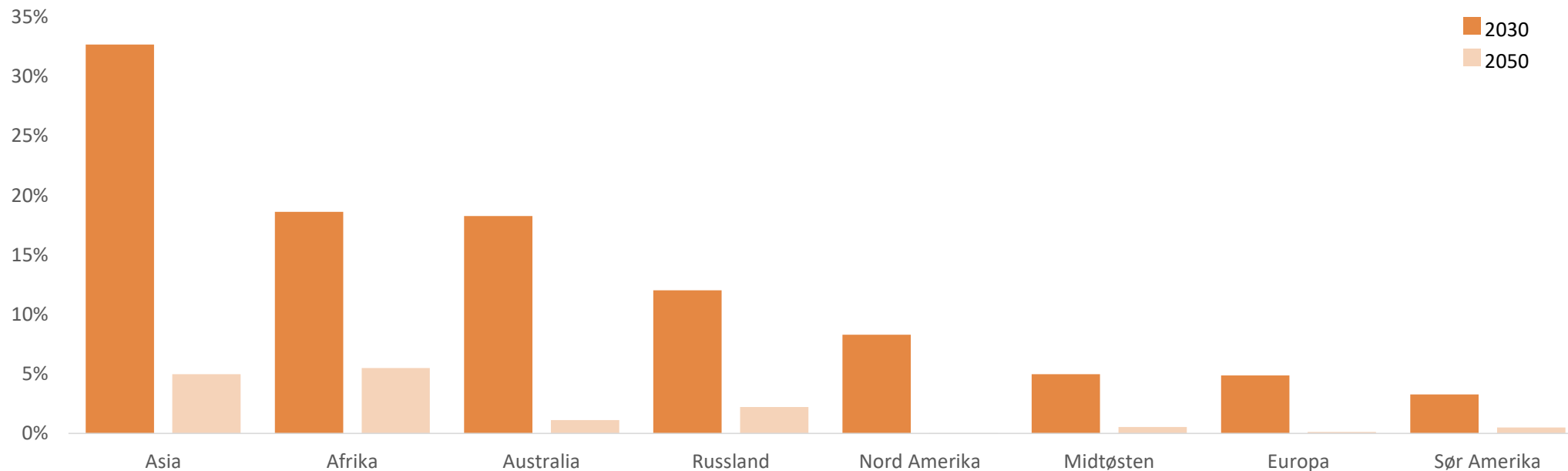
The project aims to show that it's possible to convert an existing gas-fired power turbine to operate using renewable hydrogen and that hydrogen can be used as a flexible energy storage medium.

According to Siemens Energy, in 2022, initial tests saw the gas turbine operate with a 30% hydrogen content, mixed with natural gas. Now the power-to-hydrogen-to-power demonstrator has proven that turbines with dry low emissions technology can be fueled with up to 100% hydrogen as well as with natural gas and any blends in between.

Kullutfasingen akselererer, men kullkraft utgjør fremdeles en stor andel av kraftmiksen i Asia i 2030

Kullandel i kraftmiksen til nøkkelregioner i 2030

Andel av total kraftgenerering

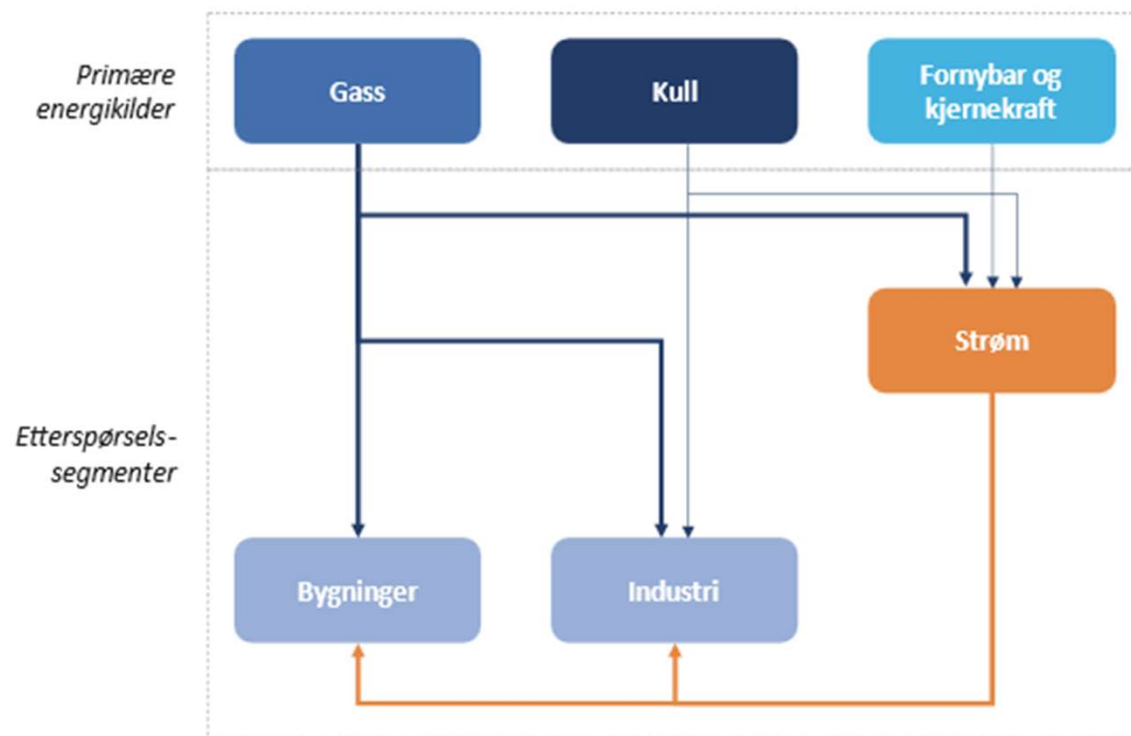


- Grafen viser kullandelen i kraftmiksen til nøkkelregioner i 2030 og 2050.
- Kull vil fortsatt utgjøre over 30% av kraftmiksen i Asia i 2030, som utgjør mesteparten av LNG etterspørsel utover Europa

Kilde: Rystad Energy, IEA (APS).

Kobling mellom gass og strømspriser demper substitusjonseffekt for industri og bygninger

Forenklet skisse av viktigste primære energikilder og etterspørselssegmenter



- I bygningssektoren begrenser substitusjonsmulighetene seg stort sett til strøm og gass, og fordi strøm- og gasspriser typisk er korrelert, kan en forvente dempet eller lite substitusjonseffekt fra bygninger når gasstilbudet øker.
- Industrisegmentet ligger et sted mellom de to andre etterspørselssegmentene for gass når det gjelder substitusjonsmuligheter. Det er også betydelig potensiale for elektrifisering av industri, koblingen mellom gasspris og strømpris vil også her kunne dempe substitusjonseffekten.
- En del industri kan også bytte fra kull til gass. Dette vil ha tilnærmet samme effekt som substitusjon av kull i kraftsektoren, men i industrisegmentet kan det medføre større byttekostnader av anlegget. Substitusjon er derfor mer sannsynlig i kraftsektoren, særlig om det er ekstrakapasitet i gasskraftverkene.

Beregningen omfatter ikke fortrenings effekter ved elektrifisering av Yggdrasil, og overspiller fremtidige utslipp fra utenlands produksjon

- i) Beregningen bygger på et punkt estimat for enkeltåret 2030, i stedet for utslippseffekter år for år over feltets levetid på 25 år (2027-2052)
- ii) Beregningen anvender en for lav elastisitet for etterspørsel av olje (-0,11) som avviker fra publisert og fagfellevurdert forskning, og for høy tilbuds elastisitet for olje og gass
- iii) Beregningen antar perfekt substitusjon mellom olje og gass og andre energikilder, som er i strid med økonomisk teori og empiriske studier på energietterspørsel
- iv) Beregningen bygger på en ufundert forutsetning om at gass erstatter 70 % kull og 30 % fornybar energi i 2030, som uansett blir feil over feltets levetid, se i)
- v) Beregningen omfatter ikke fortrenings effekter ved elektrifisering av Yggdrasil, og overspiller fremtidige utslipp fra utenlands produksjon

Oversikt over nøkkelparametere benyttet til beregning av utslipp i Steg 3

Geografi		Total utslippsintensitet kg CO ₂ e / boe	=	Oppstrømsintensitet kg CO ₂ / boe	+	Midtstrømsintensitet kg CO ₂ / boe	+	Metanintensitet* kg CO ₂ e / boe
Olje	Norge	22		1		21		<1
	Globalt	82		31		26		25
Gass	Norge	3		0		3		<1
	Globalt (USA)	108		16		65		27

*GWP-100 er benyttet for å omregne metan til CO₂-ekvivalenter

Rammeverket åpner for feltspesifikke antagelser om oppstrømsutslipp, inkludert antagelser ved elektrifisering

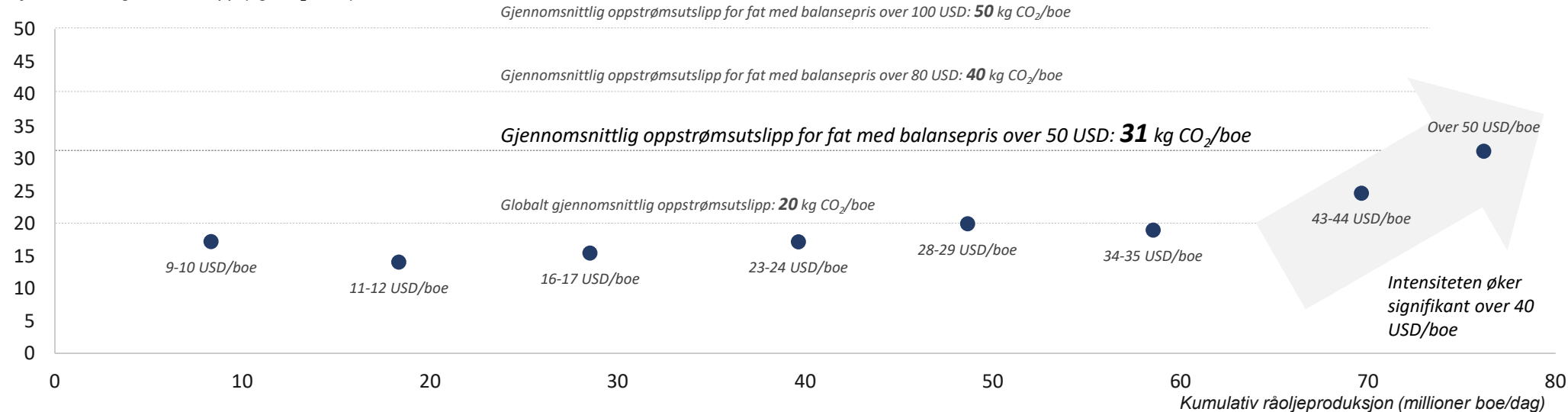


Steg 3

Felt med høye balansepriser er i snitt også mer utslippsintensive enn felt med lave balansepriser

Gjennomsnittlig oppstrøms CO₂ utslipp i 2030 for forskjellige grupper råoljeproduksjon, sortert etter balansepris

Gjennomsnittlige klimautslipp (kg CO₂ / boe)



- Diagrammet over viser fordelingen mellom produksjonsvolumer, balansepriser og gjennomsnittlige klimagassutslipp for oppstrøms aktiviteter tilknyttet råoljeproduksjon.
- Gruppene langs x-aksen er summert til nærmeste 10 millioner fat per dag produksjon fra lavest til høyest balansepris. Det betyr at hver gruppe produserer ca. 10 millioner fat per dag, og verdien på y-aksen beskriver CO₂-utslipp per fat for denne gruppen. Ved balansepriser over ca. 40 USD/boe øker klimagassutslipp signifikant med balanseprisen.
- I et effektivt marked vil produksjonsøkninger fortrenge tilbydere med høye balansepriser, altså fatene med høyere gjennomsnittlig oppstrømsutslipp. Følgelig er det rimelig å forvente at økt norsk produksjon vil fortrenge fat med høyere utslippsintensitet enn det globale snittet, og derfor benyttes oppstrømsutslippene til fat med balansepris over 50 USD for olje i Steg 3. Disse fatene utgjør 6,5 millioner fat, ca. 9% av årlig global produksjon.

Kilde: Rystad Energy UCube

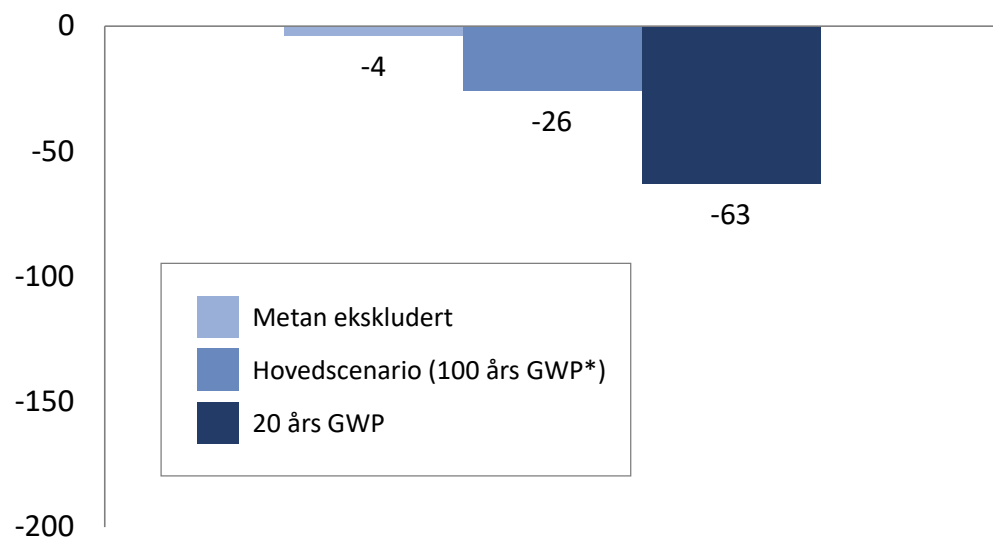


Lave metanutslipp gjør at norsk produksjon gir enda lavere oppvarmingspotensiale på kort sikt

Sensitivitetsanalyse av metanantagelse

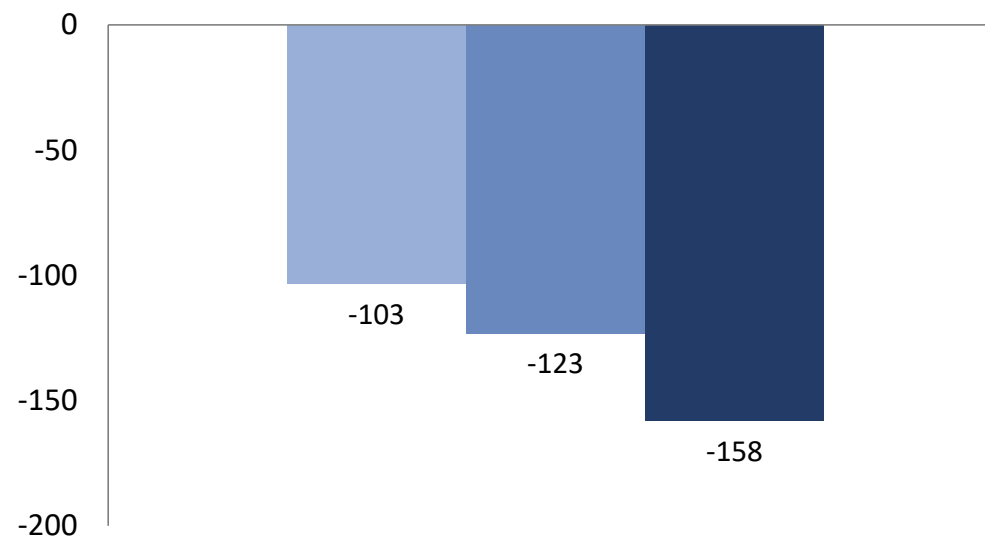
Sensitivitetsanalyse av metanantagelse for olje

kg CO₂e/fat o.e.



Sensitivitetsanalyse av metanantagelse for gass

kg CO₂e/fat o.e.



Jo mer aggressiv antagelse om metans GWP, jo større blir forskjellen mellom norske og utenlandske opp- og midtstrømsutslipp og dermed også klimaeffekten av økt norsk tilbud.

*Globalt oppvarmingspotensial
Kilde: Rystad Energy



Økt press for å benytte GWP20 i konvertering av methane til CO2 ekvivalenter

The Dirty Dozen

The Climate Greenwashing of 12 European Oil Companies

Author:

Dr Steffen Bukold (EnergyComment Hamburg)

Commissioned by:

Greenpeace in Zentral- und Osteuropa

Hamburg

June 2023

10. Policy recommendations

ACCELERATED REDUCTION AND IMPROVED REPORTING OF METHANE EMISSIONS

Mandatory reduction of methane emissions to below 0.1% (flaring, venting, leakage) of gas produced by 2030. Independent certification of supply chains.

Mandatory regular measurement especially at flares and gas processing facilities as well as other infrastructure such as tanks, pipelines, valves, etc.

If no reliable measurements are available, average values must be used in reporting, e.g. data from the IEA Methane Tracker or realistic US values (e.g. numbers by Howarth/Jacobson).

Translation in CO₂-equivalents must use 20-year periods (GWP₂₀) in lieu of 100 years (GWP₁₀₀). This implies an GWP factor of 82.5 for methane (CO₂ = 1; cf. IPCC AR6)

Enighet om rammeverket, og at tilbudssidetiltak søker å påvirke etterspørsel indirekte via pris

Stor enighet om rammeverket

- Uenigheter er i hovedsak knyttet til valg av parametre i et rammeverk bestående av tre steg for å kvantifisere global klimaeffekt av tilbudssidetiltak
- Det er flere relevante samfunnsmessige faktorer som ikke adresseres i rammeverket, alt fra påvirkning av energisikkerhet, energikostnader, fordelingseffekter, signaleffekter etc. Ikke entydig hvilke retning disse faktorene vil slå.

Etterspørsel for olje og gass kan kuttes også ved lavere råvarepriser

- Prisen på olje og gassprodukter til sluttbruker (f.eks. pumpepris) kan justeres uavhengig av råvarepriser, f.eks ved CO2 avgift. Ved å justere avgifter fremfor å øke råvareprisene vil påslaget tilfalle konsumentland fremfor økt inntekt til olje og gasseksportører
- Subsidiert til alternative teknologi som elbil, salgsforbud av bensinbiler eller utfasing av kullkraft er eksempler på tiltak som medfører at etterspørselen kan påvirkes uten å øke råvareprisene. Ambisiøse klimascenarier bygger typisk på stor grad av slike politisk tiltak, hvor de resulterende råvareprisene på olje og gasspriser faller samtidig som etterspørsel faller.

Tilbudstiltak i Norge får konsekvenser i globale markeder, dette må gjenspeiles i valg av litteratur og data

- Effekten av tilbudstiltak i Norge spres globalt på tvers av land og segmenter og medfører responser på tilbuds og etterspørselsiden
- Avgjørende at litteratur og data som benyttes har høy relevans med globale dekning og oppdatert datagrunnlag
- Detaljerte felt databaser for olje og gass gir grunnlag for robuste analyser av tilbuds siden, gjennom kostnadskurver. Man har ikke tilsvarende data for etterspørselsiden.

Ny olje eller gassproduksjon kan gi reduserte globale klimagassutslipp

- Det er ikke i strid med hverken økonomisk teori eller rammeverket som er benyttet at økt tilbud av olje og gass kan medføre reduserte globale klimagassutslipp
- For økning i rørgass for Norge er det særlige forutsetninger for dette, hvor rørgass kan erstatte utslippsintensive LNG (20-30% av sluttbrukerutslipp) på tilbudssiden samt at naturgass delvis kan erstatte kull på etterspørselsiden

I et marked der tilbudskutt har liten klimaeffekt har etterspørselskutt desto større effekt

- Viktig å påpeke at man ikke får i "pose og sekk" i et marked. Hvis etterspørselskutt er et svært effektivt klimatiltak (oljen/gassen som ikke lenger etterspørres blir liggende i bakken), så er tilbudskutt tilsvarende mindre effektivt klimatiltak (ny olje dytter "bare" ut annen olje)

Rystad Energy med flere konservative antagelser, nettoutslippene kan være lavere

- Steg 1:
 - Rystad Energy benytter estimate for fremtidig etterspørselastitet basert på historisk data, til tross for at APS scenario inkluderer en rekke klimatiltak som reduserer betydningen av olje og gasspriser for fremtidig etterspørsel. Fallende etterspørselastitet vil redusere utslipp fra steg 1 alt annet lik.
 - Det er ikke tatt høyde for at deler av økt etterspørsel for olje og gass vil ha betydelig lavere CO2 utslipp enn ved forbrenning, dette inkluderer olje som råvare i petrokjemi, og fremtidig konvertering av naturgass til hydrogen.
- Steg 2:
 - Ikke inkludert verdikjedeutslipp fra fornybarproduksjon eller metanutslipp fra kullverdikjeden – slik vi har for olje og gass forsyningskjeden
- Steg 3
 - Ikke benyttet GWP 20 for metanutslipp i verdikjeden for olje og gass, økende relevant ift viktigheten av å unngå kortsiktig oppvarmingseffekt. GWP20 fremmer norsk produksjon med svært lave metanutslipp.
- EU utslippstak
 - Eksempelvis for olje vil antagelsen om fastsatt utslippstak innenfor EU medføre at andelen av økt etterspørsel (steg 1) som kommer fra EU land ikke bidra til å øke globale utslipp. Tilsvarende effekt som redusert etterspørselastitet.



RystadEnergy

Navigating the future of **energy**

Rystad Energy is an independent energy consulting services and business intelligence data firm offering global databases, strategic advisory and research products for energy companies and suppliers, investors, investment banks, organizations, and governments.

Headquarters: Rystad Energy, Fjordalléen 16, 0250 Oslo, Norway

Americas +1 (281)-231-2600

EMEA +47 908 87 700

Asia Pacific +65 690 93 715

Email: support@rystadenergy.com

© Copyright. All rights reserved.